

Bulletin of Science and Practice

Scientific Journal

2022, Volume 8, Issue 8

Издательский центр «Наука и практика».

Е. С. Овечкина.

БЮЛЛЕТЕНЬ НАУКИ И ПРАКТИКИ

Научный журнал.

Издается с декабря 2015 г.

Выходит один раз в месяц.

16+

Том 8. Номер 8.

август 2022 г.

Главный редактор Е. С. Овечкина

Редакционная коллегия: Д. Азларова, З. Г. Алиев, А. К. Алымов, К. Анант, А. А. Афонин, Р. Б. Баймахан, Х. Т. Боймуродов, Р. К. Верма, С. Гойипназаров, В. А. Горшков-Кантакузен, И. Х. Давлетов, А. Ш. Дурманов, Е. В. Зиновьев, Э. А. Кабулов, С. Ш. Казданян, Б. С. Калмуратов, С. В. Коваленко, А. С. Колесников, Д. Б. Косолапов, Н. Г. Косолапова, Р. А. Кравченко, Н. В. Кузина, К. И. Курпаяниди, А. Г. Матвеев, Д. Ю. Матризаева, А. Д. Мэтякубов, Р. А. Махесар, Ф. Назарова, И. Ч. Намозов, Г. Нурматова, Т. Нурымбетов, Ф. Ю. Овечкин (отв. ред.), Р. Ю. Очеретина, Т. Н. Патрахина, И. В. Попова, А. В. Родионов, С. К. Салаев, П. Н. Саньков, З. М. Сагторов, Е. А. Сибирякова, С. Н. Соколов, С. Ю. Солдатова, Л. Ю. Уразаева, Т. Х. Фарманов, Д. Н. Швайба, Ш. Эргашева, С. Юсупов, А. М. Яковлева.

Адрес редакции:

628605, Нижневартовск, ул. Ханты-Мансийская, 17, 81

Тел. +79821565120

https://www.bulletennauki.ru

E-mail: bulletennaura@inbox.ru, bulletennaura@gmail.com

Свидетельство о регистрации ЭЛ №ФС 77-66110 от 20.06.2016

Журнал «Бюллетень науки и практики» включен в Crossref, Ulrich's Periodicals Directory, AGRIS, GeoRef, Chemical Abstracts Service (CAS), фонды Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН), eLIBRARY.RU (РИНЦ), ЭБС IPRbooks, ЭБС «Лань», КиберЛенинка, ЭБС Znanium.com, информационную матрицу аналитики журналов (MIAR), ACADEMIA, Google Scholar, ZENODO, AcademicKeys (межуниверситетская библиотечная система), Polish Scholarly Bibliography (PBN), индексируется в РИНЦ, Index Copernicus Search Articles, J-Gate, Open Academic Journals Index (OAJI), OpenAIRE, CIARD RING, BASE (Bielefeld Academic Search Engine), Internet Archive, Dimensions, EuroPub, Open Ukrainian Citation Index (OUCI).

Импакт-факторы журнала: РИНЦ — 0,245; Open Academic Journals Index (OAJI) — 0,350, Index Copernicus Journals (ICI) Master List database for 2020 (ICV) — 98,14.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

В журнале рассматриваются вопросы развития мировой и региональной науки и практики. Для ученых, преподавателей, аспирантов, студентов.

Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81>

©Издательский центр «Наука и практика», 2022
Нижневартовск, Россия



Publishing Center Science and Practice.
E. Ovechkina.
BULLETIN OF SCIENCE AND PRACTICE
Scientific Journal.
Published since December 2015.
Schedule: monthly.
16+

Volume 8, Issue 8.
August, 2022.

Editor-in-chief E. Ovechkina

Editorial Board: D. Azlarova, Z. Aliev, A. Alimov, Ch. Ananth, A. Afonin, R. Baimakhan, Kh. Boimurodov, S. Goiipnazarov, V. Gorshkov-Cantacuzène, I. Davletov, A. Durmanov, Sh. Ergasheva, T. Farmanov, E. Kabulov, B. Kalmuratov, A. Kolesnikov, S. Kazdanyan, S. Kovalenko, D. Kosolapov, N. Kosolapova, R. Kravchenko, N. Kuzina, K. Kurpayanidi, A. Matveev, D. Matrizaeva, A. Matyakubov, R. A. Mahesar, F. Nazarova, I. Namozov, G. Nurmatova, T. Nurimbetov, R. Ocheretina, F. Ovechkin (*executive editor*), T. Patrakhina, I. Popova, S. Salaev, P. Sankov, Z. Sattorov, E. Sibiryakova, S. Sokolov, S. Soldatova, D. Shvaiba, Rameez Ali, A. Rodionov, L. Urazaeva, R. Verma, A. Yakovleva, S. Yusupov, E. Zinoviev.

Address of the editorial office:

628605, Nizhnevartovsk, Khanty-Mansiyskaya str., 17, 81.
Phone +79821565120
<https://www.bulletennauki.ru>
E-mail: bulletennaura@inbox.ru, bulletennaura@gmail.com

The certificate of registration EL no. FS 77-66110 of 20.6.2016.

The Bulletin of Science and Practice Journal is Crossref, Ulrich's Periodicals Directory, AGRIS, GeoRef, Chemical Abstracts Service (CAS), included All-Russian Institute of Scientific and Technical Information (VINITI), RINTs, the Electronic and library system IPRbooks, the Electronic and library system Lanbook, CyberLeninka, MIAR, ZENODO, ACADEMIA, Google Scholar, AcademicKeys (interuniversity library system, Polish Scholarly Bibliography (PBN), the Electronic and library system Znanium.com, J-Gate, Open Academic Journals Index (OAJI), OpenAIRE, CIARD RING, BASE (Bielefeld Academic Search Engine), Internet Archive, Scholarsteer, Dimensions, EuroPub, Open Ukrainian Citation Index (OUCI).

*Impact-factor RINTs — 0.245; Open Academic Journals Index (OAJI) — 0.350,
Index Copernicus Journals (ICI) Master List database for 2020 (ICV) — 98.14.*



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

The Journal addresses issues of global and regional Science and Practice. For scientists, teachers, graduate students, students.

(2022). *Bulletin of Science and Practice*, 8(8). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81>

©Publishing Center Science and Practice, 2022
Nizhnevartovsk, Russia



СОДЕРЖАНИЕ

Физико-математические науки

1. *Матназаров А. Р., Артикова Р.*
Энергетические спектры ионов W, образованные при острым и скользящим излучением лазера 10-13
2. *Матназаров А. Р., Сатимова З.*
Эффект «накопления» в непрозрачном W при многократном воздействии скользящим излучением лазера 14-19

Биологические науки

3. *Заманова А. П.*
Рост и развитие *Agave sisalana* Perrine на старых нефтепромысловых землях Апшеронского полуострова 20-24
4. *Багирова С. Б., Гасанова М. Ю., Атаева Л. А., Алиева С. А., Бедель-заде Н. У.*
Анализ природной и культурной дендрофлоры северо-западной зоны Большого Кавказа 25-32
5. *Тагирова Э. Н., Ахмедова Н. А.*
Биоразнообразие инфузорий в бентосе пресных водоемов Ленкоранской природной области 33-41

Сельскохозяйственные науки

6. *Садыгова Г. И.*
Сравнение параметров роста и развития телят различных пород 42-45
7. *Асланова Ф. А.*
Агробиологические свойства некоторых абorigенных технических сортов винограда Самухского района 46-51
8. *Манафова Ф. А.*
Дополнительные сведения о структуре почвенного покрова Гобустана 52-56
9. *Заманова Р. М.*
Роль физиологически активных ростовых веществ в жизни растений и применение препарата Нано-Гро для кормовой свеклы 57-62
10. *Гусейнов Н. В., Ширинова И. Б.*
Влияние норм высева и удобрений на биологическое развитие и урожайность хлопчатника в Гянджа-Дашкесанском экономическом районе 63-68
11. *Аббасов Р. Т., Агаева М. Р.*
Изучение роста и развития гибридов коров 69-74
12. *Гасанов М. М., Насибов М. Н.*
Причины заражения птиц колибактериозом и пастереллезом в фермерских и индивидуальных хозяйствах 75-79
13. *Гаджиева А. Т.*
Оценка эффективности новых антигельминтных препаратов против фасциолеза овец ... 80-87
14. *Юсупова Ф., Абдуллаева С.*
Перспективы развития молочного животноводства дехканских хозяйств в Узбекистане . 88-96

Медицинские науки

15. *Пятин В. Ф., Маслова О. А, Романчук Н. П.*
Болезнь Альцгеймера и мелатонин/тестостерон/эстрогены: нейрофизиологическая и нейроэндокринологическая маршрутизация долголетия 97-128
16. *Алиева К. А., Гаджиева Н. М.*
Молекулярная гетерогенность классической галактоземии и галактоземии Дуарте 129-134
17. *Алдашукуров Ы. А., Тухватшин Р. Р.*
Морфологические изменения головного мозга у животных под влиянием барокамерной гипоксии 135-140

18. *Алдашукуров Ы. А.*
Морфологические изменения головного мозга у лабораторных крыс при урановой нагрузке 141-147
19. *Султангазиев Р. А., Сагымбаев М. А., Абиров К. Э., Тогочуев А. А., Эркинбаев Ж. С., Абирова Р. Э.*
Отдаленные результаты портосистемного шунтирования при портальной гипертензии .. 148-159
20. *Качыбекова Л. И., Орозалиев С. С.*
Актуальные аспекты изучения нормативного обеспечения медицинской реабилитации в системе непрерывного медицинского образования в Киргизской Республике 160-167
21. *Исмаилова У. А., Кулов Б. Б.*
Лечение нейрогенной дисфункции мочевого пузыря в условиях специализированного стационара 168-171
22. *Субанова А. И.*
Сопутствующие заболевания у беременных женщин, проживающих в условиях высокогорья на фоне артериальной гипотензии 172-179
23. *Галкина Е. А., Суворов С. А., Храмов В. В., Архипова Л. Ю., Толстокоров С. А.*
Комплексный подход в диагностике и реабилитации спортсменов 180-187
24. *Молдоев М. И., Калматов Р. К., Азамат уулу Ч., Абдуллаева Ж. Д.*
Изменение показателей антиоксидантов и противовоспалительных цитокинов у больных с калькулезным холециститом 188-193

Технические науки

25. *Жэнь Бинбин, Миндров К. А.*
Прогресс в исследованиях оксида меди (I) типа Р в области использования световой энергии 194-215
26. *Жэнь Бинбин, Миндров К. А.*
Прогресс в исследованиях технологии получения неорганических оксидных полупроводников из оксида меди (I) типа Р 216-231
27. *Чэн Чаншань, Левцев А. П., Чжао Чанхао, Сун Мэнчэнь, Минь Сюйбо*
Разработка системы на базе STM32 для обнаружения опасного поведения водителя 232-244
28. *Ван Ибо, Фэн Гоцзэн*
Динамическое ценообразование и управление энергией интегрированной энергетической системы электрообогрева на основе игры Штакельберга 245-262
29. *Лю Цзяпэй, Чжан Цзуннань, Кудашев С. Ф.*
Оптимальное проектирование тепловых котлов 263-276
30. *Сюн Цимин, Бажанов А., Лу Цзяхао, Чжан Ци, Сунь Чэн, Чжоу Яньянь*
Оптимизация основных параметров конструкции плоскпанельного солнечного коллектора на базе PYTHON 277-290
31. *Ли Цзе, Голянин А. А.*
Модель теплообменника нагревателя воздушного отопления 291-301
32. *Ван Ибо, Голянин А. А.*
Модель микроканального теплообменника нагнетателя для нагрева воды 302-308
33. *Чэнь Сюанью, Голянин А. А.*
Конструкция теплообменника-аккумулятора тепловой энергии с колебательным змеевиком для нагрева горячей воды мощностью 25 кВт 309-316
34. *Чэн Чаншань, Голянин А. А.*
Проектирование охладителя для 100 кВт полупроводникового силового преобразователя 317-324
35. *Чжан Жуйжуй, Голянин А. А.*
Проект жидкостного охладителя полупроводникового силового преобразователя мощностью 100 кВт 325-333
36. *Кан Чуаньчжи, Чжан Цзуннань, Кудашев С. Ф., Лю Мэйнань, Чжан Цяньвэй, Пань Цзяшуан*
Стратегия оптимизации работы мультимикросети по совместному использованию энергии на основе асимметричной сделки Нэша 334-353

37. *Кан Чуаньчжи, Чжан Цзуннань, Кудашев С. Ф., Лю Мэйнань, Чжан Цяньвэй, Пань Цзяшуан*
Оптимальная работа интегрированных энергетических систем на основе
мультиэнергетической взаимодополняемости 354-371
38. *Ли Цзе*
Оптимальная работа интегрированной энергетической системы с учетом реакции
спроса в рамках механизма торговли квотами на выбросы углерода 372-386
39. *Сюн Цимин, Чжан Цзуннань, Бажанов А., Чжан Ци, Лу Цзяхао*
Планирование зарядки электромобилей и ценообразование на основе игры
Штакельберга 387-402
40. *Чимчикова М. К., Карпухин А. А.*
Влияние минеральных наполнителей на теплостойкость полимерных композиционных
материалов 403-408
- Экономические науки*
41. *Джумаев Э., Бакыртай Т.*
Влияние Стратегии развития Узбекистана на 2017-2021 годы на экономическую
интеграцию в Центральной Азии 409-415
42. *Самедов Ф. Ф.*
Внешнеэкономические связи города Сумгаит (о химической промышленности 1991-
2003 гг.) 416-423
43. *Штебнер С. В.*
Взаимосвязь экологии и экономики 424-429
- Юридические науки*
44. *Марзабаева Б. Т., Ташыбаева А. К., Асанахунова З. М., Бабакулова Р. Б.*
Законодательное обеспечение гендерного равенства в Киргизской Республике 430-437
- Педагогические науки*
45. *Кенжешев К. Д.*
Методы и приемы преподавания киргизской литературы на основе принципов
этнопедагогики в средней школе и современное состояние образования 438-443
46. *Кенжешев К. Д.*
Развитие концептуальных идей этнопедагогики в Кыргызстане в годы независимости .. 444-449
- Исторические науки*
47. *Алымбаев Ж. Б., Атаканова Г. А., Шаанов Т. М.*
Преобразование системы землевладения и землепользования
в Кыргызстане в 20-е годы XX в. 450-456
48. *Алымбаев Ж. Б., Атаканова Г. А., Шаанов Т. М.*
Аграрные реформы 1921-1922 гг. в Кыргызстане 457-463
- Филологические науки*
49. *Жумаева Г. З.*
Использование «вещих снов» в качестве художественных средств 464-469
50. *Токтоматова А.*
Создание мира через притчи (на примере пословиц в киргизском и турецком языках) ... 470-475
51. *Жумаева Г. З.*
Отражение религиозно-мистических взглядов
в творчестве киргизских народных акынов 476-482
52. *Кабатай кызы А.*
Цветолексемы в рассказе И. А. Бунина «Чистый понедельник» 483-489

CONTENTS

Physical & Mathematical Sciences

1. *Matnazarov A., Artikova R.*
W Ions Energy Spectra Formed by Sharp and Grazing Laser Radiation 10-13
2. *Matnazarov A., Satimova Z.*
The Accumulation Effect of Opaque W Under Repeated Exposure to Grazing Laser
Radiation 14-19

Biological Sciences

3. *Zamanova A.*
Growth and Development of *Agave sisalana* Perrine in the Old Oil Production Zones of the
Apsheron Peninsula 20-24
4. *Bagirova S., Hasanova M., Atayeva L., Aliyeva S., Bedel-zade N.*
Analysis of the Natural and Cultural Dendroflora of the North-Western Zone
of the Greater Caucasus 25-32
5. *Tahirova E., Ahmadova N.*
Biodiversity of Benthic Ciliates of Fresh Waters of Lankaran Natural Area 33-41

Agricultural Sciences

6. *Sadigova G.*
Growth and Development Parameters Comparison of Different Breeds Calves 42-45
7. *Aslanova F.*
Agrobiological Properties of Some Native Technical Grape Varieties of Samukh District 46-51
8. *Manafova F.*
Additional Information on the Structure of the Soil Cover of Gobustan 52-56
9. *Zamanova R.*
The Role of Physiologically Active Growth Substances in Plant Life and Application of the
Nano-Gro Preparation for Fodder Beet 57-62
10. *Huseynov N., Shirinova I.*
Seeding Sowing Rates and Fertilizers Effect on the *Gossypium* Biological Development and
Yield in the Ganja-Dashkasan Economic Region 63-68
11. *Abbasov N., Agayeva M.*
Studying the Growth and Development of Hybrids Cows 69-74
12. *Hasanov M., Nasibov M.*
Causes of Infection of Birds With Colibacillosis and Pasteurellosis in Farm Enterprises and
Private Farms 75-79
13. *Hajiyeva A.*
Comparative Study of the Effectiveness of New Anthelmintic Preparations Against
Fascioliasis in Sheep 80-87
14. *Yusupova F., Abdullaeva S.*
Prospects for the Development of Dairy Farming of Dekhkan Farms in Uzbekistan 88-96

Medical Sciences

15. *Pyatin V., Maslova O., Romanchuk N.*
Alzheimer's Disease and Melatonin/Testosterone/Estrogens:
Neurophysiological and Neuroendocrinological Routing of Longevity 97-128
16. *Aliyeva K., Hajiyeva N.*
Molecular Heterogeneity of Classical and Duarte Galactosemia 129-134
17. *Aldashukurov Y., Tukhvatshin R.*
Morphological Changes in the Brain in Animals Under the Influence of Press Chamber
Hypoxia 135-140
18. *Aldashukurov Y.*
Morphological Changes in the Brain in Laboratory Rats Under Uranium Load 141-147
19. *Sultangaziyev R., Sagymbaev M., Abirov K., Togochuev A., Erkinbaev Zh., Abirova R.*
Long-term Results of Portosystemic Shunting in Portal Hypertension 148-159

20.	<i>Kachybekova L., Orozaliev S.</i> Topical Aspects of Studying the Regulatory Framework for Medical Rehabilitation in the Continuous Medical Education System in the Kyrgyz Republic	160-167
21.	<i>Ismailova U., Kulov B.</i> Treatment of Neurogenic Bladder Dysfunction in the Conditions of a Specialized Hospital	168-171
22.	<i>Subanova A.</i> Concomitant Diseases in Pregnant Women Living in High Altitude Conditions on the Background of Arterial Hypotension	172-179
23.	<i>Galkina E., Suvorov S., Khramov V., Arkhipova L., Tolstokorov S.</i> Integrated Approach in Diagnostics and Rehabilitation of Athletes	180-187
24.	<i>Moldoev M., Kalmatov R., Azamat uulu Ch., Abdullaeva Zh.</i> Antioxidant and Anti-inflammatory Cytokine Indicators Change in Patients With Calculous Cholecystitis	188-193

Technical Sciences

25.	<i>Ren Bingbing, Mindrov K.</i> Research Progress of Type P Copper (I) Oxide in the Field of Light Energy Utilization	194-215
26.	<i>Ren Bingbing, Mindrov K.</i> Progress in Research on the Technology of Obtaining Inorganic Oxide Semiconductors From Type P Copper (I) Oxide	216-231
27.	<i>Cheng Changshan, Levtshev A., Zhao Changhao, Song Mengchen, Min Xubo</i> Design of Dangerous Driving Behavior Detection System Based on STM32	232-244
28.	<i>Wang Yibo, Feng Guozeng</i> Dynamic Pricing and Energy Management of Electric Heating Integrated Energy System Based on Stackelberg Game	245-262
29.	<i>Liu Jiawei, Zhang Zongnan, Kudashev S.</i> Optimal Design of Heating Boilers	263-276
30.	<i>Xiong Qiming, Bazhanov A., Lu Jiahao, Zhang Qi, Sun Cheng, Zhou Yanyan</i> Optimization Design of Key Parameters of Solar Flat Panel Solar Collector's Own Structure Based on PYTHON	277-290
31.	<i>Li Jie, Golyanin A. A.</i> Model of a Heat Exchanger Air Heating Booster	291-301
32.	<i>Wang Yibo, Golyanin A. A.</i> Model of a Microchannel Heat Exchanger of a Supercharger for Heating Water	302-308
33.	<i>Chen Xuanyou, Golyanin A. A.</i> Design of a Heat Exchanger - a Heat Energy Accumulator With an Oscillating Coil for Heating Hot Water With a Capacity of 25 kW	309-316
34.	<i>Cheng Changshan, Golyanin A. A.</i> Designing a Cooler With Natural Cold for A 100 kW Semiconductor Power Converter	317-324
35.	<i>Zhang Ruirui, Golyanin A. A.</i> Design of a Liquid Cooler for a 100 kW Semiconductor Power Converter	325-333
36.	<i>Kang Chuanzhi, Zhang Zongnan, Kudashev S., Liu Meinan, Zhang Qianwei, Pan Jiashuang</i> Operation Optimization Strategy of Multi-microgrids Energy Sharing Based on Asymmetric Nash Bargaining	334-353
37.	<i>Kang Chuanzhi, Zhang Zongnan, Kudashev S., Liu Meinan, Zhang Qianwei, Pan Jiashuang</i> Optimal Operation of Integrated Energy Systems Based on Multi-energy Complementarity ...	354-371
38.	<i>Li Jie</i> Optimal Operation of Integrated Energy System Considering Demand Response Under Carbon Trading Mechanism	372-386
39.	<i>Xiong Qiming, Zhang Zongnan, Bazhanov A., Zhang Qi, Lu Jiahao</i> Electric Vehicle Charging Scheduling and Pricing Based on Stackelberg Game	387-402
40.	<i>Chimchikova M., Karpukhin A.</i> Effect of Mineral Fillers on Heat Resistance of Polymer Composite Materials	403-408

Economic Sciences

41. *Jumaev E., Bakirtas T.*
Impact of Uzbekistan's Development Strategy 2017-2021 on Central Asian Economic
Integration 409-415
42. *Samedov F.*
Foreign Economic Relations of Sumgait city (On the Chemical Industry. 1991-2003) 416-423
43. *Shtebner S.*
The Relationship Between Ecology and Economics 424-429

Juridical Sciences

44. *Marzabaeva B., Tashybaeva A. K., Asanakhunova Z., Babakulova R.*
Legislative Support of Gender Equality in the Kyrgyz Republic 430-437

Pedagogical Sciences

45. *Kenzheshev K.*
Methods and Techniques of Teaching Kyrgyz Literature Based on the Principles of
Ethnopedagogy in Secondary School and the Current State of Education 438-443
46. *Kenzheshev K.*
Development of Conceptual Ideas of Ethnopedagogy in Kyrgyzstan During the Years of
Independence 444-449

Historical Sciences

47. *Alymbaev Zh. Atakanova G., Shaanov T.*
Transformation of Land Ownership and Land Use in Kyrgyzstan in the 1920s 450-456
48. *Alymbaev Zh., Atakanova G., Shaanov T.*
Agricultural Reform 1921-1922 in Kyrgyzstan 457-463

Philological Sciences

49. *Zhumaeva G.*
The Prophetic Dreams Using as a Fiction Features 464-469
50. *Toktomatova A.*
Peacebuilding Through Proverbs (In the Example of the Proverbs in the Kyrgyz and Turkish
Languages) 470-475
51. *Zhumaeva G.*
Reflection of Religious and Mystical Views in the Work of Kyrgyz Folk Akyns 476-482
52. *Kabatai kzy, A.*
Color Lexemes in Clean Monday by I. A. Bunin's Story 483-489

УДК 533.951

https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/01

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СПЕКТРЫ ИОНОВ W, ОБРАЗОВАННЫЕ ПРИ ОСТРОМ И СКОЛЬЗЯЩИМ ИЗЛУЧЕНИИ ЛАЗЕРА

©*Матназаров А. Р.*, канд. физ.-мат. наук, Ургенчский государственный университет
г. Ургенч, Узбекистан, a_matnazarov@mail.ru

©*Артикова Р.*, Ургенчский государственный университет, г. Ургенч, Узбекистан

W IONS ENERGY SPECTRA OF FORMED BY SHARP AND GRAZING LASER RADIATION

©*Matnazarov A.*, Ph.D., Urgench State University, Urgench, Uzbekistan, a_matnazarov@mail.ru

©*Artikova R.*, Urgench State University, Urgench, Uzbekistan

Аннотация. В данной статье исследовали энергетические спектры ионов плазмы, построенные с использованием пакета масс-зарядовых распределений ионов с кратностью заряда от Z до Z_{\max} .

Abstract. In this article, we study the energy spectra of plasma ions constructed using a package of mass-charge distributions of ions with charge multiplicity from Z to Z_{\max} .

Ключевые слова: лазерное излучение, энергетический спектр, кратность заряда, скользящей излучения.

Keywords: laser radiation, energy spectrum, multiplicity of charge, grazing radiation.

Энергетические спектры ионов плазмы, построенные с использованием пакета масс-зарядовых распределений ионов с кратностью заряда от Z до Z_{\max} . На Рисунке 1 приведены типичные энергетические спектры ионов W, образованные при скользящем падении излучения лазера на поверхность W с $q = 10^{11}$ Вт/см².

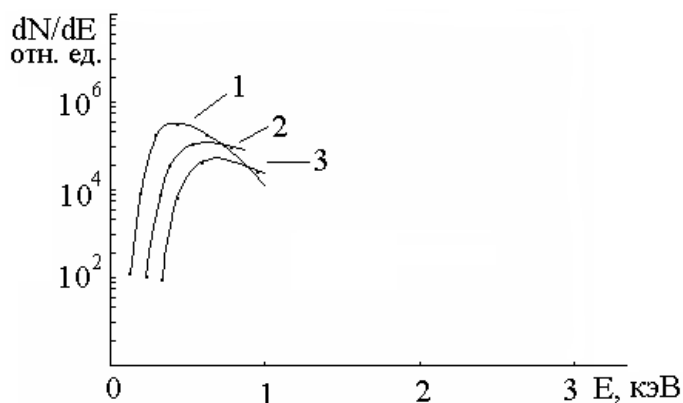


Рисунок 1. Энергетические спектры ионов W, образованные при скользящем падении излучения лазера на поверхность W с $q = 10^{11}$ Вт/см². Цифры 1–3 соответствуют кратностям заряда Z

Характерными особенностями энергетических спектров ионов с кратностью заряда $Z=1-3$ являются следующие: распределения ионов по энергиям имеют один максимум, который с ростом кратности заряда сдвигается в сторону больших энергий, а ширина энергетического спектра сужается; энергетические спектры ионов с $Z=1-3$ расположены в относительно низкоэнергетическом диапазоне ($10 \div 1000$ эВ) энергий. На Рисунке 2 приведены типичные энергетические спектры ионов W, образованные при острой ($\alpha=18^\circ$) фокусировке излучения лазера на поверхность мишени с $q = 10^{11}$ Вт/см². Отсюда видно, что энергетические спектры ионов W, полученные при $\alpha=18^\circ$ также имеют характерные особенности, которые были установлены при $\alpha=85^\circ$.

Однако, имеются отличительные стороны в энергетических распределениях ионов, наблюдаемые в зависимости от угла падения излучения лазера [1–5]. Энергетические распределения ионов с кратностью заряда от 1 до Z_{\max} зависят от угла воздействия излучения на мишень. При скольльзящем падении ($\alpha=85^\circ$) излучения диапазон энергетического распределения существенно меньше, чем при острых ($\alpha=18^\circ$) углах падения. Например, как видно из Рисунков 1, 2, энергия E_{\max} ионов W^{1+} и W^{4+} , образующихся при $\alpha=85^\circ$, не превышает 500 эВ и 1,0 кэВ соответственно, в то время как при $\alpha=18^\circ$ E_{\max} этих ионов достигает $\sim 4,0$ кэВ.

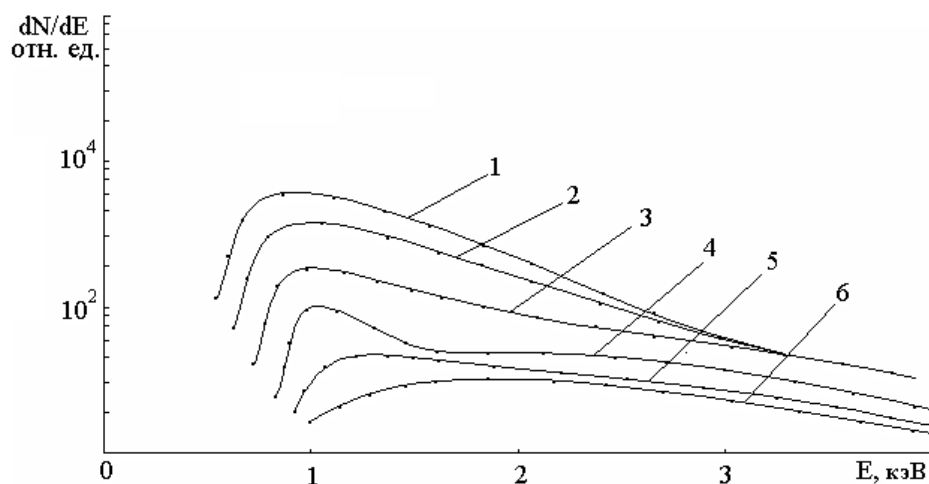


Рисунок 2. Энергетические спектры ионов W, образованные при острой ($\alpha=18^\circ$) фокусировке излучения лазера на поверхность мишени с $q = 10^{11}$ Вт/см². Цифры 1–6 соответствуют кратностям заряда Z

Из приведенных Рисунках 1 и 2 видны существенные изменения самих энергетических спектров при $\alpha=85^\circ$ спектр имеет лишь один максимум, а при малом $\alpha=18^\circ$ наблюдаются дополнительные рекомбинационные максимумы. Это свидетельствует о более высоком первоначальном зарядовом состоянии плазмы.

Наряду с энергетическими спектрами ионов W, определенный интерес представляют энергетические спектры ионов адсорбированных атомов на поверхность мишени при скольльзящем падении излучения. На Рисунке 3 приведены энергетические спектры примесных ионов, содержащихся на поверхности W, при скольльзящем падении излучения лазера с $q = 10^{11}$ Вт/см². Анализ полученных спектров дал возможность установить, что энергетические спектры примесных ионов (C^{1+} , O^{1+} , Na^{1+} , S^{1+} , K^{1+} , Co^{1+}) имеют узкий энергетический диапазон (кроме ионов S^{1+}), расположенный в области низких энергий, при чем спектры ионов имеют один максимум распределения и различаются значениями E_{\max} и максимальной

интенсивностью. Необходимо отметить, что энергетические спектры примесных двухзарядных ионов O^{2+} , S^{2+} , K^{2+} , Co^{2+} также имеют узкий энергетический спектр и расположены в низкоэнергетическом интервале. Максимальная энергия примесных ионов E_{max} , как однозарядных, так и двухзарядных, не превышает значения $\sim 1,0$ кэВ. Сравнение энергетических спектров ионов W и примесных ионов (Рисунки 1 и 3), полученных скользящим излучением лазера, с данными (Рисунок 2), полученными при острой фокусировке излучения, показало, что на энергетических спектрах цифры 1–6 соответствуют ионам C^{1+} , S^{1+} , O^{1+} , Na^{1+} , K^{1+} , Co^{1+} ионов плазмы, образованных при $\alpha=85^\circ$ отсутствует рекомбинационная часть спектра. Известно, что энергетические спектры ионов плазмы, образованные при острой фокусировке, в основном состоят из двух частей. Первая часть, когда dN/dE растет с ростом E ионов, обусловлена ионизационными процессами в плазме, и эта часть спектра образована в момент действия импульса излучения лазера.

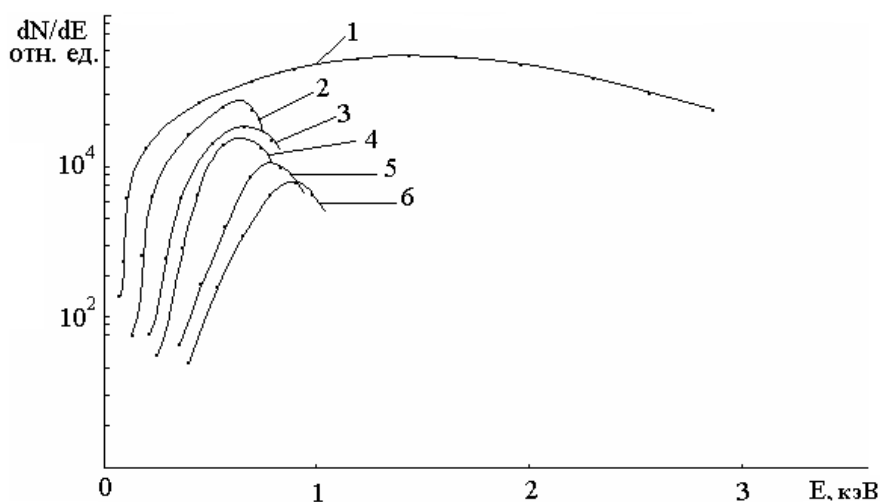


Рисунок 3. Энергетические спектры ионов примесей, содержащихся на поверхности W, образованные при скользящем падении излучения лазера с $q=10^{11}$ Вт/см²

А вторая часть, которая обусловлена рекомбинационными процессами с участием высокозарядных ионов, образуется после воздействия излучения лазера. Эти экспериментальные материалы, или еще одна особенность образования ионов при $\alpha=85^\circ$, свидетельствуют о более низком первоначальном зарядовом состоянии плазмы, образованной при скользящем падении излучения лазера на поверхность мишени. И это положение подтверждается исследованием масс-зарядового распределения ионов W при $\alpha=85^\circ$ и 18° .

Список литературы:

1. Колдунов М. Ф., Маненков А. А., Покотило И. Л. Механическое разрушение прозрачных твердых тел лазерными импульсами разной длительности // Квантовая электроника. 2002. Т. 32. №4. С. 335-340.
2. Колдунов М. Ф., Маненков А. А., Покотило И. Л. Теоретический анализ эффекта накопления в лазерном разрушении прозрачных диэлектриков при многократном облучении // Квантовая электроника. 1995. Т. 22. №7. С. 701-705.
3. Колдунов М. Ф., Маненков А. А., Покотило И. Л. Эффективность различных механизмов лазерного разрушения прозрачных твердых тел // Квантовая электроника. 2002. Т. 32. №7. С. 623-628.

4. Гуськов С. Ю., Бородзюк С., Калал М., Касперчик А., Краликова Б., Кроуски Е., Уллшмид Й. Генерация ударных волн и образование кратеров в твердом веществе при кратковременном воздействии лазерного импульса // Квантовая электроника. 2004. Т. 34. №11. С. 989-1003.

5. Бедиллов М. Р., Бейсембаева Х. Б., Давлетов И. Ю. Влияние γ -наведенных дефектов в стекле на процесс лазерного разрушения // Физика твердого тела. 2002. Т. 44. №6. С. 1048.

References:

1. Koldunov, M. F., Manenkov, A. A., & Pokotilo, I. L. (2002). Mekhanicheskoe razrushenie prozrachnykh tverdykh tel lazernymi impul'sami raznoi dlitel'nosti. *Kvantovaya elektronika*, 32(4), 335-340. (in Russian).

2. Koldunov, M. F., Manenkov, A. A., & Pokotilo, I. L. (1995). Teoreticheskii analiz effekta nakopleniya v lazernom razrushenii prozrachnykh dielektrikov pri mnogokratnom obluchenii. *Kvantovaya elektronika*, 22(7), 701-705. (in Russian).

3. Koldunov, M. F., Manenkov, A. A., & Pokotilo, I. L. (2002). Effektivnost' razlichnykh mekhanizmov lazernogo razrusheniya prozrachnykh tverdykh tel. *Kvantovaya elektronika*, 32(7), 623-628. (in Russian).

4. Guskov, S. Yu., Borodzyuk, S., Kalal, M., Kasperchik, A., Kralikova, B., Krouski, E., ... & Ullshmid, I. (2004). Generatsiya udarnykh voln i obrazovanie kraterov v tverdom veshchestve pri kratkovremennom vozdeistvii lazernogo impul'sa. *Kvantovaya elektronika*, 34(11), 989-1003. (in Russian).

5. Bedilov, M. R., Beisembaeva, Kh. B., & Davletov, I. Yu. (2002). Vliyanie γ -navedennykh defektov v stekle na protsess lazernogo razrusheniya. *Fizika tverdogo tela*, 44(6), 1048. (in Russian).

*Работа поступила
в редакцию 17.06.2022 г.*

*Принята к публикации
21.06.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Матназаров А. Р., Артикова Р. Энергетические спектры ионов W, образованные при остром и скользящим излучении лазера // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 10-13. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/01>

Cite as (APA):

Matnazarov, A., & Artikova, R. (2022). W Ions Energy Spectra Formed by Sharp and Grazing Laser Radiation. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 10-13. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/01>

УДК 533.951

https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/02

ЭФФЕКТ «НАКОПЛЕНИЯ» В НЕПРОЗРАЧНОМ W ПРИ МНОГОКРАТНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ СКОЛЬЗЯЩИМ ИЗЛУЧЕНИЕМ ЛАЗЕРА

©*Матназаров А. Р.*, канд. физ.-мат. наук, Ургенчский государственный университет
г. Ургенч, Узбекистан, a_matnazarov@mail.ru

©*Сатимова З.*, Ургенчский государственный университет, г. Ургенч, Узбекистан

THE ACCUMULATION EFFECT IN OPAQUE W UNDER REPEATED EXPOSURE TO GRAZING LASER RADIATION

©*Matnazarov A.*, Ph.D., Urgench State University, Urgench, Uzbekistan, a_matnazarov@mail.ru
©*Satimova Z.*, Urgench State University, Urgench, Uzbekistan

Аннотация. Лазерная прочность многих материалов в режиме многоимпульсного облучения обычно значительно ниже их лазерной прочности при одноимпульсном облучении. Эффект «накопления» уменьшает примесный состав и массу испаренного вещества с поверхности твердого тела и увеличивает лазерную стойкость твердого тела, максимальную кратность заряда ионов W в допороговой и сверхпороговой области плотности мощности лазера, не требуя дополнительной энергии излучения лазера.

Abstract. The laser strength of many materials under multipulse irradiation is usually significantly lower than their laser strength under single-pulse irradiation. The ‘accumulation’ effect reduces the impurity composition and mass of the evaporated substance from the surface of the solid and increases the laser resistance of the solid, the maximum ion charge ratio W in the subthreshold and above the threshold region of the laser power density, without requiring additional laser radiation energy.

Ключевые слова: лазерное излучение, ионизация, плотность плазмы, эффект накопления, фотоионизация, кратность заряда.

Keywords: laser radiation, ionization, plasma density, accumulation effect, photoionization, charge multiplicity.

Лазерная прочность многих материалов в режиме многоимпульсного облучения обычно значительно ниже их лазерной прочности при одноимпульсном облучении. Такое снижение стойкости к настоящему времени обнаружено в оптических материалах различных типов: в силикатных стеклах, кристаллах и полимерах. Физические причины снижения лазерной прочности в режиме многократного облучения могут быть связаны как с вероятностной природой разрушения, так и с накоплением необратимых изменений в материале под действием излучения. Последнее, как в настоящее время установлено экспериментально, является типичной причиной снижения лазерной прочности большинства оптических материалов. Установлено также, что процессы накопления необратимых изменений связаны с поглощающими включениями и дефектами материалов [1].

Анализ литературных данных показал, что наиболее эффективным механизмом моноимпульсного разрушения в оптических материалах, содержащих поглощающие

включения, является тепловой взрыв включения, обусловленный фотоионизацией окружающей матрицы оптического материала ультрафиолетовым излучением нагретого включения [1-5]. Пороговая интенсивность лазерного излучения инициирования теплового взрыва определяется выражением:

$$q_{ph} = 4\pi \cdot R \cdot \chi_r \left[\frac{d\sigma(T, R)}{dT} \right]_{T=T_{ph}}^{-1},$$

где T_{ph} — пороговая температура инициирования теплового взрыва; χ_r — теплопроводность диэлектрика, R — радиус включения; $\sigma(T, R)$ — сечение поглощения, включения с учетом фотоионизации диэлектрика ультрафиолетовым излучением нагретого включения; T_{ph} — температура, при которой фотоионизация окружающей матрицы тепловым излучением, является доминирующим источником нарастания поглощения в диэлектрике. Отметим, что при $T < T_{ph}$ фотоионизации недостаточно для катастрофического роста поглощения и разрушения диэлектрика за один импульс [3]. Но при этом могут происходить необратимые изменения, обусловленные динамическими остаточными термоупругими напряжениями. В поле этих напряжений могут, в частности, рождаться различные точечные дефекты, способные поглощать лазерное излучение. При многократном лазерном воздействии будет происходить необратимое накопление поглощающих и, следовательно, рост области поглощения в окрестности поглощающего включения от импульса к импульсу.

Необходимо отметить, что в данных работах особое место занимает роль сильно и слабо поглощающих включений в процессе накопления, однако, на них не будем останавливаться [2, 5].

Таким образом, анализ эффекта накопления в лазерном разрушении, инициированном поглощающим включением, позволит заключить, что экспериментальные данные хорошо описываются простой феноменологической моделью, основанной на зависимости скорости протекания процессов накопления от температуры. Эта модель дает возможность определить критическую интенсивность лазерного излучения, превышение которой приводит к инициированию необратимых изменений в диэлектрике, критическое число импульсов, приводящих к разрушению, и зависимость последнего от интенсивности падающего излучения.

Эффект «накопления» в непрозрачном W при многократном воздействии скольльзящим излучением лазера. Экспериментально получены данные об эффекте «накопления», а также о влиянии эффекта «накопления» на процесс лазерного разрушения W мишени и образования многозарядных ионов при многократном облучении. При этом эффект «накопления» имеет место как в допороговой ($q=10^8-10^9$ Вт/см²), так и в сверхпороговой ($q>10^{10}$ Вт/см²) областях плотности мощности излучения лазера, а также зависит от угла падения ($\alpha=18^0-85^0$) излучения лазера на поверхность мишени.

Влияние эффекта «накопления» на лазерное разрушение и образование многозарядных ионов в допороговой и сверхпороговой областях плотности мощности излучения лазера более отчетливо проявляется при скольльзящем ($\alpha=85^0$) падении излучения лазера на поверхность твердого тела. В допороговой ($q=5 \cdot 10^8$ Вт/см²) области, независимо от угла падения излучения лазера, эффект «накопления» проявляется с пятого выстрела (с первого по четвертый выстрел лазера ионные сигналы не зарегистрированы) излучения лазера, т.е. на ионизационном составе наблюдается однозарядный W^{1+} ионный пик слабой интенсивности. С ростом количества

выстрелов, например до десяти, W^{1+} пик сохраняется и растет их интенсивность. Следовательно, благодаря эффекту «накопления», с появлением на ионизационном составе ионов W^{1+} плазмы при многократном облучении на поверхности W-мишени наблюдается лазерное разрушение размерами: длина 5 мм, ширина 0,5 мм.

В сверхпороговой области ($q > 10^{10}$ Вт/см²) эффект «накопления» сильно зависит от угла падения излучения лазера на поверхность мишени. Из-за эффекта «накопления» при многократном облучении мишени скольльзящим ($\alpha=85^\circ$) излучением лазера с $q=5 \cdot 10^{11}$ Вт/см² увеличивается максимальная кратность заряда ионов W с $Z_{\max}=3$ до $Z_{\max}=4$. Характерно то, что при последовательном воздействии импульсов излучения лазера на одно и то же место W-мишень под углом $\alpha=85^\circ$ уменьшается как число, так и интенсивность ионных сигналов элементов-примесей. Одновременно возрастают амплитуда сигналов ионов W и кратность его заряда. Например, после первого импульса лазера в ионизационном составе регистрируются спектры ионов примесных элементов O^{1+} , O^{2+} , C^{1+} , N^{1+} , Na^{1+} , K^{1+} , K^{2+} , S^{1+} , Co^{1+} , Co^{2+} , Co^{3+} , а максимальная кратность заряда ионов W не превышает $Z_{\max}=3$. После третьего импульса Z_{\max} ионов W доходит до 4, а из примесных элементов регистрируются лишь ионы C и O. При этом размеры (длина и ширина) лазерного разрушения на поверхности W остаются такими же, как и в допороговой области, однако глубина кратера заметно увеличивается. Необходимо отметить, что в сверхпороговой области при многократном облучении W-мишени излучением лазера, когда угол падения луча равен $\alpha=18^\circ$, роль эффекта «накопления» в формировании масс-зарядового спектра ионов W не обнаружена. При этом на протяжении десяти импульсов масс-зарядовый состав спектра ионов W практически идентичен, т.е. максимальная кратность заряда ионов W $Z_{\max}=6$ и примесный состав C^{1+} , O^{1+} сохраняются. Следовательно, после многократного облучения на поверхности W-мишени образуется локальное разрушение-лунка с диаметром 33 мм при условиях $\alpha=18^\circ$ и $q = 5 \cdot 10^{11}$ Вт/см². Анализ морфологии лазерного разрушения показал, что по кругу основной лунки четко выражен рельеф с впадинами и выпуклостями. Края основной лунки несколько возвышаются над плоскостью мишени, что вызвано выбросом металла из лунки и его осаждением на её краях. На основе полученных ионизационных составах спектров ионов W и примесей в допороговой и сверхпороговой областях плотности мощности излучения лазера построены их энергетические спектры.

Энергетический спектр ионов W^{1+} , образованный в допороговой области благодаря эффекту «накопления», имеет довольно узкий диапазон (50–500 эВ) с одним максимумом распределения. В сверхпороговой области энергетические спектры ионов W и примесей существенно зависят от угла падения излучения на мишень. При скольльзящем ($\alpha=85^\circ$) падении излучения лазера, диапазон энергетического распределения значительно меньше, чем при острых ($\alpha=18^\circ$) углах падения. Например, энергия E_{\max} ионов W^{1+} и W^{4+} , образующихся при $\alpha=85^\circ$, не превышает 500 эВ и 1,0 кэВ, соответственно, в то время как при $\alpha=18^\circ$ энергия E_{\max} этих ионов (W^{1+} - W^{6+}) достигает ~ 4,0 кэВ. Наряду с энергетическими спектрами ионов W определенный интерес представляют энергетические спектры ионов примесей на поверхности мишени при углах падения излучения лазера $\alpha=85^\circ$. Анализ полученных спектров дал возможность установить, что спектры примесных ионов (O^{1+} , Na^{1+} , S^{1+} , K^{1+} , Co^{1+}) имеют узкий энергетический диапазон (кроме ионов C^{1+}) и расположены в области низких энергий, причем спектры ионов с одним максимумом распределения различаются значениями E_{\max} , а также максимальной интенсивностью. Отметим, что энергетические спектры примесных двухзарядных ионов O^{2+} , K^{2+} , Co^{2+} и трехзарядного иона Co^{3+} также имеют узкий энергетический диапазон и расположены в низкоэнергетической области.

Максимальные энергии примесных ионов E_{\max} , как однозарядных, так и двухзарядных, не превышают значения – 1,0 кэВ.

Теперь остановимся на интерпретации полученных результатов. В начале о зависимости эффекта «накопления» от угла падения излучения лазера на поверхность мишени. Когда излучение лазера сфокусировано на поверхности мишени под острым углом ($\alpha=18^\circ$), то при сверхпороговой области ($q>10^{10}$ Вт/см²) и длительности излучения 10^{-8} с слой материала мишени в течение очень малого времени получает энергию, намного превышающую теплоту испарения исследуемого материала. Образованный перегретый слой действует на основу мишени подобно взрывчатому веществу. В глубину мишени со скоростью $V<10^8$ см/с распространяется ударная волна, приводящая к испарению материала (волна разгрузки). Увеличение температуры пара приводит к его ионизации и быстрому росту коэффициента поглощения. В результате происходит экранирование поверхности мишени от излучения лазера, и при этом внутренняя энергия образующейся плазмы возрастает. На образование слоя плазмы затрачивается очень мало времени, и поэтому весь ход процесса управляется в основном взаимодействием излучения лазера с плазмой. Это явление также экспериментально подтверждается тем, что с ростом плотности мощности и числа импульсов излучения лазера величина испаренной массы оставалась практически неизменной. Следовательно, благодаря этому «экранированию» поверхности мишени плазмы от излучения лазера эффект «накопления» в сверхпороговой области не обнаружен.

При скользящем ($\alpha=85^\circ$) падении излучения лазера на поверхность W как в допороговой, так и в сверхпороговой областях q лазера наблюдается роль эффекта «накопления» в образовании многозарядных ионов W и примесей. Также экспериментально установлено, что с ростом плотности мощности излучения лазера из-за отсутствия эффекта «экранирования» поверхности мишени плазмой от излучения лазера, величина испаренной массы с поверхности W увеличивается. Кроме того, многократное облучение мишени импульсами лазера приводило к образованию дополнительных W^{1+} ионов в допороговой области, а в сверхпороговой области к образованию ионов W^{4+} к уменьшению примесных ионов от O^{1+} , Na^{1+} , C^{1+} , N^{1+} , S^{1+} , K^{1+} , Co^{1+} , O^{2+} , K^{2+} , Co^{2+} , Co^{3+} до C^{1+} , C^{2+} , O^{1+} , а также к необратимым изменениям мишени в области лазерного воздействия (разрушения).

Анализ результатов, полученных микроскопическими и масс-спектрометрическими методами, а также на основе результатов работ, при воздействии излучения лазера с оптически прозрачными (силикатное стекло) и оптически не прозрачными (металлами) твердыми телами показал, что при многократном облучении мощным излучением лазера обоих материалов наблюдается явление эффекта «накопления».

Эффект «накопления» в зависимости от природы твердого тела имеет общие и отличительные стороны. Общие стороны эффекта «накопления» конкретно проявляются, в частности, в следующих характеристиках: наблюдается необратимое разрушение твердого тела лучем лазера; разрушение имеет пороговый характер; изменяется лучевая стойкость, объем и количество испаряемого вещества. Отличительные стороны эффекта «накопления» включают в себя: в случае оптического материала с увеличением количества импульсов лазера (на одно и то же место мишени) увеличивается объем разрушения и количество испаряемого вещества, уменьшается порог разрушения, лучевая стойкость и ионизационный состав плазмы, разрушение по характеру переходит от поверхностного к объемному.

А в случае металла W (оптически непрозрачного) уменьшается объем разрушения, количество испаряемого вещества и количество ионизационного состава примесей, увеличивается порог разрушения, лучевая стойкость (из-за лучевой и тепловой закалки

вещества) и максимальная кратность заряда материала мишени, а разрушение по характеру переходит от объемного к поверхностному. Исходя из полученных данных, когда в качестве материала служит металл, эффект «накопления» можно назвать эффектом «закалки» твердого тела при многократном облучении излучением лазера, т.е. в зоне действия излучения лазера вещество закаливается лучем и теплом с ростом количества импульсов лазера. Следовательно, благодаря эффекту «накопления» при многократном облучении W -мишени излучением лазера, происходит уменьшение объема и количества испаряемого вещества, которое приводит к росту плотности и температуры ионизованного вещества. В конечном итоге, эти процессы, протекающие за счет эффекта «накопления», увеличивают ионизационный состав W (т.е. приводят к росту Z_{\max} ионов W).

В заключении отметим, что эффект «накопления» уменьшает примесный состав и массу испаренного вещества с поверхности твердого тела и увеличивает лазерную стойкость твердого тела, максимальную кратность заряда ионов W в допороговой и сверхпороговой области плотности мощности лазера, не требуя дополнительной энергии излучения лазера.

Список литературы:

1. Колдунов М. Ф., Маненков А. А., Покотило И. Л. Механическое разрушение прозрачных твердых тел лазерными импульсами разной длительности // Квантовая электроника. 2002. Т. 32. №4. С. 335–340.
2. Колдунов М. Ф., Маненков А. А., Покотило И. Л. Теоретический анализ эффекта накопления в лазерном разрушении прозрачных диэлектриков при многократном облучении // Квантовая электроника. 1995. Т. 22. №7. С. 701–705.
3. Колдунов М. Ф., Маненков А. А., Покотило И. Л. Эффективность различных механизмов лазерного разрушения прозрачных твердых тел // Квантовая электроника. 2002. Т. 32. №7. С. 623–628.
4. Гуськов С. Ю., Бородзюк С., Калал М., Касперчик А., Краликова Б., Кроуски Е., Уллшмид Й. Генерация ударных волн и образование кратеров в твердом веществе при кратковременном воздействии лазерного импульса // Квантовая электроника. 2004. Т. 34. №11. С. 989–1003.
5. Бедиллов М. Р., Бейсембаева Х. Б., Давлетов И. Ю. Влияние γ -наведенных дефектов в стекле на процесс лазерного разрушения // Физика твердого тела. 2002. Т. 44. №6. С. 1048.

References:

1. Koldunov, M. F., Manenkov, A. A., & Pokotilo, I. L. (2002). Mekhanicheskoe razrushenie prozrachnykh tverdykh tel lazernymi impul'sami raznoi dlitel'nosti. *Kvantovaya elektronika*, 32(4), 335-340. (in Russian).
2. Koldunov, M. F., Manenkov, A. A., & Pokotilo, I. L. (1995). Teoreticheskii analiz effekta nakopleniya v lazernom razrushenii prozrachnykh dielektrikov pri mnogokratnom obluchenii. *Kvantovaya elektronika*, 22(7), 701-705. (in Russian).
3. Koldunov, M. F., Manenkov, A. A., & Pokotilo, I. L. (2002). Effektivnost' razlichnykh mekhanizmov lazernogo razrusheniya prozrachnykh tverdykh tel. *Kvantovaya elektronika*, 32(7), 623-628. (in Russian).
4. Guskov, S. Yu., Borodzyuk, S., Kalal, M., Kasperchik, A., Kralikova, B., Krouschi, E., ... & Ullshmid, I. (2004). Generatsiya udarnykh voln i obrazovanie kraterov v tverdom veshchestve pri kratkovremennom vozdeistvii lazernogo impul'sa. *Kvantovaya elektronika*, 34(11), 989-1003. (in Russian).

5. Bedilov, M. R., Beisembaeva, Kh. B., & Davletov, I. Yu. (2002). Vliyanie γ -navedennykh defektov v stekle na protsess lazernogo razrusheniya. *Fizika tverdogo tela*, 44(6), 1048. (in Russian).

Работа поступила
в редакцию 17.06.2022 г.

Принята к публикации
21.06.2022 г.

Ссылка для цитирования:

Матназаров А. Р., Сатимова З. Эффект «накопления» в непрозрачном W при многократном воздействии скользящим излучением лазера // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 14-19. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/02>

Cite as (APA):

Matnazarov, A., & Satimova, Z. (2022). The Accumulation Effect in Opaque W Under Repeated Exposure to Grazing Laser Radiation. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 14-19. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/02>

УДК 582.573.11
AGRIS F40

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/03>

**РОСТ И РАЗВИТИЕ *Agave sisalana* Perrine НА СТАРЫХ
НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫХ ЗОНАХ АПСШЕРОНСКОГО ПОЛУОСТРОВА**

©**Заманова А. П.**, канд. с.-х. наук, Институт почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана,
г. Баку, Азербайджан, zamanovaazada@mail.ru

**GROWTH AND DEVELOPMENT OF *Agave sisalana* Perrine
IN THE OLD OIL PRODUCTION ZONES OF THE APSHERON PENINSULA**

©**Zamanova A.**, Ph.D., Institute of Soil Science and Agrochemistry of Azerbaijan NAS,
Baku, Azerbaijan, zamanovaazada@mail.ru

Аннотация. Боковые побеги растения агава (*Agave sisalana* Perrine) были посажены на экспериментальной площадке на выбранном участке старой нефтепромысловой зоны в поселке Кала. Контрольные побеги для сравнительного анализа одновременно были посажены в экологически чистой территории Института дендрологии НАН Азербайджана. Выбор агавы на старых нефтепромысловых зонах был обусловлен следующими особенностями: растение комфортно чувствует себя в пустынных, засушливых районах; имеет мощную корневую систему и способность доставать влагу практически из любых источников (дождь, роса, конденсат); агавы очень живучее растение и в отличие от большинства декоративных видов хорошо приспособлена к стрессу; за агавой не требуется особого ухода, она отлично развивается без постоянного контроля; хорошее освещение является одним из важнейших факторов для роста. Агава лучше всего растет под яркими прямыми лучами; прекрасно развивается самостоятельно; стойкое растение к болезням и вредителям. Из болезней самым страшным считается грибок, которое возникает при неправильном поливе. Через 5 месяцев после посадки был проведен сравнительный анализ на предмет роста и развития между побегами растения агавы в контрольном и экспериментальном варианте. Средний максимальной рост посаженных побегов на экспериментальной площадке составил 72% от среднего максимального роста в контрольном варианте. А зеленая масса экспериментального варианта (масса, набранная в процессе вегетативного развития) составила 64% от контрольного варианта. Отмечено отставание в росте и развитии побегов *Agave sisalana*, посаженных на старых нефтепромысловых зонах.

Abstract. Lateral shoots of the Agave plant (*Agave sisalana* Perrine) were planted in the experimental site selected at the old oil fields in the village of Kala. Control shoots for comparative analysis were simultaneously planted in the ecologically clean territory of the Institute of Dendrology of Azerbaijan NAS. The choice of the Agave plant in the old oil fields of the Apsheron Peninsula is due to the following considerations: the plant feels comfortable in desert, arid areas; agaves as a plant can differ significantly from each other, but almost all species have a powerful root system and the ability to get moisture from almost any source (rain, dew, condensate); agave is a very tenacious plant and, unlike most ornamental species, is well adapted to stress; Agave does not require special care, it develops well without constant monitoring; –good lighting is one of the most important

factors for growth. Agave grows best under bright direct rays; agave does not need abundant watering; the plant does not really need to be fed; it develops perfectly on its own; agave is considered a resistant plant to diseases and pests. Of the diseases, the most terrible is the fungus, which occurs when improper watering; 5 months after planting, a comparative analysis was carried out for growth and development between the shoots of the Agave plant in the control and experimental variant. The results of the comparative analysis showed that the average maximum growth of planted shoots on the experimental site was 72% of the average maximum growth in the control variant. And the green mass in the experimental variant (the mass gained in the process of vegetative development) was 64% of the green mass in the control variant. Noticeable inhibition in the growth and development of shoots of the Agave plant (*Agave sisalana*) planted in old oil fields.

Ключевые слова: боковые побеги, старые нефтепромысловые зоны, рост и развития, зеленная масса, метод фиторемедиации, стойкая растение.

Keywords: lateral shoots, old oil fields, growth and development, green mass, phytoremediation method, resistant plant.

Введение

Для проведения эксперимента была выбрана старая нефтепромысловая зона на территории поселка Кала Апшеронского полуострова Азербайджана. Для Апшеронского полуострова характерен сухой климат, умеренно теплых полупустынь и сухих степей. Суммарная солнечная радиация составляет 130–150 ккал/см² за год. Основная часть суммарной радиации (86–90 ккал/см²) поступает в течение теплого полугодия. Среднегодовая температура воздуха составляет 13,5–13,7 °С.

При старой технологии нефтедобычи поверхность почвы одновременно с нефтяными отходами была загрязнена и с помощью пластовых вод, содержащей в своем составе достаточное количества тяжелых металлов (при современной технологии нефтедобычи пластовые воды обратно вкачивается в скважину и верхние слои почвы не загрязняется пластовыми водами). Под воздействием солнечного излучения, ветряной деградации и высокого градиента перепада температур в многолетнем периоде нефтяные загрязнители находящиеся в верхнем слое почвы постепенно высыхали и приобретали формы зернообразных конфигураций или же характер нефтяного загрязнения постепенно переходил от гомогенной формы к гетерогенной. Образовалось некое свободное пространства между зернистыми нефтяными загрязнителями на верхнем слое почвы и корни растения не имели возможности развиваться в рамках указанных свободных пространств.

Из вышеизложенного можно делать следующие выводы. На старых нефтепромысловых зонах Апшеронского полуострова в верхнем слое почвы в основном участвует два типа загрязнителей: нефтяные загрязнители в гетерогенной форме и тяжелые металлы в гомогенной форме, которая практически равномерно распределена в почвенном континууме верхнего слоя. Очевидно, тот факт, что, внутри зернистых нефтяных загрязнителей тоже присутствуют тяжелые металлы, но контакт корневой системы с ними крайне затруднителен. Если такой контакт будет — это будет носить второстепенный характер. Проблема рекультивации почв старых нефтепромысловых зон Апшеронского полуострова на данный момент считается крайне важной задачей по восстановлению экологического равновесия Апшеронского полуострова, поскольку площадь таких зон составляет несколько тысячи гектаров.

Материал и методика

Одним из возможных, экологически чистых, в экономическом плане очень дешево реализуемых способов для восстановления и реабилитации таких почв, является метод фиторемедиации с применением ряда декоративных растений, имеющих определенную стойкость к засухе и к специфическим загрязнителям. Объект исследования — процесс роста и развития агавы сизалевой (*Agave sisalana* Perrine) на старых нефтепромысловых зонах Апшеронского полуострова.

Сизаль или агавы сизалева — растение семейства Агавовые, вид рода Агава. Широко культивируется во многих тропических и субтропических регионах мира для приобретения грубого волокна, получаемого из листьев. Растение происходит, предположительно, из Южной Мексики (полуостров Юкатан). В настоящее время культивируется в Мексике, на Антильских и Багамских островах, в Южной Америке (в основном в Бразилии), в Индии, Индокитае, Малайзии, Индонезии, на Филиппинах, Тропической Африке (Кения, Танзания), Новой Гвинее, Австралии, на Гавайских островах, на юге Средней Азии, на Мадагаскаре и на островах Фиджи [1].

В Азербайджане агаву используют как декоративное растение. Агава хорошо интродуцируется [2].

Использовались 10 растений агавы, боковые побеги которых были взяты из экологической чистой зоны (Дендрологический парк Института дендрологии Национальной академии наук Азербайджана). Расстояние между Дендрологическим парком и территорией опытного участка (поселок Кала), где проводились эксперименты — 15 км, т. е. идентичность климатических условий была обеспечена. 10 контрольных боковых побегов агавы были посажены в территории дендрологического парка в поселке Мардакан и 10 боковых побегов посажены на экспериментальном поле. Посадка боковых побегов в обоих вариантах была одинаково [3]. Все 10 побегов размещались — в центре квадрата размером 50×50 см. Для каждого выбранного побега площадь посадки составляет $0,5 \times 0,5 \text{ м} = 0,25 \text{ м}^2$, а общая площадь составила $0,5 \times 5 \text{ м} = 2,5 \text{ м}^2$.

Результаты и их обсуждение

Через 5 месяцев после посадки был проведен анализ роста и развития растений, посаженных на контрольном и экспериментальном участках. Результат сравнительного анализа показал, что усредненная максимальная высота в экспериментальном варианте (старая нефтепромысловая зона в поселке Кала) составила 72% от усредненной максимальной высоты в контрольном варианте (территория парка при институте дендрологии национальной академии наук Азербайджана).

Анализ по весу биомассы случайно выбранных двух растений из контрольной и из экспериментальной площадки показал, что вес в экспериментальном варианте составила 64% от веса контрольного варианта.

Известно, что при влиянии тяжелых металлов уменьшается водный потенциал растений, в том числе осмотический потенциал, что рассматривается как элемент адаптивной стратегии растений [4].

Тяжелые металлы замедляют скорость транспирации, происходит уменьшение числа устьиц и их размеров [5].

При присутствии тяжелых металлов обводненность клеток и тканей уменьшается в гораздо меньшей степени. Это связано с увеличением устричного сопротивления или снижением транспирации, таким образом металлы вызывают у растений изменения,

происходящие на разных уровнях: организменном, тканевом, клеточном, субклеточном и молекулярном [6].

Степень ингибирования тяжелыми металлами физиологических процессов в большой степени определяется концентрацией металла в окружающей среде, а также зависит от его токсичности, продолжительности действия и чувствительности вида (сорта, генотипа). Надо отметить, что, при невысоких концентрациях тяжелых металлов, наблюдаемые в растениях изменения не нарушают основные физиологические процессы и их согласованности.

Вывод

Несмотря на относительно высокий уровень замедления роста и развития, агава пригодна для использования в процессе фиторемедиации загрязненных почв на старых нефтепромысловых зонах Апшеронского полуострова характерными высоким уровнем заселенности и засушливости.

Работа выполнена в рамках проекта финансируемым Фондом науки Азербайджанской государственной нефтяной компании (SOCAR), договор №009 НАН Азербайджана

Список литературы

1. Муравьева Д. А., Гаммерман А. Ф. Тропические и субтропические лекарственные растения. М.: Медицина, 1974. 231 с.
2. Заманова А. П. Влияние растения агавы на концентрации тяжелых металлов почвы на Апшеронском полуострове // Развитие и внедрение современных наукоемких технологий для модернизации агропромышленного комплекса: материалы международной научно-практической конференции. Курган, 2020. С. 148-152.
3. Zamanova A. Treatment of Contaminated Areas through *Opuntia vulgaris* Mill // The 3rd international Symposium on Eurasian Biodiversity-SEAB. 2017.
4. Казнина Н. М., Титов А. Ф., Лайдинен Г. Ф., Батова Ю. В. Влияние кадмия на водный обмен растений ячменя // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. 2011. №3. С. 57-61.
5. Титов А. Ф., Талантова В. В., Казнина Н. М., Лайдинен Г. Ф. Устойчивость растений к тяжелым металлам. Петрозаводск. 172 с.
6. Казнина Н. М., Титов А. Ф., Батова Ю. В., Лайдинен Г. Ф. Устойчивость растений *Setaria viridis* (L.) Beauv. к воздействию кадмия // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. 2014. №5. С. 474-474.

References:

1. Muraveva, D. A., & Gammerman, A. F. (1974). Tropicheskie i subtropicheskie lekarstvennye rasteniya. Moscow.
2. Zamanova, A. P. (2020). Vliyanie rastenie Agava na kontsentratsii tyazhelykh metallov pochvy na Apsheronском poluostrove. *Razvitie i vnedrenie sovremennykh naukoemkikh tekhnologii dlya modernizatsii agropromyshlennogo kompleksa: Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Kurgan, 148-152.*
3. Zamanova, A. (2017). Treatment of Contaminated Areas through *Opuntia vulgaris* Mill.
4. Kaznina, N. M., Titov, A. F., Laidinen, G. F., & Batova, Yu. V. (2011). Vliyanie kadmiya na vodnyi obmen rastenii yachmenya. *Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk, (3), 57-61.*

5. Titov, A. F., Talantova, V. V., Kaznina, N. M., & Laidinen, G. F. Ustoichivost' rastenii k tyazhelym metallam. Petrozavodsk. (in Russian).

6. Kaznina, N. M., Titov, A. F., Batova, Yu. V., & Laidinen, G. F. (2014). Ustoichivost' rastenii *Setaria viridis* (L.) Beauv. k vozdeistviyu kadmiya. *Izvestiya Rossiiskoi akademii nauk. Seriya biologicheskaya*, (5), 474-474. (in Russian).

Работа поступила
в редакцию 20.06.2022 г.

Принята к публикации
25.06.2022 г.

Ссылка для цитирования:

Заманова А. П. Рост и развитие *Agave sisalana* Perrine на старых нефтепромысловых землях Апшеронского полуострова // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 20-24. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/03>

Cite as (APA):

Zamanova, A. (2022). Growth and Development of *Agave sisalana* Perrine in the Old Oil Production Zones of the Apsheron Peninsula. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 20-24. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/03>

UDC 58.009
AGRIS F40

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/04>

ANALYSIS OF THE NATURAL AND CULTURAL DENDROFLORA OF THE NORTH-WESTERN ZONE OF THE GREATER CAUCASUS

- ©*Bagirova S., Ph.D., Institute of Dendrology of Azerbaijan NAS,
Baku, Azerbaijan, samira.baqirova.2013@mail.ru*
- ©*Hasanova M., Ph.D., Institute of Dendrology of Azerbaijan NAS,
Baku, Azerbaijan, hesanova.minare@mail.ru*
- ©*Atayeva L., Institute of Dendrology of Azerbaijan NAS,
Baku, Azerbaijan, atayeva-2019@mail.ru*
- ©*Aliyeva S., Institute of Dendrology of Azerbaijan NAS,
Baku, Azerbaijan, aliyevasaadat@mail.ru*
- ©*Bedel-zade N., Institute of Dendrology of Azerbaijan NAS,
Baku, Azerbaijan, nigarbadalzade@mail.ru*

АНАЛИЗ ПРИРОДНОЙ И КУЛЬТУРНОЙ ДЕНДРОФЛОРЫ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЗОНЫ БОЛЬШОГО КАВКАЗА

- ©*Багирова С. Б., канд. биол. наук, Институт дендрологии НАН Азербайджана,
г. Баку, Азербайджан, samira.baqirova.2013@mail.ru*
- ©*Гасанова М. Ю., канд. биол. наук, Институт дендрологии НАН Азербайджана,
г. Баку, Азербайджан, hesanova.minare@mail.ru*
- ©*Атаева Л. А., Институт дендрологии НАН Азербайджана,
г. Баку, Азербайджан, atayeva-2019@mail.ru*
- ©*Алиева С. А., Институт дендрологии НАН Азербайджана,
г. Баку, Азербайджан, aliyevasaadat@mail.ru*
- ©*Бедель-заде Н. У., Институт дендрологии НАН Азербайджана,
г. Баку, Азербайджан, nigarbadalzade@mail.ru*

Abstract. The role of specially protected natural monuments in the conservation of biological diversity is irreplaceable. Many reserves have been established in order to expand the network of specially protected natural areas of the Republic of Azerbaijan, to preserve biodiversity, and to use natural resources efficiently. Along with the State Nature Reserves, new parks and gardens have recently been built, with Eldar pine, acacia, alder, beech, etc. in the natural flora. Along with plants, trees and shrubs of the world flora (new species of catalpa, juniper, pine, cypress, etc.) were widely used. The research revealed that 81 species of natural flora and 36 species of alien flora were used in landscaping. Among the plants belonging to the alien flora, lilac catalpa, Kokatan tecoma, Japanese daisy, evergreen cypress plays a dominant role in the cultural flora on landscaping. The most commonly used species of local flora are oak, juniper, white acacia, sycamore, maple, hornbeam, ash, linden. The cultural dendroflora of Zagatala-Balakan region is represented by 44 taxa and 117 species of trees and shrubs of 91 genera; including 4 families, 7 genera and 16 species of gymnosperms; according to their life-stages: 42 species of trees, 51 species of shrubs, 5 species of lianas, 13 species of ornamental flowers, 1 species of cover plants; There are 80 species of natural flora and 37 species of alien flora.

Аннотация. Роль особо охраняемых природных памятников в сохранении биологического разнообразия незаменима. Многие заповедники созданы для расширения сети

особо охраняемых природных территорий Азербайджанской Республики, сохранения биоразнообразия и эффективного использования природных ресурсов. Наряду с государственными природными заповедниками в последнее время создаются новые парки и сады, в природной флоре которых эльдарская сосна, акация, ольха, бук и др. Так же используются деревья и кустарники мировой флоры (новые виды катальпы, можжевельника, сосны, кипариса и др.). В ходе исследований установлено, что в озеленении использован 81 вид природной и 36 видов чужеродной флоры. Среди растений, принадлежащих к чужеродной флоре, доминирующую роль в культурной флоре при озеленении играют катальпа сиреневая, текома кокатанская, маргаритка японская, кипарисовик вечнозеленый. Наиболее часто используемые виды местной флоры: дуб, можжевельник, белая акация, платан, клен, граб, ясень, липа. Культурная дендрофлора Закатало-Балаканского района представлена 44 таксонами и 117 видами деревьев и кустарников 91 рода; в том числе 4 семейства, 7 родов и 16 видов голосеменных растений; по жизненным формам: 42 вида деревьев, 51 вид кустарников, 5 видов лиан, 13 видов декоративных цветов, 1 вид почвопокровных растений; насчитывается 80 видов природной и 37 видов чужеродной флоры.

Keywords: biodiversity, nature reserves, relict species, endemic plants, cover plants, gymnosperms, life-stages.

Ключевые слова: биоразнообразие, природоохранные территории, реликтовый вид, эндемичные растения, почвопокровные растения, голосеменные, жизненные формы.

Introduction

The main purpose of our research is to study and compare the taxonomic composition of newly built parks and gardens, green areas. The following is a brief description of the natural and cultural dendroflora of the regions. Gakh, Zagatala and Balakan, located in the north-western zone of the Greater Caucasus, have a special place due to their natural resources. Flora biodiversity includes mainly Caucasian, boreal, ancient, steppe and xerophytic flora elements. It is rich in relicts and endemics of the Arctoalpine and Ice Ages, reflecting the characteristics of the forest, high mountain meadow regions of the Greater Caucasus. Trautvetter maple (*Acer trautvetteri* Medw.), Nizami rose (*Rosa nisamii* Sosn.), Azerbaijan rose (*Rosa azerbaijdzhanica* Novopokr. & Rzazade) and others. The climate of these regions is moderately hot and humid. The subtropical climate manifests itself [1–9].

In the territory of Balakan, Zagatala, Gakh regions, which are included in the north-western slope of the Greater Caucasus, the vegetation changes as it rises above sea level in accordance with the law of high zoning of mountainous areas. These areas include alder (*Alnus*), wingnut (*Pterocarya pterocarpa* (Michx.) Kunth), poplar (*Populus hybrida* M. Bieb.), long-stemmed oak (*Quercus pedunculiflora* K. Koch), juniper (*Juniperus*) sparse and partially Iberian pistachio. is coming. Iberian oak (*Quercus iberica* Steven) and *Carpinus caucasica* Grossh. predominate in the low mountain-forest belt of the mountainous zone at an altitude of 1000–1100 m above sea level. Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky), Caucasian oak (*Quercus macranthera* Fisch. & C. A. Mey. ex Hohen.), Trautvetter maple (*Acer trautvetteri* Medw.) and birch (*Betula*) forests in the mountain-forest zone of 1800–2000 m. In this zone, small areas of Caucasian rhododendron (*Rhododendron caucasicum* Pall.), which is the only one for the territory of our republic, are found in the Zagatala reserve [8, 9].

In the mountainous part of the southern slopes of the Greater Caucasus, mainly beech (*Fagus*) 85.6 thousand ha, oak (*Quercus*) 45.6 thousand ha and hornbeam (*Carpinus*) 45.8 thousand ha are spread. Forest of other tree species (birch — *Acer*, elm — *Ulmus*, birch — *Betula*, walnut — *Juglans*,

chestnut — *Castanea*, Christ's-thorn — *Paliurus spina-christi*, linden — *Tilia*, blackberry — *Taxus baccata*, Caucasian date — 81% lot) *Diospyros*, artificial trees make up only 19%. *Pinus hamata* (Steven) Fomin trees grow on the rocky passes and steep bare rocks at an altitude of 800–1000 m above sea level in the Filizchay (Balakenshay) basin on an area of about 10 hectares. These candles are relics of the ice age. In the territory of Gakh, Zagatala, Balakan districts, mainly oak-hornbeam and beech-hornbeam forests dominate. In the plain forests, apple (*Malus* Mill.), cherry plum (*Prunus divaricata* Ledeb.), maple (*Acer caucasica* L.), European ash (*Fraxinus excelsior* L.), hornbeam (*Carpinus caucasica* L.), jasmine (*Syringa vulgaris* L.), hawthorn (*Crataegus* L.), cornelian cherry (*Cornus mas* L.), Byzantine filbert (*Corylus colurna* L.), walnut (*Juglans regia* L.), oak (*Quercus macranthera* F.), willow (*Salix* L.), linden (*Tilia* R.), mulberry (*Mespilus* L.), European cranberrybush (*Viburnum opulus* L.), beech (*Fagus orientalis*), blackberry (*Taxus baccata* S. F. Gray) and others plants are also found. Cornelian cherry (*Cornus mas* L.) is more widespread along the slope in the protection zone. At the foot of the slope (at an altitude of 772 m above sea level, the common cornel is 2.4–6.0 m high, with a trunk diameter of 14–34 cm) is closely intertwined with other plants: hawthorn (*Crataegus* L.), apple (*Malus* Mill.), chestnut (*Castanea sativa* Mill.), oak (*Quercus* L.) and cherry plum (*Prunus cerasifera* Ehrh.).

The nature of Zagatala region is very rich. About half of the territory of Zagatala is covered by forests. The relief of the region is mountainous and plain. There are many forests in the region, but they are mainly located in the mountains and foothills. The flora of Zagatala region is rich in various valuable tree species. More than 900 plant species are distributed in Zagatala State Nature Reserve. 11 species of plants are included in the “Red Book” of the Republic of Azerbaijan due to their rarity and scarcity. Here grows a coniferous blackberry, a hooked pine tree and Caucasian rhododendron, which is unique to the flora of Azerbaijan and is of great scientific interest and belongs only to the Zagatala reserve [7].

Due to such richness of nature, Zagatala State Nature Reserve was established in 1930. Heydar Park, one of the recreation and tourism zones in Zagatala, was built in 1947 and covers an area of 13 hectares. There are 27 species of trees. The Balakan region is characterized by a humid subtropical and mountain-tundra climate. There are 4 climate zones in the region. It is temperate and semi-humid in the plains and foothills, cold and humid in the highlands. 65% of the region has a subtropical climate zone. Balaka's rich forest cover makes up 5% of the country's forest resources. In their forests, oak, hornbeam, beech, alder, acacia, etc. trees grow. 3/4 of the Zagatala reserve, the second largest in Azerbaijan, falls on the territory of Balakan region. Average temperature in January –1.5; –7.8 degrees, in July +10.5; +24.5 degrees. Annual precipitation ranges from 600 to 1400 mm. The maximum temperature is usually observed in July and can reach +37 degrees.

Gakh region is mainly known as the region of berries (hazelnuts, chestnuts, walnuts). Abundant water resources, normal moisture balance, fertile lands, forests, alpine and subalpine meadows, winter pastures ensure the development of agriculture and livestock. The region is one of the most important forest resources of the Republic. Oak, hornbeam, elm, walnut, chestnut, various fruit trees, medicinal plants are the rich resources of the forests here. In order to protect and increase this wealth, Ilisu State Nature Reserve was established. Most of the reserve falls on the village of Agchay [1, 2].

Material and methodology

The analysis of the life forms of trees and shrubs in the newly established parks and gardens, greenery in the studied areas was carried out according to the system of I. G. Serebryakov [10, 11], C. R. Raunkier [12].

Annual growth of old plants V. V. Smirnov, A. A. Molchanov [3], phenological observations were carried out according to generally accepted methods [2], the obtained results were analyzed. To assess the prospects of introducing plants, Sokolov S. Ya., Shishkin B. K. method [13], the indicators of plants in the new conditions were collected and the degree of perspective was determined [14]. In Gakh, Zagatala and Balakan regions, 4 species of trees and shrubs used in the newly established park and garden ecosystem, 16 species of 7 genera belong to gymnosperms, and 101 species of 84 genera belonging to 40 genera belong to 40 species, including 4 families and 10 genera of 10 species. The species belongs to the ornamental flowers. During the biomorphological analysis, it was found that 42 species of trees, 57 species of shrubs, 5 species of lianas, 2 species of lawns were used in the formation of the park-garden ecosystem in those areas (Table 1).

Table 1

LIFE-STAGES OF PLANTS USED IN LANDSCAPING

Number of species	Life-stages of plants			
	Tree	Bush	Lian	Herbs
117	42	57	5	13



Figure 1. *Nandina domestica* Thunb. and *Centranthus ruber* (L.) DC.

The research revealed that 81 species of natural flora and 36 species of foreign flora were used in landscaping. Among the plants belonging to the foreign flora, lilac catalpa, Kokatan tecoma, Japanese daisy, evergreen cypress plays a dominant role in the cultural flora — landscaping. The most commonly used species of local flora are oak, juniper, white acacia, sycamore, maple, hornbeam, ash, linden (Table 2).

New species introduced during the study: *Lagerstroemia indica* L., *Euonymus japonica* L., *Spiraea japonica* L., *Weigela florida* (Bunge) A. DC., *Photinia serrulata* Lindl., *Arbutus unedo* L., *Nandina domestica* Thunb., *Symphoricarpos albus* (L.) S. F. Blake, *Magnolia grandiflora* L., *Centranthus ruber* (L.) DC. and so on. growth and development phases were compared with the conditions of Zagatala-Balakan region and Absheron and it was found that the stages of growth and phenological development of these species start 7–10 late in those regions compared to Absheron, annual growth is 10–12 cm more (Table 3, Figure 2).

Table 2

TAXONOMIC COMPOSITION OF PLANTS USED

<i>Family</i>	<i>Genus</i>	<i>Species</i>
Gymnosperms		
<i>Cupressaceae</i>	3	8
<i>Pinaceae</i>	2	6
<i>Taxodiaceae</i>	1	1
<i>Taxaceae</i>	1	1
Angiosperms		
<i>Celastraceae</i>	1	1
<i>Fagaceae</i>	1	4
<i>Rosaceae</i>	3	5
<i>Moraceae</i>	2	2
<i>Aceraceae</i>	1	4
<i>Oleaceae</i>	3	4
<i>Asteraceae</i>	7	7
<i>Buxaceae</i>	1	1
<i>Arecaceae</i>	2	2
<i>Tiliaceae</i>	1	1
<i>Berberidaceae</i>	2	2
<i>Leguminosae</i>	5	5
<i>Caprifoliaceae</i>	4	6
<i>Bignoniaceae</i>	2	2
<i>Asparagaceae</i>	1	1
<i>Ericaceae</i>	2	2
<i>Platanaceae</i>	1	1
<i>Betulaceae</i>	1	1
<i>Cannaceae</i>	1	1
<i>Vitaceae</i>	2	2
<i>Malvaceae</i>	3	3
<i>Salicaceae</i>	2	2
<i>Magnoliaceae</i>	1	1
<i>Lamiaceae</i>	1	1
<i>Lamiaceae</i>	2	2
<i>Ebenaceae</i>	1	2
<i>Musaceae</i>	1	1
<i>Juglandaceae</i>	2	2
<i>Corylaceae</i>	2	3
<i>Anacardiaceae</i>	2	2
<i>Lauraceae</i>	1	1
<i>Punicaceae</i>	1	1
<i>Cornaceae</i>	1	1
<i>Ulmaceae</i>	1	1
<i>Agavaceae</i>	1	1
<i>Euphorbiaceae</i>	1	1
<i>Salicaceae</i>	1	1

Family	Genus	Species
Hamamelidaceae	1	1
Ranunculaceae	1	1

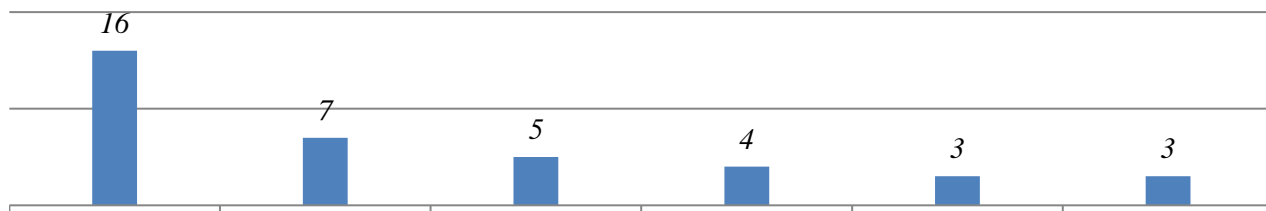


Figure 2. Genus represented by species

Table 3

COMPARATIVE ANALYSIS OF PHENOLOGICAL DEVELOPMENTAL STAGES
 OF SOME NEWLY INTRODUCED SPECIES

Species	Opening of leaves	The beginning of growth	Budding	Flowering		Seed ripening	Annual height increase, cm
				start	end		
<i>Lagerstroemia indica</i> L.	10.IV±8	03.V±8	08.VIII±5	15.VIII±5	25.VIII±4	28.IX±7	16,0 ±4
<i>Euonymus japonicus</i> Thunb.	04.III±5	25.III±5	12.IV±5	18.V±4	29.V±4	10.IX±6	11,0±5
<i>Spiraea japonica</i> L. f.	10.IV±5	18.IV±5	15.VI±4	10.VII±4	30.VIII±3	18.X±4	9,5 ±4
<i>Weigela florida</i> (Bunge) A. DC.	01.IV±8	16.IV±4	14.V±7	25.V±7	10.IX±6	05.X±5	12,5±8
<i>Photinia serratifolia</i> (Desf.) Kalkman	30.III±5	15.IV±3	19.IV±6	03.V±6	25.V±5	11.IX±5	17,0±5
<i>Arbutus unedo</i> L.	02.IX±8	07.IX±6	12.VII±6	24.IX±6	23.XII±5	10.VII±5	12,5±5
<i>Symphoricarpos albus</i> (L.) S.F. Blake	01.IV±5	20.IV±5	05.V±5	25.V±5	14.VI±4	07.IX±4	7,0±4
<i>Magnolia grandiflora</i> L.	27.III±8	15.IV±8	07.VI±6	27.VI±7	20.VIII±6	20.IX±6	37,0±5
<i>Centranthus ruber</i> (L.) DC.	29.III±6	20.IV±5	25.V±5	10.VI±5	15.VIII±5	10.X±5	15,0±6

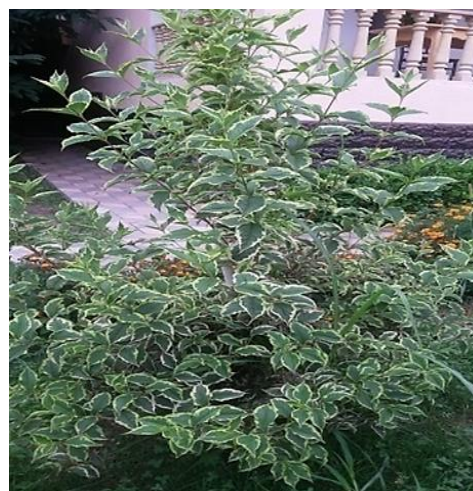


Figure 3. *Lagerstroemia indica* L. and *Cornus mas* L.



Figure 4. *Actinidia chinensis* Planch. and *Juniperus scopulorum* Sarg.

Conclusion

The cultural dendroflora of Zagatala-Balakan region is represented by 44 taxa and 117 species of trees and shrubs of 91 genera; including 4 families, 7 genera and 16 species of gymnosperms; according to their life forms: 42 species of trees, 51 species of shrubs, 5 species of lianas, 13 species of ornamental flowers, 1 species of lawn plants; There are 80 species of natural flora and 37 species of foreign flora.

References:

1. Mamedov, T. S. (2007). Entsiklopediya komnatnykh rastenii. Baku.
2. Vasilchenko, I. T. (1979). Opredelitel' vskhodov sornykh rastenii. Leningrad. (in Russian).
3. Molchanov, A. A., & Smirnov, V. V. (1967). Metodika izucheniya prirosta drevesnykh rastenii. Moscow. (in Russian).
4. Beideman, I. N. (1974). Metodika izucheniya fenologii rastenii i rastitel'nykh soobshchestv. Novosibirsk. (in Russian).
5. Zaitsev, G. N. (1981). Fenologiya drevesnykh rastenii. Moscow. (in Russian).
6. Misnik, G. E. (1982). Kalendar' tsveteniya i plodonosheniya derev'ev i kustarnikov. Moscow. (in Russian).
7. Volf, E. V., & Maleeva, O. F. (1968). Mirovye resursy poleznykh rastenii. Leningrad. (in Russian).
8. Mamedov, T. S. (2011). Dendroflora Azerbaidzhana. II-III. Baku. (in Russian).
9. Mamedov, T. S. (2010). Derev'ya i kustarniki Apsheronu. Baku. 468 s.
10. Serebryakov, I. G. (1952). Morfologiya vegetativnykh organov vysshikh rastenii. Moscow. (in Russian).
11. Serebryakov, I. G. (1962). Zhivye formy vysshikh rastenii i ikh izuchenie. *Polevaya geobotanika*, 3. Moscow. (in Russian).
12. Raunkiaer, C. (1934). The life forms of plants and statistical plant geography; being the collected papers of C. Raunkiaer. *The life forms of plants and statistical plant geography; being the collected papers of C. Raunkiaer*.

13. Sokolov, S. Ya., & Shishkin, B. K. (1949-1965). *Derev'ya i kustarniki SSSR: Dikorastushchie, kul'tiviruemye i perspektivnye dlya introduktsii*. Moscow. (in Russian).
14. Plotnikova, L. S. (1972). *Metodika fenologicheskikh nablyudenii v botanicheskikh sadakh SSSR*. Moscow. (in Russian).

Список литературы:

1. Мамедов Т. С. Энциклопедия комнатных растений. Баку, 2007. 397 с.
2. Васильченко И. Т. Определитель всходов сорных растений. Л.: Колос, 1979. 344 с.
3. Молчанов А. А., Смирнов В. В. Методика изучения прироста древесных растений. М.: Наука, 1967. 95 с.
4. Бейдеман И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск: Наука, 1974. 155 с.
5. Зайцев Г. Н. Фенология древесных растений. М.: Наука, 1981. 120 с.
6. Мисник Г. Е. Календарь цветения и плодоношения деревьев и кустарников. М.: Лесная промышленность, 1982. 144 с.
7. Вольф Е. В., Малеева О. Ф. Мировые ресурсы полезных растений. Л., 1968.
8. Мамедов Т. С. Дендрофлора Азербайджана. Т. II-III. Баку: Наука, 2011. С. 311–392.
9. Мамедов Т. С. Деревья и кустарники Апшерона. Баку, 2010. 468 с.
10. Серебряков И. Г. Морфология вегетативных органов высших растений. М.: Советская наука, 1952. 392 с.
11. Серебряков И. Г. Живые формы высших растений и их изучение // Полевая геоботаника. Т. 3. М.-Л.: Изд. АН СССР, 1962.
12. Raunkiaer C. The life forms of plants and statistical plant geography; being the collected papers of C. Raunkiaer. 1934.
13. Соколов С. Я., Шишкин Б. К. Деревья и кустарники СССР: Дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949–1965.
14. Плотникова Л. С. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. М.: Изд-во ГБС, 1972.

*Работа поступила
в редакцию 16.06.2022 г.*

*Принята к публикации
19.06.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Bagirova S., Hasanova M., Atayeva L., Aliyeva S., Bedel-zade N. Analysis of the Natural and Cultural Dendroflora of the North-Western Zone of the Greater Caucasus // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 25-32. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/04>

Cite as (APA):

Bagirova, S., Hasanova, M., Atayeva, L., Aliyeva, S., & Bedel-zade, N. (2022). Analysis of the Natural and Cultural Dendroflora of the North-Western Zone of the Greater Caucasus. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 25-32. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/04>

UDC 593.17
AGRIS F40

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/05>

БИОРАЗНООБРАЗИЕ ИНФУЗОРИЙ В БЕНТОСЕ ПРЕСНЫХ ВОДОЕМОВ ЛЕНКОРАНСКОЙ ПРИРОДНОЙ ОБЛАСТИ

©*Тагирова Э. Н.*, ORCID: 0000-0001-9559-9527, канд. биол. наук, Институт зоологии НАН
Азербайджана, г. Баку, Азербайджан, tahirovaelyane@mail.ru

©*Ахмедова Н. А.*, ORCID: 0000-0002-8967-9560, канд. биол. наук, Институт зоологии НАН
Азербайджана, г. Баку, Азербайджан, nargiz.ahmedova.62@inbox.ru

BIODIVERSITY OF BENTHIC CILIATES OF FRESH WATERS OF LANKARAN NATURAL AREA

©*Tahirova E.*, ORCID: 0000-0001-9559-9527, Ph.D., Institute of Zoology Azerbaijan National
Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan, tahirovaelyane@mail.ru

©*Ahmadova N.*, ORCID: 0000-0002-8967-9560, Ph.D., Institute of Zoology Azerbaijan National
Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan, nargiz.ahmedova.62@inbox.ru

Аннотация. В статье представлены данные о видовом разнообразии бентических инфузорий различных водоемов Ленкоранской природной области. Проведенные исследования показали, что наибольшее видовое разнообразие свободноживущих инфузорий наблюдалось на иловых грунтах, преобладающих в пресных водах Ленкоранской природной области. Среди них следует отметить биотопы серого маслянистого и водорослевого илов, на которых были найдены более 60% всех отмеченных нами видов. При изучении инфузорий в отношении активной реакции среды было выявлено, что хотя в большинстве случаев максимальное количество видов отмечаются в слабощелочной среде, иногда бывают и исключения. Так как, инфузории, относящиеся к группе эврионных, несколько раз отмечались при pH, выше 8,5 и при значениях pH 4,7 при достаточно высокой численности. Разнообразие условий в пресных водоемах являются главными условиями для богатого видового разнообразия пресноводной бентической цилиофауны. Кроме того, приведены результаты наблюдений за пищевыми взаимоотношениями свободноживущих инфузорий с другими группами обитателей бентоса. Отмеченные инфузории были разделены на группы, такие как фитофаги, бактериофаги, хищники, и изучен их рацион. Было установлено, что в рационе многих видов мелкие диатомовые водоросли имеют большое значение. А сами свободноживущие инфузории являются пищевым объектом крупных хищных видов. Таким образом, мы наблюдали, что представители семейства *Trachelidae* активно питаются многими инфузориями бактериофагами.

Abstract. The article presents data on the species diversity of benthic ciliates in various water bodies of the Lankaran natural area. The conducted studies have shown that the greatest species diversity of free-living ciliates was observed on silty soils prevailing in the fresh waters of the natural area. Among them, the biotopes of gray oily and algal oozes should be noted, on which more than 60% of all species were found. When studying ciliates in relation to the active reaction of the environment, it was revealed that, although in most cases, the maximum number of species is observed in a slightly alkaline environment, sometimes there are exceptions. Since ciliates belonging to the euryonic group have been noted several times at pH above 8.5 and at pH 4.7 with a relatively high number. The diversity of conditions in freshwater bodies is the main for the rich species diversity

of freshwater benthic ciliata. In addition, observations of the food relationships of free-living ciliates with other groups of benthic inhabitants are presented. The noted ciliates were divided into groups, such as phytophages, bacteriophages, predators, and their diet was studied. Small diatoms have been found to be of great importance in the diet of many species. And the free-living ciliates themselves are food objects of large predatory species. Thus, we observed that representatives of the *Trachelidae* family actively feed on many bacteriophage ciliates.

Ключевые слова: Ленкоранская природная область, пресноводные инфузории, бентос, разнообразие видов.

Keywords: Lankaran natural area, freshwater ciliates, benthos, species diversity.

Введение

Фауна свободноживущих инфузорий Азербайджана изучена достаточно хорошо Ф. Г. Агамалиевым и И. Х. Алекперовым [1, 3, 4]. В недавно опубликованном Кадастре свободноживущих инфузорий и раковинных амёб Азербайджана [6] в котором обобщены все имеющиеся на сегодняшний день сведения о видовом разнообразии этих двух групп простейших, фауна свободноживущих инфузорий морских и пресных вод, а также почв республики оценивается в 757 видов.

Однако сведений по экологии свободноживущих простейших до сих пор крайне мало, а имеющиеся данные противоречивы. Между тем роль инфузорий в биологических процессах в водных и почвенных экосистемах огромна, в частности они, являясь консументами первого порядка, активно потребляют в пищу бактерий, в том числе и патогенных, тем самым способствуя биоочистке водоемов.

Исходя из вышеизложенного, было проведено исследование отношения пресноводных свободноживущих инфузорий к различным факторам внешней среды, включая пищевые взаимоотношения этой группы простейших с другими гидробионтами.

Материал и методы исследования

Материал собирали в период 2018–2021 гг. в пресных водоемах Ленкоранской природной области (поселки Гойтепе, Гюллутепе, Борадигях, Махмудавар, Шагласер, Вилван, Хыл, Шыхлар) (Рисунок).

Всего было собрано 75 проб с прибрежной зоны среди биотопов фитоцилиоценозов на мелководье, и бентоса, в основном на иловых грунтах. Часть проб обрабатывалась *in vivo* прямо в поле, а остальные доставлялись в лабораторию, где детально изучались методами импрегнации кинетома нитратом и протеинатом серебра [2, 7].

Просмотр импрегнированных препаратов проводили с помощью светового микроскопа Olympus CX-41RF. Подсчет численности инфузорий осуществлялся как с помощью цитометра FlowCam (USA), так и для сравнения традиционным методом подсчета, неконцентрированных живых проб в камере Богорова. Показателем предпочитаемых инфузориями параметров факторов внешней среды являлись высокие значения численности того или иного вида.

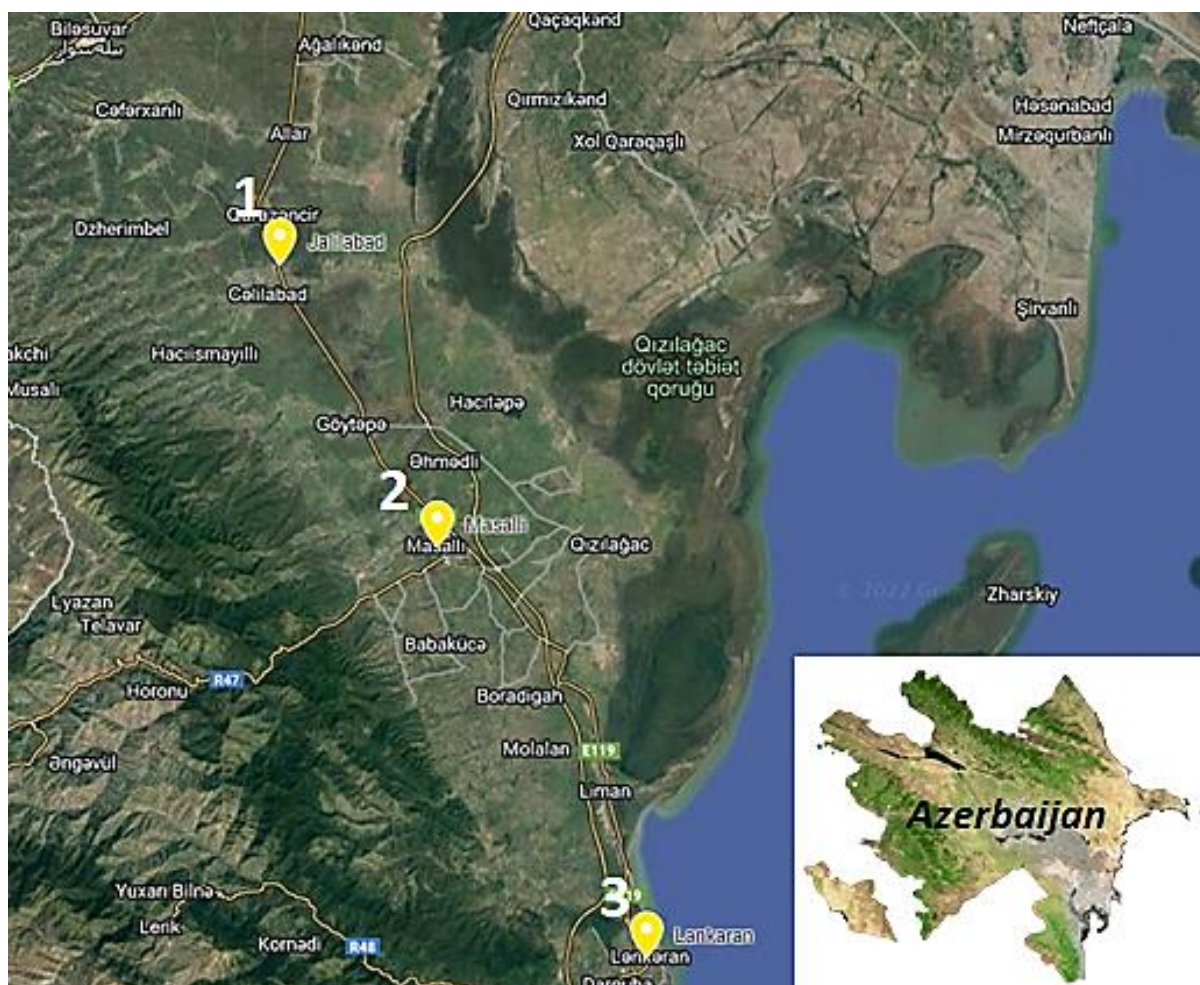


Рисунок. Точки сбора проб (Ленкоранская природная область) 1 — Джалилабадский район, 2 — Масаллинский район, 3 — Ленкоранский район

Результаты и обсуждение

Всего в пресных водоемах Ленкоранской природной области было отмечено 56 видов свободноживущих инфузорий, относящихся 22 семействам (Таблица). Как видно из Таблицы, наибольшее видовое разнообразие было отмечено в пресноводных водоемах Ленкорани — 33 вида, затем в водоемах Масаллы и минимальное видовое разнообразие нами было отмечено в пресных водоемах Джалилабада.

Таблица
 ВИДОВОЙ СОСТАВ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИНФУЗИРИЙ В БЕНТОСЕ ПРЕСНЫХ ВОДОЕМОВ
 ЛЕНКОРАНСКОЙ ПРИРОДНОЙ ОБЛАСТИ

Виды	Ленкорань	Масаллы	Джалилабад
Тип Ciliophora			
Класс Karyorelictea			
Отряд Loxodida			
Семейство Loxodidae			
1. <i>Loxodes rostrum</i> (Müller, 1773) Ehrenberg, 1830	+		+
2. <i>L. striatus</i> (Engelmann, 1862) Penard, 1917	+	+	
Отряд Heterotrichida			
Семейство Climacostomidae			

Виды	Ленкорань	Масаллы	Джалилабад
3. <i>Climacostomum virens</i> (Ehrenberg, 1834) Stein, 1859	+	+	
4. <i>C. minimum</i> Foissner, 1980			+
Семейство Stentoridae			
5. <i>Stentor roeselii</i> Ehrenberg, 1835			+
Отряд Stichotrichida			
Семейство Охутричиде			
6. <i>Stylonychia vorax</i> Stokes, 1885	+	+	+
7. <i>Paraurostyla weissei</i> (Stein, 1859) Borror, 1972	+		
8. <i>P. granulifera</i> Berger & Foissner, 1989	+	+	
9. <i>P. polynucleata</i> Alekperov, 1993	+		
10. <i>Wallackia schiffmanni</i> Foissner, 1976			+
11. <i>Gonostomum gonostomoida</i> (Hemberger, 1985) Berger, 1999	+		
12. <i>G. affine</i> (Stein, 1859) Sterki, 1878	+		
Семейство Керониде			
13. <i>Paraholosticha herbicola</i> Kahl, 1932		+	+
14. <i>P. polychaeta</i> Borror, 1966			+
Отряд Urostylida			
Семейство Urostylidae			
15. <i>Birojimia terricola</i> Berger & Foissner, 1989		+	
16. <i>Anteholosticha muscicola</i> Gellért, 1956	+	+	
Отряд Euplotida			
Семейство Euplotidae			
17. <i>Euplotes gracilis</i> Kahl, 1932	+		+
18. <i>E. vannus</i> Müller, 1786			+
19. <i>E. charon</i> (Müller, 1773) Ehrenberg, 1830	+		
20. <i>Euplotes patella</i> Ehrenberg, 1838			+
Семейство Аспидисциде			
21. <i>Aspidisca fusca</i> Kahl, 1928	+		
22. <i>A. cicada</i> O. F. Müller, 1786	+		+
23. <i>A. magna</i> Kahl, 1932	+		+
Класс Амрорхеа			
Отряд Метопиде			
Семейство Метопиде			
24. <i>Metopus acidiferus</i> Kahl, 1932		+	
25. <i>Metopus es</i> Müller, 1776		+	
26. <i>Brachonella caduca</i> Kahl, 1927	+	+	
27. <i>B. mitriformis</i> Alekperov, 1984	+	+	
Отряд Одонтостоматиде			
Семейство Ералкселлиде			
28. <i>Saprodinium halophilum</i> Kahl, 1931	+		
Класс Литостоматеа			
Отряд Нарториде			
Семейство Спатидииде			
29. <i>Supraspathidium vermiforme</i> (Penard, 1922) Foissner & Didier, 1982			+

Виды	Ленкорань	Масаллы	Джалилабад
30. <i>Supraspathidium polyvacuolatum</i> (Vuxanovici, 1959) Foissner & Didier, 1982			+
31. <i>Arcuospathidium cultriforme</i> (Penard, 1922)	+		
Семейство Didiniidae			
32. <i>Monodinium balbianii</i> Fabre-Domergue, 1888	+	+	
33. <i>M. perrieri</i> Delphy, 1925		+	
Семейство Trachelidae			
34. <i>Pelagodileptus trachelioides</i> (Zacharias, 1894) Foissner, Berger & Schaumburg, 1999	+		+
35. <i>Paradileptus elephantinus</i> (Svec, 1897) Kahl, 1931	+		
Отряд Pleurostomatida			
Семейство Amphileptidae			
36. <i>Amphileptus punctatus</i> (Kahl, 1926) Foissner, 1984	+		
37. <i>A. fusiformis</i> Song & Wilbert, 1989		+	
Класс Phyllopharyngea			
Отряд Chlamydodontida			
Семейство Chilodonellidae			
38. <i>Chilodonella capucina</i> Penard, 1922	+	+	
39. <i>Trithigmotoma steini</i> (Blochmann, 1895) Foissner, 1988	+	+	
Класс Nassophorea			
Отряд Nassulida			
Семейство Nassulidae			
40. <i>Nassula ornata</i> Ehrenberg, 1834	+		+
41. <i>N. parva</i> Kahl, 1928			+
42. <i>N. tumida</i> Maskell, 1887		+	
Класс Oligohymenophorea			
Отряд Peniculida			
Семейство Frontoniidae			
43. <i>Frontonia leucas</i> (Ehrenberg, 1834) Ehrenberg, 1838			
Семейство Microthoracidae			
44. <i>Leptopharynx minimus</i> Alekperov, 1993	+	+	+
45. <i>L. costatus</i> Mermod, 1914	+		
46. <i>L. margaritata</i> Alekperov, 2005		+	
47. <i>Trochiliopsis opaca</i> Penard, 1922	+		+
48. <i>Drepanomonas dentata</i> Fresenius, 1858		+	
Семейство Lembadionidae			
49. <i>Lembadion bullinum</i> (Müller, 1786) Perty, 1849		+	
50. <i>L. magnum</i> (Stokes, 1887) Kahl, 1931	+	+	
Отряд Pleuronematida			
Семейство Pleuronematidae			
51. <i>Pleuronema crassum</i> Dujardin, 1841		+	
52. <i>P. coronatum</i> Kent, 1881		+	
Отряд Sessilida Kahl, 1933			
Семейство Epistylidae			
53. <i>Epistylis plicatilis</i> Ehrenberg, 1831	+		

Виды	Ленкорань	Масаллы	Джалилабад
54. <i>Epistylis anastatica</i> (Linnaeus, 1767) Ehrenberg, 1831	+		
Семейство Vorticellidae			
55. <i>Vorticella octava</i> Stokes, 1885		+	
56. <i>Carchesium aselli</i> Engelmann, 1862	+	+	
Всего	33	26	19

Проведенные исследования показали, что наибольшее видовое разнообразие свободноживущих инфузорий наблюдалось на иловых грунтах, преобладающих в пресных водах Ленкоранской природной области. Среди них следует отметить биотопы серого маслянистого и водорослевого илов, на которых были найдены более 60% всех отмеченных нами видов. Однако максимальная общая численность бентических инфузорий в этих биотопах намного меньше, чем на черном иле, а в некоторых случаях и на сапропелевом. Отмеченная на этих грунтах общая численность свободноживущих инфузорий весной и в начале лета достигает от 650 экз./дм² до 3750 экз./дм², что намного больше, чем на других видах грунтов. Однако следует отметить, что видовое разнообразие бентических инфузорий на черном и сапропелевом илах намного меньше и практически представлено группой видов так называемых сапропелебионтов, в основном представителей родов *Metopus*, *Brachonella*, *Saprodinium*, некоторых видов родов *Supraspathidium*, *Frontonia* и *Pleuronema*, хорошо адаптированных к небольшому содержанию растворенного в воде кислорода и при обилии микрофлоры, т. е. пищи, достигающих высокой численности.

В пресных водоемах Ленкоранской природной области наблюдается общая закономерность. Максимальное видовое разнообразие свободноживущих инфузорий было отмечено в биотопах, где присутствует широкий спектр кормовых организмов при оптимальных для жизни абиотических параметрах условий внешней среды. В то же время максимальная общая численность наблюдалась среди нескольких специализированных групп инфузорий, адаптированных к экстремальным для остальных условиям внешней среды. Это особенно хорошо заметно в сообществах бентических инфузорий черного и сапропелевого грунтов, адаптированных к предельно низкому (до 0%) содержанию кислорода и питанию преимущественно только бактериями в основном группы серобактерий. Часто сообщества инфузорий этих биотопов состоят всего из 3–8 видов, достигающих высоких количественных величин.

Говоря об отношении инфузорий к активной реакции, среды следует помнить, что реакция клеточной протоплазмы и межтканевых жидкостей животного организма всегда слабощелочная. На основании этого видимо можно предположить, что наиболее оптимальными для роста и развития свободноживущих инфузорий является слабощелочная внешняя среда. Иными словами, рН водной среды играет существенную роль в жизнедеятельности инфузорий. Экспериментальных условиях было доказано важность значения активной реакции воды и зависимость от него температурного фактора.

Выявить отношение инфузорий к рН в природных условиях крайне сложно, а уловить влияние этого фактора на жизнедеятельность отдельных видов в природе крайне сложно. Проведенные нами исследования показали, что общее увеличение численности инфузорий происходит при слабощелочной, близкой к нейтральной, активной реакции внешней среды. Дальнейшее увеличение рН до 7,8 резко лимитирует количественное развитие инфузорий.

Следует отметить, что представители некоторых родов, например, виды родов *Euplotes* и *Aspidisca* мы несколько раз отмечали при рН, выше 8.5 при достаточно высокой численности

и при значениях pH 4,7, что дает основание отнести этих инфузорий к группе эврионных, т. е. обитающих в широком диапазоне этого показателя.

Несмотря на то, что свободноживущие инфузории локализуются в толще бентоса в водоемах, надо помнить, что эта группа одноклеточных животных может существовать только при наличии воды. В бентосе они живут на поверхности и в полостях, заполненных водой, т.е. окружающая бентических инфузорий внешняя среда в конечном счете представляет собой воду. Определить отношение свободноживущих инфузорий к состоянию газового режима в естественных условиях крайне сложно. Собранные нами данные позволили сделать некоторые общие выводы. Выяснилось, что ухудшение кислородного режима сильно ингибирует физиологические параметры инфузорий (питание, осморегуляция, движение). В литературе есть противоречивые сведения о возможности переносить инфузориями временного отсутствия кислорода. Нами был проведен простейший опыт. Проба с сапропелевым илом с высокой плотностью инфузорий сапропелебионтов, представителей родов *Metopus* и *Brachonella*, была плотно закрыта 2 дня. Хотя принято, что сапропелебионты могут обходиться без растворенного в воде кислорода или довольствоваться его мизерным содержанием, оказалось, что в результате большинство инфузорий в этой пробе локализовались в поверхностном слое воды, где еще сохранился растворенный в воде кислород. Следовательно, даже самым выносливым к недостатку кислорода видам инфузорий некоторое его наличие необходимо. В настоящее время доказано, что устойчивость свойственна только тем видам инфузорий, которые содержат в плазме эндосимбионтов выделяющих кислород.

Пищевые взаимоотношения свободноживущих инфузорий изучены крайне слабо, хотя этот вопрос имеет огромное не только научное, но и прикладное значение, поскольку сейчас уже доказана большая роль инфузорий в процессах продукции и деструкции органического вещества в почвах.

Расчетным способом установлено, что в рационе свободноживущих инфузорий одноклеточные водоросли составляют примерно одну треть всего пищевого комка, причем многие виды инфузорий типичные альгофаги, развивающиеся почти исключительно за счет диатомовых и перидиниевых водорослей, проявляя при этом заметную избирательность. Благодаря разнообразию морфологии диатомовых водорослей их потребление различными консументами, в том числе и инфузориями достаточно селективно, и можно говорить о имеющей место избирательности. По оценкам специалистов простейшие всех групп потребляют примерно 50% продукции водорослей, в том числе и в пресноводных экосистемах. Тем самым, участвующие в трансформации органической материи в первичных звеньях пищевых цепей, свободноживущие бентические инфузории активно вовлечены в биологические процессы водных экосистем.

По нашим данным, разнообразие условий в пресных водоемах, которое обусловлено климатом региона, его топографией, типом вод, а также другими гидрологическими и гидрохимическими условиями, являются главными условиями для богатого видового разнообразия пресноводной бентической цилиофауны.

Состав пищи свободноживущих инфузорий нами изучался, как *in vivo*, путем микроскопирования заглоченных организмов в цитоплазме живых особей так и просмотром фиксированных клеток, в том числе и на импрегнированных серебром тотальных препаратах. Было установлено, что в рационе Chilodonellidae мелкие диатомовые водоросли имеют большое значение. Например, при просмотре живых особей *Trithigmostoma steini* в их цитоплазме было отмечено от 31 до 45 клеток диатомовых *Navicula sp.* Было отмечено, что и представители других таксономических групп также активно питаются диатомовыми

водорослями. Среди них представители *Frontonia* в эндоплазме которых отмечалось от 11 до 36 заглоченных растительных клеток. Питание многих представителей равноресничных инфузорий диатомовыми и зелеными водорослями отмечалось ранее и другими авторами [5, 6].

К типичным фитофагам относятся и представители семейства *Nassulidae*. Мелкие колониальные жгутиковые *Synura sp.* и *Dinobryon sp.* по нашим наблюдениям активно используются как бактериофагами, так и фитофагами. Эти жгутиковые являются практически универсальным пищевым объектом. Видимо это результат способа питания пассивной фильтрацией, наблюдаемой у многих видов инфузорий.

С другой стороны, сами свободноживущие инфузории являются пищевым объектом крупных хищных видов, представителей семейства *Trachelidae*, таких как, *Pelagodileptus trachelioides*, *Paradileptus elephantinus* и др. активно питающихся многими инфузориями бактериофагами, так и для многоклеточных гидробионтов, турбеллярий и некоторых *Tardigrada*. Все вышеперечисленные результаты наблюдений показывают какую важную роль и какое многообразие трофических отношений связывают бентических инфузорий с другими группами обитателей бентоса, как растительного, так и животного происхождения.

В заключение следует отметить на современном уровне экологических исследований необходимо проведение детального изучения всех биоценологических связей не только между отдельными видами, но и между популяциями различных животных групп гидробионтов.

Благодарим заведующего лабораторией протозоологии, члена-корреспондента НАН Азербайджана И. Х. Алекперова за его опыт и помощь во всех аспектах нашего исследования

Список литературы:

1. Агамалиев Ф. Г. Инфузории Каспийского моря: систематика, экология, зоогеография. Ленинград: Наука, 1983. 232 с.
2. Алекперов И. Х. Новая модификация импрегнации кинетома инфузорий протеинатом серебра // Зоологический журнал. 1992. №2. С.130-133.
3. Алекперов И. Х. Атлас свободноживущих инфузорий (Классы Kinetofragminophora, Colpodea, Oligohyphenophorea, Polyhyphenophora). Баку: Борчалы, 2005. 310 с.
4. Алекперов И. Х. Свободноживущие инфузории Азербайджана (экология, зоогеография, практическое значение). Баку: Элм, 2012. 520 с.
5. Alekperov I. Food Relationship of Freshwater Ciliates with other Hydrobionts // Progress of Protistology: VI International Congress of Protozoology. Warszawa, 1981, p. 9.
6. Alekperov I., Snegovaya N., Tahirova E. The cadastre of free-living ciliates and testate amoebae of Azerbaijan // Protistology. 2017. V. 11. №2, p. 57-129.
7. Chatton E., Lwoff A. Impregnation, par diffusion argentine, de l'infuciliature des Ciliesmarins et d'eau douce, apres fixation cytologique et sans dessiccation // C. R. Soc. Biol. Paris, 1981, V. 104, p. 834-836.

References:

1. Agamaliyev, F. G. (1983). Infuzorii Kaspiskogo morya: sistematika, ekologiya, zoogeografiya. Leningrad, Nauka, 232. (in Russian).
2. Alekperov, I. X. (1992). Novaya modifikaciya impregnacii kinetoma infuzorij proteinatom serebra. *Zoologicheskij zhurnal*, (2), 130-133. (in Russian).
3. Alekperov, I. X. (2005). Atlas svobodnozhivushhix infuzorij (Klassy Kinetofragminophora,

Colpodea, Oligohymenophorea, Polyhymenophora). Baku. (in Azerbaijani).

4. Alekperov, I. X. (2012). Svobodnozhivushhie Infuzorii Azerbajdzhana (ekologiya, zoogeografiya, prakticheskoe znachenie). Baku. (in Azerbaijani).

5. Alekperov, I. (1981). Food Relationship of Freshwater Ciliates with other Hydrobionts. *Progress of Protistology: VI International Congress of Protozoology, Warszawa, 9*.

6. Alekperov, I., Snegovaya, N., & Tahirova, E. (2017). The cadastre of free-living ciliates and testate amoebae of Azerbaijan. *Protistology, 11(2)*, 57-129.

7. Chatton, E., & Lwoff, A. (1981). Impregnation, par diffusion argentine, de l'infuciliature des Ciliesmarins et d'eau douce, apres fixation cytologique et sans dessication. *C. R. Soc. Biol. Paris, 104*, 834-836.

Работа поступила
в редакцию 24.06.2022 г.

Принята к публикации
28.06.2022 г.

Ссылка для цитирования:

Тагирова Э. Н., Ахмедова Н. А. Биоразнообразие инфузорий в бентосе пресных водоемов Ленкоранской природной области // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 33-41. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/05>

Cite as (APA):

Tahirova, E., & Ahmadova, N. (2022). Biodiversity of Benthic Ciliates of Fresh Waters of Lankaran Natural Area. *Bulletin of Science and Practice, 8(8)*, 33-41. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/05>

UDC 636.085.52
AGRIS L01

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/06>

СРАВНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РОСТА И РАЗВИТИЯ ТЕЛЯТ РАЗЛИЧНЫХ ПОРОД

©*Садыгова Г. И.*, канд. с.-х. наук, Гянджинский государственный университет,
г. Гянджа, Азербайджан, sgi_bioloq@mail.ru

GROWTH AND DEVELOPMENT PARAMETERS COMPARISON OF DIFFERENT BREEDS CALVES

©*Sadigova G.*, Ph.D., Ganja State University, Ganja, Azerbaijan, sgi_bioloq@mail.ru

Аннотация. Цель проведенных исследований — проанализировать способы, режим и рацион кормления телят трех пород. Основным фактором роста и развития является режим кормления. Для кормления телят в течение трех месяцев требуется 180–200 кг фуража, 200–250 кг сухой травы и 600 кг силоса или другого сыпучего корма. Работа проводилась в течение 18 месяцев. Изучались: кавказская бурая порода коров, симментальская порода и кубинский зебу. Установлено, что независимо от одинакового уровня кормления все породы отличались друг от друга по приросту живой массы на 1 кг. Кавказская бурая тратила 9,4 кормовых единицы на 1 кг привеса за 18 месяцев, симментальская порода тратила 8,58 кормовых единицы, а гибрид кубинский зебу × симментальская — 7,4 кормовых единицы. Таким образом, кубинский зебу — наиболее перспективен.

Abstract. The purpose of the conducted research is to analyze the methods, regimen and diet of feeding calves of three breeds. The main factor of growth and development is the mode of feeding. Feeding calves for three months requires 180–200 kg of fodder, 200–250 kg of dry grass and 600 kg of silage or other loose feed. The work was carried out over 18 months. Studied: Caucasian brown breed of cows, Simmental breed and their hybrid. It was found that regardless of the same level of feeding, all breeds differed from each other in terms of live weight gain per 1 kg. The Caucasian brown spent 9.4 feed units per 1 kg of weight gain for 18 months, the Simmental breed spent 8.58 feed units, and the hybrid Cuban zebu x Simmental - 7.4 feed units. Thus, the Cuban zebu is the most promising.

Ключевые слова: кормление, теленок, кормовой рацион, динамика развития.

Keywords: feeding, calf, feed ration, developmental dynamics.

Режим кормления, потребность в кормлении определяются в зависимости от целей выращивания телят. В процессе развития телят основным показателем является ежедневный набор веса. При получении суточных привесов в 700–800 г у телят процесс кормления соответствует норме. Скорость роста может значительно варьироваться из-за влияния питания, температуры, витаминов, гормонов, микроэлементов и других факторов. Скорость роста связана с долей продуктивных и накопительных кормов в рационе, обеспечивающих прирост.

Это особенно важно при откорме мясных животных. Неравномерность роста сопоставляется с его скоростью в эмбриональном и постэмбриональном периодах [1, 3].

Период вскармливания молоком может быть разным. С помощью корма можно добиться разной прибавки в весе. Важнейшим фактором роста и развития животных является уровень кормления. В ходе исследований не был упущен из виду тот факт, что помеси съедают больше корма, чем чистопородные.

Большое значение М. Ф. Иванов придавал кормлению животных как мощному фактору изменчивости. Известно, что тело молодых животных более склонно к изменению своей формы. По мнению Н. П. Чирвинского, желательные признаки у животных формируются в результате влияния окружающей среды, питания, климата и дрессировки. П. Н. Кулешов подтвердил это мнение и отметил, что создание молочно-мясных пород возможно только при обеспечении животных соответствующими условиями, особенно питанием и климатом.

Неравномерный ход развития характерен для всего организма животного, этому закону подчиняются и отдельные части организма — органы, ткани, мышцы, части скелета. Неравномерность онтогенеза объясняется тем, что фундамент отдельных органов закладывается в разное время. В связи с этим пропорции частей тела с возрастом меняются. Здесь, в частности, рост скелета обеспечивает формирование структуры тела [2, 5].

Процесс кормления разделить на следующие периоды: период молозивного вскармливания (с момента рождения и до 10–15 суток); период молочного вскармливания (с 2 недель и до 4–6 месяцев); послемолочный (с 4–5 месяцев до возраста 16–18 месяцев) [4].

Период подкормки молозивного вскармливания — этот период длится до 14 дней. Его важность очевидна. По составу этот продукт сильно отличается от обычного коровьего молока. Особенности и преимущества молозива: количество высокоусвояемого белка больше в 6–7 раз, чем в молоке; снабжает организм телят защитными антителами, «строящими» иммунитет животного, предотвращают поражение инфекциями; жирнее молока в 2–3 раза; в несколько раз больше витаминов и полезных минералов, например, магния, предотвращающего кишечные проблемы. В первые дни теленок съедает около 1,5–2 л молозива за кормление. Ослабленные особи получают 0,75–1 л. Желательно, чтобы теленок кормился молозивом именно от своей матери. Нельзя допускать переедания — может случиться пищеварительное расстройство. Дневная норма теленка при питании молозивом — около 8 л. Если у коровы не хватает молозива, фермеры часто готовят подкормку.

При всех способах кормления при пероральном молочном вскармливании потребность телят в молоке, вернее, в пищевых веществах одинакова. Суточная потребность телят в пероральном молоке составляет 4–8 литров при грудном вскармливании в среднем 5 раз в сутки. За десять дней теленок выпивает 55–60 литров молока. В этот период теленок не нуждается в других кормах [1, 2].

После завершения молозивного кормления начинается молочный период. Теленок получает молоко или заменитель цельного молока. Чтобы животное правильно развивалось, необходимо: правильно выбрать заменитель; соблюдать нормы и интервалы кормления; обеспечить свободный доступ к сену и воде. В молочный период продолжается приучение теленка к разным видам корма. В рационе животного должны присутствовать: сено; молочная пища; подкормка из концентратов. Для кормления используют только свежие продукты, а остатки еды обязательно убирают из кормушки — несвежий корм может привести к проблемам пищеварения. Сено и овощи — основа рациона, но полностью заменить молоко они еще не могут.

Телята, как правило, начинают есть сухую траву с 7–10-дневного возраста. Помимо кормления телят грубыми кормами и сухой травой, вводят ряд сыпучих кормов (зеленый корм, силос, стебли кукурузы). Для кормления телят в течение трех месяцев требуется 180–200 кг фуража, 200–250 кг сухой травы и 600 кг силоса или другого корма [4]. Корма, используемые для набора веса до 18-месячного периода, приведены в Таблице 1.

Таблица 1

ПОТРЕБНОСТЬ В ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВАХ ТЕЛЯТ
 В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СУТОЧНОГО ПРИРОСТА ЖИВОЙ МАССЫ

Живая масса телят, кг	Суточная прибавка в весе, в граммах							
	600				800			
	кормовая единица	белок	Са	Р	кормовая единица	белок	Са	Р
50	1,0	200	7	5	1,1	200	8	6
100	1,5	200	17	9	1,6	320	18	10
150	2,0	360	18	10	2,1	378	21	11
200	2,5	450	20	11	2,6	468	24	13
250	3,0	540	23	13	3,1	558	27	15

В процессе исследования проводились работы по наблюдению за 3 породами телят: кавказская бурая порода коров, симментальская порода и кубинский зебу. Гибриды отличаются от других пород своим внешним видом и телосложением и больше похожи на зебу. За основу в разработке рациона питания телят были взяты нормы привеса, представленные в Таблице 1.

Результаты наблюдений за 18 месяцев представлены в Таблице 2.

Таблица 2

РАСХОД КОРМОВ НА 1 КГ ПРИВЕСА

Порода	Живая масса в 1–8-месячном возрасте, кг	Использование на 1 кг набора веса кормовой единицы
Кавказская бурая	330,9	9,4
Симментальская	362,2	8,58
1/2 кубинский зебу × 1/2 симментальская	Фактическое По отношению к породе симментальская в %	419,5 115,8 86,2% - 13,8%

Как следует из данных, представленных в Таблице 2, несмотря на одинаковый режим и рацион кормления, породы отличались друг от друга по приросту живой массы на 1 кг и способности конвертировать корма в продукцию.

Кавказская бурая тратила 9,4 кормовых единицы на 1 кг привеса за 18 месяцев, то симментальская порода — 8,58 кормовых единицы на 1 кг привеса за 18 месяцев, а 1/2 кубинский зебу × 1/2 симментальская потребляла 7,4 кормовых единицы.

В связи с этим рекомендуем использовать на местном маточном поголовье гибридов селекции с целью увеличения живой массы, крепости конституции и мясной продуктивности.

Список литературы:

1. Аббасов С. А., Мамедзаде И. Темпы развития мирового скотоводства и основы азербайджанского скотоводства // Ежемесячный международный научно-теоретический журнал. 2009. №9 (13). С. 54–59.

2. Аббасов С. А. Мамедзаде И. Зебукулуг. Баку: Юридическое издание, 2010. 316 с.
3. Садыгова Г. И. Оценка роста, развития и мясной продуктивности двухполых помесей (Куба × Симментальская) // Актуальные проблемы биологии в 21 веке: Материалы Республиканской научной конференции. Баку, 2010. С. 56–58.
4. Садыгова Г. И. Совершенствование симментальской породы на основе зебу // Направления развития сельскохозяйственной науки и ее экологические аспекты: Материалы научно-практической конференции молодых ученых. Гянджа, 2010. 445 с.
5. Красота В. Ф., Лобанов В. Т., Джапаридзе Т. Г. Разведение сельскохозяйственных животных. М.: Колос, 1983. 328 с.

References:

1. Abbasov, S. A., & Mamedzade, I. (2009). Tempy razvitiya mirovogo skotovodstva i osnovy azerbaidzhanskogo skotovodstva. In *Ezhemesyachnyi mezhdunarodnyi nauchno-teoreticheskii zhurnal*, (9 (13)), 54–59. (in Azerbaijani).
2. Abbasov, S. A. & Mamedzade, I. (2010). Zebukulug. Baku. (in Azerbaijani).
3. Sadygova, G. I. (2010). Otsenka rosta, razvitiya i myasnoi produktivnosti dvukhpolykh pomesei (Kuba × Simmental'skaya). In *Aktual'nye problemy biologii v 21 veke: Materialy Respublikanskoj nauchnoj konferentsii*, Baku, 56–58. (in Azerbaijani).
4. Sadygova, G. I. (2010). Sovershenstvovanie simmental'skoi porody na osnove zeбу. In *Napravleniya razvitiya sel'skokhozyaistvennoi nauki i ee ekologicheskie aspekty: Materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh*, Gyandzha, 445. (in Azerbaijani).
5. Krasota, V. F., Lobanov, V. T., & Dzhaparidze, T. G. (1983). Razvedenie sel'skokhozyaistvennykh zivotnykh. Moscow. (in Russian).

*Работа поступила
в редакцию 07.06.2022 г.*

*Принята к публикации
11.06.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Садыгова Г. И. Сравнение параметров роста и развития телят различных пород // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 42-45. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/06>

Cite as (APA):

Sadigova, G. (2022). Growth and Development Parameters Comparison of Different Breeds Calves. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 42-45. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/06>

УДК 634.853
AGRIS F01

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/07>

АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ АБОРИГЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СОРТОВ ВИНОГРАДА САМУХСКОГО РАЙОНА

©*Асланова Ф. А., Азербайджанский государственный аграрный университет,
г. Гянджа, Азербайджан, farida_aslanova_93@mail.ru*

AGROBIOLOGICAL PROPERTIES OF SOME NATIVE TECHNICAL GRAPE VARIETIES OF SAMUKH DISTRICT

©*Aslanova F., Azerbaijan State Agricultural University,
Ganja, Azerbaijan, farida_aslanova_93@mail.ru*

Аннотация. Самухский район имеет благоприятные почвенно-климатические условия для выращивания ценных сельскохозяйственных культур, входит в число районов, производящих большое количество винограда. Впервые в Самухском районе был изучен механический состав технических сортов винограда: Баяншире, Гара Серме, Гезел гара, Хемешере, Ширваншахи, Тавквери, Тербаш, Мадраса, Ркацители, Шемахи марандиси. Среди исследованных сортов наибольшую урожайность показали сорта Баяншире и Ркацители (по 13 кг урожая с одного куста). Самый высокий показатель по средней массе грозди был у сорта Гезел гара ($483,0 \pm 9,95$ г), а самый низкий — у сорта Тербаш ($225,0 \pm 10,23$ г). В одной грозди наименьшее количество ягод было у сорта Гара гезел (65,8 шт.), а наибольшее количество — у сорта Ширваншахи (125 шт.). Меньшее количество ягод в 100 г имел сорт Гезел гара ($11,6 \pm 0,36$), а большее количество ягод — сорт Мадраса ($37,5 \pm 0,21$). Высокое процентное содержание мякоти в ягодах имели сорта Тавквери ($90,5 \pm 1,17$) и Мадраса ($90,0 \pm 0,91$). В результате проведенной работы было установлено, что наименьший выход сока — у сорта Ширваншахи ($82,8 \pm 1,46\%$), а наибольший — у сорта Гезел гара ($86,0 \pm 1,38\%$). Самый низкий показатель сахаристости — у сорта Гезел гара ($16,0 \pm 0,65$ г/см³), а самый высокий показатель — у сорта Баяншире ($19,3 \pm 0,53$ г/см³). Высокой кислотностью обладал сорт Ркацители ($7,5 \pm 0,34$ г/дм³), а самую низкую кислотность установили у сорта Баяншире ($5,8 \pm 0,20$ г/дм³).

Abstract. The Samukh region has favorable soil and climatic conditions for growing valuable crops and is one of the regions producing a large number of grapes. For the first time in the Samukh region, the mechanical composition of technical grape varieties was studied: Bayanshir, Gara Serme, Gezel Gara, Khemeshher, Shirvanshaxhi, Tavkveri, Terbash, Madrasa, Rkatsiteli, Shemakhi marandisi. Among the studied varieties, the yield index of Bayanshire and Rkatsiteli varieties, which yielded 13 kg of yield from one bush, was superior to other varieties. The highest indicator for the average weight of the bunch was in the Gezel Gara variety (483.0 ± 9.95 g), and the lowest was in the Terbash variety (225.0 ± 10.23 g). In one bunch, the smallest number of berries was in the Gara gezel variety (65.8 pcs), and the largest number was in the Shirvanshahi variety (125 pcs). A smaller number of berries per 100 g had the Gezel Gara variety (11.6 ± 0.36), and the Madrasa variety had a greater number of berries (37.5 ± 0.21). The varieties Tavkveri (90.5 ± 1.17) and Madrasa (90.0 ± 0.91) had a high percentage of pulp in berries. As a result of the work carried out, it was found that the lowest juice yield was in the Shirvanshahi variety ($82.8 \pm 1.46\%$), and the highest was in the Gezel Gara variety ($86.0 \pm 1.38\%$). The lowest sugar content is in the Gezel Gara variety (16.0 ± 0.65 g/cm³), and

the highest in the Bayanshire variety ($19.3 \pm 0.53 \text{ g/cm}^3$). The Rkatsiteli variety had a high acidity ($7.5 \pm 0.34 \text{ g/dm}^3$), and the lowest acidity was found in the Bayanshire variety ($5.8 \pm 0.20 \text{ g/dm}^3$).

Ключевые слова: виноград, технические сорта, урожайность.

Keywords: grapes, technical varieties, crop yield.

Приоритетной задачей развития винодельческой отрасли является ориентирование производителей на производство высококачественной и конкурентоспособной продукции, в том числе с географическим статусом, отличительные качественные признаки которой определяются характерным для географического объекта, их производства природными и антропогенными факторами [4]. Существующий широкий ассортимент новых столовых и технических сортов, гибридных форм и сортов интродуцентов позволяет осуществлять отбор и внедрение современных высокопродуктивных сортов в производство высококачественной продукции, увеличение валового сбора винограда, приготовление высококачественных вин из уникальных малораспространенных сортов [7]. Улучшение сортового состава промышленных виноградников проводят следующими способами: отбором хозяйственно-ценных форм из местных (аборигенных) сортов, интродукцией и выведением местных сортов методом гибридизации, клоновым отбором и при помощи искусственного мутагенеза [6].

На территории Азербайджанской Республики культивируется более 600 аборигенных и интродуцированных сортов и клонов винограда. До 400 сортов создано селекцией. Более 80 — полностью уничтожены, а до 50 — находятся на грани исчезновения.

Самухский район с благоприятными почвенно-климатическими условиями для выращивания ценных сельскохозяйственных культур, входит в число районов, производящих большое количество винограда. Район входит в Гянджа-Дашкесанскую экономическую зону и имеет площадь 1455 км^2 . В районе — 708 км^2 пригодных для сельского хозяйства земель. Общая площадь виноградников составляет более 250 га. [2, 5]. Изучение новых интродуцированных ценных столовых и технических сортов винограда с целью выделения высокопродуктивных и рентабельных для условий данной местности актуально [3].

Материал и методика

В 2019–2021 гг. исследовались: ход основных фенологических фаз, их продолжительность, определение общей вегетации период, основные показатели продуктивности, увологический анализ гроздей и ягод, сахаристость сока и кислотность. Все работы проводили по общепринятым методикам [3].

Изучались сорта: Баяншире, Гара серме, Гезель гара, Хамешере, Ширваншахи, Тавквери, Тербаш, Мадраса, Ркацители, Шамахи мерендиси. Для анализа брали по 5 гроздей каждого сорта.

Результат и обсуждение

В ходе исследования выявлено, что исследуемые сорта показывают высокую продуктивность в регионе (Таблица 1). Сорта Баяншира и Ркацители дали по 13 кг урожая с каждого куста, и по продуктивности показали лучшие результаты, чем другие сорта. Наименее продуктивным оказался сорт Тербаш, дающий 7 кг с куста. Процент плодоносящих побегов колебался между 42,8 и 58,1. Самый высокий результат — сорт Тербаш 58,1% плодоносящих побегов.

Таблица 1

ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ УРОЖАЙНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СОРТОВ ВИНОГРАДА

Сорта	Количество развивающихся почек		Плодоносящие побеги		Кол-во гроздей на 1 кусте, шт	Коэффициент урожайности		Урожайность с одного куста
	штук	%	штук	%		побегов	куста	
Баяншире	58,1	97,6	28,2	48,2	36,0	1,7	0,77	13,0
Гара серме	62,5	88,7	30,4	50,9	30,2	1,0	0,81	9,0
Гезельб гара	59,7	87,9	25,6	42,8	25,6	1,0	0,78	8,0
Хамешере	62,5	86,5	33,5	53,8	36,2	1,0	0,74	8,5
Ширваншахи	61,5	91,4	29,5	49,3	31,5	1,0	0,71	9,0
Тавквери	59,8	91,5	32,5	54,3	38,6	1,7	0,73	7,5
Тербаш	64,5	89,9	37,5	58,1	37,0	1,0	0,76	7,0
Мадраса	59,0	91,3	30,5	51,6	39,9	1,6	0,84	12,0
Ркацители	58,9	87,7	32,5	55,2	38,9	1,7	0,84	13,0
Шамахи мерендиси	65,6	85,6	34,4	52,4	38,9	1,6	0,82	10,0

Также были изучены показатели гроздей винограда (Таблица 2). Определялась средняя масса гроздей, количество ягод в гроздьях, параметры гроздей: ширина, длина, процент гребня в гроздьях.

Таблица 2

МЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГРОЗДЕЙ ВИНОГРАДА

Сорта	Средняя масса, г	Количество ягод, шт	Параметры гроздей, см		Гребень, %
			длина	ширина	
Баяншире	277,5±17,63	119,0	17,8±0,52	19,5±1,05	4,0
Гара серме	423,6±26,15	106,6	21,6±0,33	14,6±1,05	3,5
Гезельб гара	483,0±9,95	65,8	18,6±1,25	12,5±0,86	4,9
Хамешере	288,6±12,95	95,5	18,2±0,96	13,5±0,57	4,5
Ширваншахи	320,0±16,35	125,0	18,5±0,97	19,5±1,28	4,6
Тавквери	366,5±17,85	114,3	19,2±0,955	14,2±0,76	4,9
Тербаш	225,0±10,23	66,9	18,2±0,67	11,0±0,68	4,8
Мадраса	285,0±12,95	94,5	18,2±0,93	12,5±0,55	4,9
Ркацители	272,0±15,47	113,0	18,5±1,83	9,5±0,45	4,0
Шамахи мерендиси	274,0±12,98	93,3	18,5±0,93	12,5±0,57	3,1

У изучаемых сортов масса гроздей колебалась в пределах 225,0–483,0 г. По средней массе гроздей наибольший показатель составил 483,0±9,95 г (Гезельб гара), а наименьший — 225,0±10,23 (Тербаш). Количество ягод в грозди колебалось в пределах 65,8–125,0. Сорт с наименьшим количеством ягод в грозди — Гезельб гара (65,8 шт), а с наибольшим количеством ягод — Ширваншахи (125 шт.). Процентное содержание гребня в гроздьях колебалось в пределах 3,1–4,9%. Самый низкий показатель количества гребня составил 3,1% (Шамахи мерендиси), а самый высокий — по 4,9 % (Гезельб гара и Мадраса). Масса 100 ягод, количество ягод в 100 г, процентное содержание мякоти, кожицы и семян в ягодах, параметры ягод: длина и ширина, масса 100 ягод представлены в Таблице 3.

Таблица 3

АНАЛИЗ ЯГОД СОРТОВ ВИНОГРАДА

Сорта	Масса 100 ягод, г.	Кол-во ягод в 100 г, шт.	Ягод, %			Параметры ягод, мм		Масса 100 семян, г
			Мякоть	Кожура	Семена	Длина	Ширина	
Баяншире	363,9±7,57	14,3±0,20	88,5±0,50	7,3±0,33	4,2±0,10	24,2±0,10	23,0±0,10	5,75±0,02
Гара серме	377,1±8,91	26,5±0,92	89,6±0,94	6,5±0,10	3,9±0,23	22,5±0,01	19,2±0,02	7,3±0,67
Гезель гара	552,0±10,14	11,6±0,36	75,9±0,42	14,5±0,65	9,6±0,28	23,0±0,04	25,0±0,06	14,3±0,54
Хамешере	280,0±12,04	55,6±0,14	88,4±0,67	8,1±0,35	3,5±0,05	16,0±0,01	16,0±0,03	5,0±0,21
Ширваншахи	452,0±11,25	24,3±0,35	85,5±0,54	10,3±1,02	4,2±0,01	21,0±0,04	22,0±0,10	8,0±1,03
Тавквери	273,0±8,92	37,0±0,34	90,5±1,17	6,0±0,63	3,5±20,13	22,0±0,06	21,0±0,12	9,2±0,65
Тербаш	481,0±12,17	20,8±0,13	88,0±0,68	8,5±0,51	3,4±0,06	18,0±0,04	17,5±0,04	11,0±0,36
Мадраса	285,0±9,156	37,5±0,21	90,0±0,91	6,0±0,23	3,5±0,23	21,0±0,06	21,0±0,11	8,0±0,25
Ркацители	345,0±10,25	28,5±0,41	89,3±1,52	6,5±1,03	4,2±0,62	19,5±0,06	19,0±0,05	8,0±1,06
Шамахи мерендиси	346,0±10,26	29,0±0,40	89,2±1,52	6,7±1,03	4,1±0,62	19,4±0,05	19,0±0,04	8,0±1,06

Показатель массы 100 ягод колебался в пределах от 273 г до 552,0 г. Масса 100 ягод была наименьшей у сорта Тавквери (273,0±8,92 г), а наибольшей у сорта Гезель гара (552,0±10,14 г). Количество ягод в 100 г варьирует от 11,6 до 37,5 шт. В 100 г наименьшее количество ягод составило 11,6±0,36 шт. (Гезель гара), а наибольшее количество ягод — 37,5±0,21 шт. (Мадраса). Наименьшее содержание мякоти в ягодах — 75,9±0,42% (Гезель гара), а самые высокие показатели — 90,5±1,17% и 90,0±0,91% (Тавквери и Мадраса).

Таблица 4

ОБЩИЙ ВЫХОД СОКА, САХАРИСТОСТЬ И КИСЛОТНОСТЬ СОРТОВ ВИНОГРАДА

Сорт	Выход сока, %				Сахаристость, г/100 см ³				Кислотность, г/дм ³			
	2019	2020	2021	Среднее число	2019	2020	2021	Среднее число	2019	2020	2021	Среднее число
Баяншире	84.5	83.6	85.5	84,5±0,67	18.5	19.0	20.0	19,3±0,53	5.7	5.8	5.9	5,8±0,20
Гара серме	82,5	80,5	84,0	83,0±0,75	17.5	18.0	16.5	17,3±0,35	6.5	6.4	6.2	6,3±0,56
Гезель гара	85.0	86.0	87.0	86,0±1,38	16.5	15.5	17.0	16,0±0,65	6.0	6.5	7.0	6,5±0,16
Хамешере	85,5	83,5	84,0	84,3 ±0,50	16.5	17.0	16.0	16,5±0,27	7.8	6.9	7.5	7,4±0,56
Ширваншахи	83.0	82.4	83.0	82,8±1,46	19.0	19.3	19.5	19,2±0,24	6.5	6.9	7.5	6,9±0,61
Тавквери	84.0	82.0	83.0	83,0±2,15	18.0	19.0	18.5	18,5±0,46	6.8	6.7	6.5	6,7±0,72
Тербаш	83,5	81,5	85,1	83,5±2,14	18.0	19.4	18.5	18,6±0,28	7.0	7.5	7.0	7,2±0,86
Мадраса	84,0	83,0	84,5	83,8 ±1,42	19.5	19.2	18.0	18,9±0,51	6.7	6.9	7.3	7,0 ±0,51
Ркацители	82.0	84.0	84.0	83,4±0,45	17.0	16.0	16.0	16,8±0,32	7.5	7.5	7.5	7,5±0,34
Шамахи мерендиси	84.2	85.0	84.0	84,4±2,46	18.0	18.5	18.5	18,0±0,25	6.7	6.6	6.9	6,4±0,26

Сорта винограда ценятся в основном за обилие углеводов. У столовых сортов сахаристость продукта в основном умеренная (17–19 г/дм³), но в технической промышленности и виноделии — чем выше сахаристость ягод, тем они ценнее. Ниже

приведены результаты анализа по общему выходу сока, сахаристости и кислотности аборигенных сортов винограда (Таблица 4).

В целом, независимо от сроков созревания, у сортов винограда различают 3 периода созревания: период первичного созревания; период технического созревания; период полного физиологического созревания [1].

В течение 2019–2021 годов были определены: общий выход сока, сахаристость и кислотность сортов винограда, произрастающих на территории Самухского района, и рассчитан средний показатель (Таблица 4).

Общий выход сока из урожая винограда по сортам делится на следующие группы: средний сок — 3,12%, высокий сок — 41,9%, высший сок — 54,8%. Суммарный выход сока между сортами колебался от 82,8% до 86,0%. Среди изучаемых сортов наименьший выход сока составил $82,8 \pm 1,46$ (Ширваншахи), а самый высокий выход сока отмечен — у сорта Гезель гара ($86,0 \pm 1,38$). Также высокие показатели выхода сока были у сортов Баяншира ($84,5 \pm 0,67\%$), Хамашара ($84,3 \pm 0,50\%$), Шамаха марандиси ($84,4 \pm 2,46\%$).

Все изучаемые сорта имеют среднюю сахаристость. Содержание сахара между сортами колебалось в пределах $19,3$ – $16,0$ г/см³. Сорт с самым высоким содержанием сахара — Баяншира ($19,3 \pm 0,53$ г/см³), а с самым низким — Гезель гара ($16,0 \pm 0,65$ г/см³). Сорт Ширваншахи с сахаристостью $19,2 \pm 0,24$ г/см³ уступает только сорту Баяншира с его высокой сахаристостью. Кислотность у изучаемых сортов колебалась в пределах $5,8$ – $7,5$ г/дм³. У сорта Ркацители выявлена высокая кислотность — $7,5 \pm 0,34$ г/дм³, у сорта Баяншира — низкая ($5,8 \pm 0,20$ г/дм³). Хамаша так же, как и Ркацители имеет высокий показатель кислотности — $7,4 \pm 0,56$.

Показатель урожайности у Баяншире и «Ркацители — по 13 кг урожая с одного куста, что превосходит урожайность других сортов. Самый высокий показатель по средней массе гроздей был у сорта Гезель гара ($483,0 \pm 9,95$), а самый низкий — у сорта Тербаш ($225,0 \pm 10,23$). В грозди наименьшее количество ягод было у сорта Гезель гара — 65,8 штук, а наибольшее количество — у сорта Ширваншахи, 125 штук. Меньшее количество ягод в 100 г — у Гезель гара с показателем $11,6 \pm 0,36$, а большее количество ягод — сорт Мадраса ($37,5 \pm 0,21$). Высокое процентное содержание мякоти в ягодах имели сорта Тавквери и Мадраса.

Результаты данного исследования позволяют сделать заключение, что использование вышеуказанных сортов для развития виноградарства в техническом направлении в Самухском районе считается целесообразным.

Список литературы:

1. Гулиев В. М. Основные генетические характеристики гроздей и ягод у аборигенных сортов винограда // Известия Нахчыванского отделения НАНА. 2010. №4. С. 85-92.
2. Гулиев В. М. Ампелография Нахчыванской автономной республики. Нахчывань. 2012. 585 с.
3. Гулиев В. М., Панахов Т. М., Салимов В. С. Азербайджанская ампелография. Баку, 2017.
4. Бейбулатов М. Р., Урденко Н. А., Тихомирова Н. А., Буйвал Р. А. Оценка потенциала аборигенных и местных сортов винограда для управления процессом формирования урожая // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2019. №57. С. 60–71. <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2019-3-57-60-71>
5. Волынкин В. А., Полулях А. А. Современные представления о систематике винограда // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2018. Т. 20. №4. С. 16–18.

6. Алексеенко С. П., Кравченко Р. В. Агробиологическая характеристика перспективных темноягодных столовых сортов винограда на Кубани // Концепции фундаментальных и прикладных научных исследований. 2018. С. 22.

7. Эседов Г. С., Мукайлов М. Д. Оценка перспективности интродуцированных сортов винограда в условиях Южного Дагестана // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. 2019. Т. 25. С. 128–133.

References:

1. Guliev, V. M. (2010). Osnovnye geneticheskie kharakteristiki grozdei i yagod u aborigennykh sortov vinograda. *Izvestiya Nakhchyvanskogo otdeleniya NANA*, (4), 85-92. (in Azerbaijani).

2. Guliev, V. M. (2012). Ampelografiya Nakhchyvanskoi avtonomnoi respubliki. Nakhchivan'. (in Azerbaijani).

3. Guliev, V. M., Panakhov, T. M., & Salimov, V. S. (2017). Azerbaidzhanskaya ampelografiya. Baku. (in Azerbaijani).

4. Beibulatov, M. R., Urdenko, N. A., Tikhomirova, N. A., & Buival, R. A. (2019). Otsenka potentsiala aborigennykh i mestnykh sortov vinograda dlya upravleniya protsessom formirovaniya urozhaya. *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii*, (57), 60–71. (in Russian). <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2019-3-57-60-71>

5. Volynkin, V. A., & Polulyakh, A. A. (2018). Sovremennye predstavleniya o sistematike vinograda. *Magarach. Vinogradarstvo i vinodelie*, 20(4), 16-18. (in Russian).

6. Alekseenko, S. P., & Kravchenko, R. V. (2018). Agrobiologicheskaya kharakteristika perspektivnykh temnoyagodnykh stolovykh sortov vinograda na Kubani. In *Kontseptsii fundamental'nykh i prikladnykh nauchnykh issledovaniy*, 22. (in Russian).

7. Esedov, G. S., & Mukailov, M. D. (2019). Otsenka perspektivnosti introdutsirovannykh sortov vinograda v usloviyakh Yuzhnogo Dagestana. *Nauchnye trudy Severo-Kavkazskogo federal'nogo nauchnogo tsentra sadovodstva, vinogradarstva, vinodeliya*, 25, 128-133. (in Russian).

*Работа поступила
в редакцию 07.06.2022 г.*

*Принята к публикации
11.06.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Асланова Ф. А. Агробиологические свойства некоторых аборигенных технических сортов винограда Самухского района // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 46-51. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/07>

Cite as (APA):

Aslanova, F. (2022). Agrobiological Properties of Some Native Technical Grape Varieties of Samukh District. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 46-51. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/07>

УДК 631.41
AGRIS P32

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/08>

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СТРУКТУРЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ГОБУСТАНА

©*Манаfoва Ф. А.*, канд. биол. наук, Институт почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана,
г. Баку, Азербайджан, fidan-1000@rambler.ru

ADDITIONAL INFORMATION ON THE STRUCTURE OF THE SOIL COVER OF GOBUSTAN

©*Manafova F.*, Ph.D., Institute of Soil Science and Agrochemistry of Azerbaijan NAS,
Baku, Azerbaijan, fidan-1000@rambler.ru

Аннотация. Территория Гобустана — горная зона со сложным рельефом. Горное плато располагается в северо-западной части. Для определения структур почвенного покрова Гобустана был применен метод пластики рельефа. Выделены 3 типа структур почвенного покрова: древовидно-концентрический тип (Гобустан-Апшеронский прогиб), луковично-собирающий тип, древовидный тип вулканического происхождения. Определены внутренние качества этих структур: их почвенное содержание, характерные для них физико-химические, биологические свойства.

Abstract. The territory of Gobustan is a mountainous zone with a complex relief. The mountain plateau is in the northwestern part. To determine the structures of the soil cover of Gobustan, the method of relief plastics was applied. Three types of soil cover structures have been distinguished: tree-like concentric type (Gobustan-Absheron trough), bulbous-collecting type, tree-like type of volcanic origin. The internal qualities of these structures were determined: their soil content, their characteristic physical-chemical, biological properties.

Ключевые слова: Гобустан, рельеф, структура почвенного покрова, пластика рельефа.

Keywords: Gobustan, relief, structure of soil cover, relief plasticity.

Гобустанский район расположен в восточной части Шемахи и в 101 км от г. Баку. Рельеф — абразионно-скалистый. Почвенный покров здесь разнообразен. В восточной части Гобустана распространены серо-бурые солонцеватые, на северо-западе — серо-коричневые почвы. Растительный покров Гобустана также разнообразен, из 4000 видов растений Азербайджана — 470 видов можно встретить здесь. Большинство из них цветущие растения [4, 5].

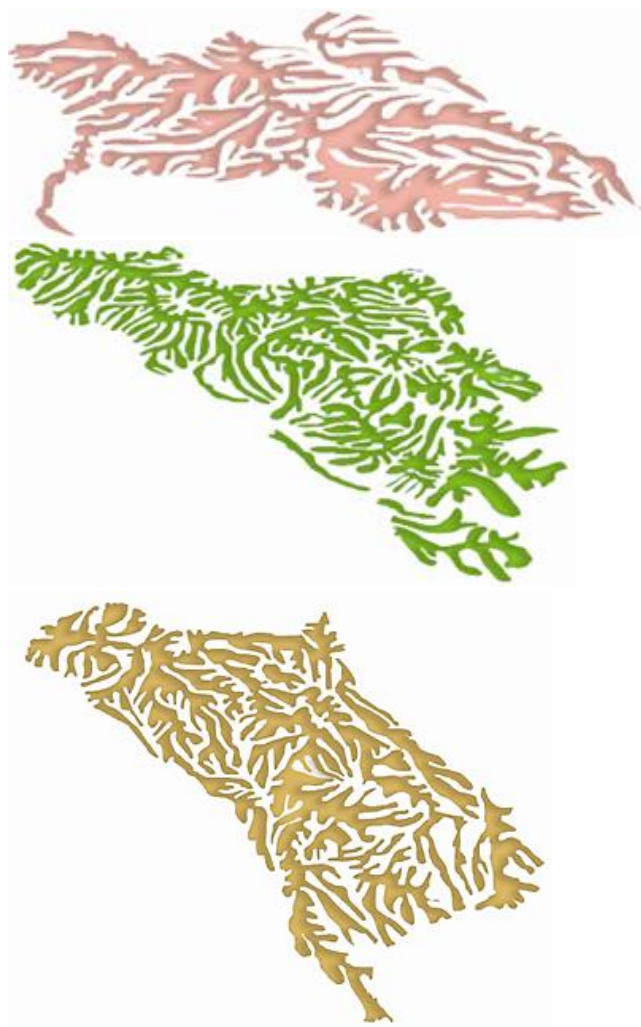
Территория Гобустана — горная зона со сложным рельефом, который сложен долинами, оврагами, скалами. Согласно географии, горные склоны разделены на три области: плоскогорья, холмогорья, равнины. Горное плато покрывает северо-западную часть Гобустана. В горах у Аджыдьяря развился глиняный карст. Поэтому здесь распространен карстовый ландшафт. Большую роль в формировании рельефа Гобустана играли ветра, осадки и грязевые вулканы. Гобустан богат нефтью и газом. Их естественными признаками являются грязевые вулканы. На территории района расположены Джайирли, Шорсулу, Коланы, Шейхярли и

другие грязевые вулканы. В районе большие резервы различных строительных материалов (известняк, песок, гравий, вулканический пепел, гипс, сланцы). Широко распространен типичный карстовый ландшафт [1].

Для определения структур почвенного покрова Гобустана был применен метод пластики рельефа [2]. Определены отдельные типы структур почвенного покрова на территории Гобустана — древовидно-концентрический тип СПП (Гобустано-Апшеронский прогиб), луковично-собирающий тип, древовидный тип СПП вулканического происхождения.

Впервые применены компьютерные технологии, которые позволили автоматически выделять почвы выпуклостей и вогнутостей и изобразить их на плоскости «объемно».

Почвенные структуры Апшерона разделили на несколько типов по их форме и по ориентации потоков по отношению к самым высоким (репеллеры) и самым низким (аттракторы) точкам топографической поверхности. В концепции пластики структура — это упорядоченное собирание почвенных ареалов под воздействием некоей объединяющей силы, в частности гидрографической сети. Используя результаты как собственных исследований, так и архивно-фондовые материалы каждая структура получила свою характеристику, которая представлена на Рисунке [3].



а) Луковично-собирающий тип СПП на западе Апшерона

б) Древовидный тип вулканического происхождения

в) Древовидно-концентрический тип СПП (Гобустано-Апшеронский прогиб)

Рисунок. Типы почвенных структур

1) *Древовидно-концентрический тип (Гобустано-Апшеронский прогиб)* (Рисунок).

Сильно расчленен и запутан. Отличается разнообразным почвенным составом.

Здесь присутствуют серо-коричневые обыкновенные, слабосолонцеватые, почвогрунты сильно расчлененных склонов, серо-коричневые светлые слабосо-лонцеватые, серо-бурые, высокогипсоносные, серо-бурые неполноразвитые, на современных элювиально-делювиальных отложениях склонах. Суглинки с редкими включениями выветрелых обломков пород.

Мощные пачки известняков с дневной поверхности (20–50 м), подстилаемые толщей глин с подчиненными пропластками песков, песчаников, ракушечных известняков.

2) *Луковично-собирающий тип* (Рисунок) расположен в западной части Абшерона в районе Чеильдаг. Он имеет эллиптическую форму потоки устремлены к центру луковицы. Почвы в основном здесь серо-коричневые обыкновенные, серо-коричневые светлые разной степени мощности, засоления и солонцеватости; серо-бурые неполноразвитые. Возможно, что здесь когда-то была озерная впадина. Об этом можно судить по форме направления потоков [4].

Породы: плиоцен-акчагыльская глина с прослойками песков, песчаников, мергелистых отложений и выбросами грязевых вулканов.

3) *Древовидный тип вулканического происхождения* (Рисунок) занимает часть территории Алятской гряды, часть Гобустана, г. Турагай. Структура, как видно по рисунку раздроблена. Она нарушена многочисленными грязевыми вулканами. Это тектонически нарушенная структура.

Здесь присутствуют серо-бурые солончаковато-солонцеватые, серо-бурые неполноразвитые почвы, а также солончаки, неполноразвитые такыровидные почвы, выходы плотных пород, техногенные земли [6].

Породы: современные отложения грязевых вулканов. Сопочная брекчия-неслоистые глины с угловатыми обломками скальных пород с сильно-развитой овражно-балочной эрозией [5]. Ниже приведено описание почвенного состава типов СПП.

ПОЧВЕННЫЙ СОСТАВ СТРУКТУР ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

Типы СПП	Площадь, га	Название почвы
I. Древовидный концентрический тип	84260	Серо-коричневые светлые солонцеватые
		Серо-коричневые светлые слабосолонцеватые
		Серо-коричневые светлые глубинно-гипсоносные
		Серо-коричневые светлые неполноразвитые
		Серо-бурые солончаковые
		Серо-бурые солонцеватые
		Серо-бурые солончаковато-солонцеватые
		Серо-бурые глубинно-засоленные
		Серо-бурые неполноразвитые солончаковато-солонцеватые
		Неполноразвитые такыровидные почвы
II. Луковично-собирающий тип	29600	Серо-коричневые обыкновенные
		Серо-коричневые обыкновенные гипсоносные
		Серо-коричневые обыкновенные глубинно-гипсоносные
		Серо-коричневые светлые среднеспособные
		Серо-коричневые светлые солонцеватые
		Серо-коричневые светлые глубинно-гипсоносные

Типы СПП	Площадь, га	Название почвы
		Серо-коричневые светлые неполноразвитые
		Серо-бурые глубинно-засоленные
		Серо-бурые глубинно-гипсоносные
		Серо-бурые неполноразвитые солончаковато-солонцеватые
		Почво-грунты сильно-расчлененные склонов
III. Древоидный тип СПП, вулканического происхождения	93220	Серо-коричневые обыкновенные солонцеватые
		Серо-коричневые обыкновенные слабосолонцеватые
		Серо-коричневые глубинно-гипсоносные, маломощные
		Серо-коричневые светлые среднеспособные
		Серо-коричневые светлые солонцеватые
		Серо-коричневые светлые неполноразвитые
		Серо-бурые солонцеватые
		Серо-бурые глубинно-засоленные
		Серо-бурые высоко-гипсоносные
		Серо-бурые глубинно-гипсоносные
		Серо-бурые неполноразвитые солончаковато-солонцеватые
		Прибрежные морские ракушечные пески
		Техногенные (нефтезагрязненные) земли

Выводы

1. Разработаны научные основы изучения структур почвенного покрова с учетом рельефа и геолого-геоморфологического строения, основанные на современных компьютерных технологиях.

2. Методом пластики рельефа на территории Гобустана были выделены 3 типа структур почвенного покрова: а) древоидно-концентрический (Гобустано-Апшеронский прогиб); б) луковично-собирающий тип СПП на западе Апшерона; в) древоидный тип СПП вулканического происхождения.

3. Определены внутренние качества этих структур: их почвенное содержание, характерные для них физико-химические, биологические свойства. Показана их взаимосвязь.

Список литературы:

1. Салаев М. М., Алиева Р. А., Джафарова Ч. М. Объяснительная записка к почвенной карте Апшерона. Баку, 1983. С. 3-10.
2. Степанов И. Н. Симметрия почвенного пространства // Докл. АН СССР. 1983. Т. 269. №4. 20 с.
3. Манафова Ф. А., Асланова Г. Г. Исследования структуры почвенного покрова юго-западной части Апшерона // Бюллетень науки и практики. 2020. Т. 6. №7. С. 102–116. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/56/11>
4. Манафова Ф. А., Бабаева Р. Ф. Влияние различных экологических факторов природной среды на структуру почвенного покрова Апшерона // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. №6. С. 153–169.
5. Манафова Ф. А. Структура почвенного покрова в концепции пластики рельефа // Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 5. №6. С. 51–59. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/43/08>
6. Инженерно-геологическая карта Азербайджана (М: 50000). Институт картографии и геодезии. 2004.

References:

1. Salaev, M. M., Alieva, R. A., & Dzhafarova, Ch. M. (1983). Ob'yasnitel'naya zapiska k pochvennoi karte Absheronu. Baku, 3–10. (in Azerbaijani).
2. Stepanov, I. N. (1983). Symmetry of soil space. *Report of the USSR Academy of Sciences*, 269(4), 20. (in Russian).
3. Manafova, F., & Aslanova, G. (2020). The Study of Soil Cover Structure Southwestern Part of Absheron. *Bulletin of Science and Practice*, 6(7), 102–106. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/56/11>
4. Manafova, F., & Babayeva, R. (2018). Various ecological factors influence of the natural environment on the structure of the Absheron soil cover. *Bulletin of Science and Practice*, 4(6), 153–169. (in Russian).
5. Manafova, F. (2019). The Soil Cover Structure in the Concept of Relief Plastic. *Bulletin of Science and Practice*, 5(6), 51–59. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/43/08>
6. Inzhenerno-geologicheskaya karta Azerbaidzhana (M: 50000) (2004). Institut kartografii i geodezii. (in Azerbaijani).

*Работа поступила
в редакцию 07.06.2022 г.*

*Принята к публикации
11.06.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Манаfoва Ф. А. Дополнительные сведения о структуре почвенного покрова Гобустана // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 52-56. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/08>

Cite as (APA):

Manafova, F. (2022). Additional Information on the Structure of the Soil Cover of Gobustan. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 52-56. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/08>

УДК 633.031
AGRIS F01

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/09>

РОЛЬ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ РОСТОВЫХ ВЕЩЕСТВ В ЖИЗНИ РАСТЕНИЙ И ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕПАРАТА НАНО-ГРО ДЛЯ КОРМОВОЙ СВЕКЛЫ

©*Заманова Р. М., Научно-исследовательский институт земледелия,
г. Баку, Азербайджан, zahid.mustafayev67@mail.ru*

THE ROLE OF PHYSIOLOGICALLY ACTIVE GROWTH SUBSTANCES IN PLANT LIFE AND APPLICATION OF THE NANO-GRO PREPARATION FOR FODDER BEET

©*Zamanova R., Research Institute of Agriculture,
Baku, Azerbaijan, zahid.mustafayev67@mail.ru*

Аннотация. В статье рассматривается значение регуляторов роста, имеющих важное значение в жизни сельскохозяйственных растений, и влияние на кормовую свеклу впервые примененного в Азербайджане препарата Нано-Гро. Отмечается, что исследования проводились на фоне двух удобрений $N_{60}P_{45}K_{90} + 20$ т и $N_{160}P_{90}K_{210} + 20$ т навоза. В ходе исследования необходимое количество семян замачивали в водном растворе 2 и 4 гранул Нано-Гро перед посевом и опрыскивали зеленую массу 3 раза в течение вегетационного периода. В результате исследований в варианте $N_{160}P_{90}K_{210} + 20$ т навоза и опрыскивания Нано-Гро с 4-я гранулами на листовую массу продуктивность корнеплода составила 880,6 ц/га, это на 128,4% больше по сравнению с контрольным вариантом и на 20,8% выше по сравнению с фоновым вариантом.

Abstract. The article examines the importance of growth substances, which are important in the life of agricultural crops, and the effect of Nano-Gro preparation, which we used for the first time in our country, on fodder beet. It is noted that the study was conducted on the background of two fertilizers $N_{60}P_{45}K_{90} + 20$ t and $N_{160}P_{90}K_{210} + 20$ t manure. During the study, the required number of seeds was soaked in an aqueous solution of 2 and 4 Nano-Gro granules before sowing and the green mass was sprayed 3 times during the growing season. As a result of the research, $N_{160}P_{90}K_{210} + 20$ t of manure and 4 grains of Nano-Gro were sprayed on the leaf mass, the productivity of root crop was 880,6 cwt/ha, growth was 128,4% compared to the control variant and 20,8% compared to the background variant.

Ключевые слова: Нано-Гро, регуляторы роста растений, кормовая свекла, растение, семена.

Keywords: Nano-Gro, plant growth substances, fodder beet, plant, seed.

Кроме углеводов, жиров и белков, составляющих основную массу органических веществ растений, существуют вещества, чрезвычайно важные для жизни живых организмов и называемые ростовыми веществами. Эти вещества состоят из микроэлементов и регулируют жизнедеятельность растений, воздействуя на их физиологически активные точки.

По действию ростовых веществ они делятся на 3 группы: те, что регулируют протоплазму, активируют деление и рост клеток [6].

Повышение или понижение концентрации микроэлементов в растениях ослабляет и даже разрушает их. У зеленых растений ауксин встречается в меристеме точек апекса, на верхушечной почке и (в физиологически активных точках) немного на кончике корня [11].

Одним из ростовых веществ является препарат Тур, который повышает устойчивость растений к засухе, низким температурам и некоторым грибковым заболеваниям [3].

Нано-Гро состоит из-из сульфатных соединений Fe, Al, Ni, Mn, Mg, Ag и сахарозы. Масса одной гранулы 0.05 г. Нано-Гро распыляется в виде капель дождя для роста растений. Его также наносят на зерновые, бобовые, фруктовые, овощные, декоративные растения, деревья, кустарники и травы перед посадкой и в период вегетации [8].

С целью увеличения количества и качества продукта из поля были проведены научные исследования по изучению действия Нано-Гро представляющего собой применение современных нанотехнологий в сельском хозяйстве, на кормовую свеклу на фоне минеральных и органических удобрений.

Материалы и методика

Полевые опыты проводились в 2014–2016 гг. на территории Апшеронского подсобного опытного хозяйства. Проведен двухфакторный полевой опыт с использованием сорта «Свекла белая полусахарная». Полевой опыт заложен в 4 повторности, 6 вариантах, 2 схемах, норма высева 14 кг/га, схема посева 70 x 30 см. Предшественником был смешанный посев бобовых и злаковых культур. Исследования проводились в соответствии с агроправилами, разработанными для кормовых растений.

Результат и обсуждение

1. Кормовая свекла. 2. Органические и минеральные удобрения. ($N_{60}P_{45}K_{90}$ + навоз 20 т (Фон-1), ($N_{160}P_{90}K_{210}$ + навоз 20т (Фон-2). 3. Физиологически активное ростовое вещество Нано-Гро. Применение методик играет ключевую роль в научном анализе почвенных процессов и прогнозировании на научной основе. В связи с этим выбор методов исследования представляется целесообразным. С учетом этого для аналитического анализа в исследовательский период использовались следующие классические и общепризнанные методы. Для изучения агрохимических свойств почвы из слоев 0–20, 20–40, 40–60, 60–80 см классическим методом были взяты почвенные срезы и определены агрохимические показатели.

В почвенных пробах рН был определен в потенциометре, общий гумус определяли по И. В. Тюрину, общий азот (N) по Кельдалью, общий фосфор (P) по К. Э. Гинзбургу, подвижный фосфор (P_2O_5) по Б. П. Мачигину, общий калий (K), по П. К. Смитю, обменный калий (K_2O) по П. В. Протосову. Карбонатный осадок определяли пламенным фотометром, влажность почвы — высушиванием в термостате при 105 °С.

Изучено количество усваиваемых форм элементов питания в почвах опытного участка. Были установлены следующие показатели: рН почвы (0–20, 20–40, 40–60, 60–80 см) 8,3–8,6, карбонат кальция ($CaCO_3$) 17,34–24,46%, общий азот 0,06–0,07%, общий гумус 1,31–0,86%, подвижный фосфор P_2O_5 (легкоусвояемый) 12,7 мг, обменный калий K_2O — 207 мг, а в нижних слоях уменьшается. По принятой в Азербайджане градации почва опытного поля очень бедна фосфором и калием.

Слабая обеспеченность почв региона основными элементами питания обуславливает необходимость применения органических и минеральных удобрений. Мировой опыт

показывает, что ростовые вещества и микроэлементы вносят в растения на фоне удобрений. Целью исследований было не изучение оптимальных норм удобрений, а определение влияния ростового вещества Нано-Гро на высоту, развитие, продуктивность, качество продукции кормовой свеклы на фоне минеральных и органических удобрений.

Поэтому в наших исследованиях действие Нано-Гро определяли на фоне двух разных норм удобрения $N_{60}P_{45}K_{90}$ +навоз 20 т (Фон-1) и $N_{160}P_{90}K_{210}$ +навоз 20 т (Фон-2). Семена замачивали Нано-Гро перед посевом и опрыскивали зеленую массу 3 раза в течение вегетационного периода. Перед посевом 2 и 4 гранул Нано-Гро растворяют в 1 л воды и заранее изготовленное в нужном количестве семян в мешочках замачивают в отдельных пластиковых емкости на 30 и 60 сек. В качестве нормы расхода на зеленую массу вносили 2 гранулы (0,001 кг/га) и 4 гранулы (0,002 кг/га) из расчета на 300 л воды методом опрыскивания.

1. Контроль-семена замачивают в обычной воде и высевают.
2. Семена замачивали в водном растворе Нано-Гро из расчета 2 гранулы (0,001 кг/га) в течение 30 секунд.
3. Семена замачивали в течение 30 секунд в водном растворе. Нано-Гро из расчета 4 гранулы (0,002 кг/га).
4. Семена замачивали в растворе 2 гранулы (0,001 кг/га) в водном растворе Нано-Гро в течение 60 секунд.
5. Семена замачивали в растворе 4 гранулы (0,002 кг/га) в водном растворе Нано-Гро в течение 60 секунд.

Известно, что шелуха семян свеклы, образованная путем соединения нескольких семян, замачивается в Нано-Гро на 30 и 60 секунд и этого мало. Но это исследовательская работа, мы подошли к ней относительно по-разному. Плюсы и минусы исследований неизбежны. Во многих исследованиях, проведенных в мире и в Азербайджане, другие исследователи описывают замачивание семян в течение нескольких часов или дней, как правило, веществом, содержащим один или несколько элементов. Физиологически активный Нано-Гро, который мы используем, представляет собой органическое соединение сульфатов Fe, Al, Ni, Mn, Mg, Ag и сахарозы, согласно данным производителя. Какой же эффект от вещества с таким составом за пол минуты, и за одну минуту? После замачивания семян Нано-Гро на 30–60 секунд и посева в полевой всхожести за 3 года не было большой разницы. Всходы со всех вариантов были получены одновременно.

Однако, в течение вегетации в то время, как мы наблюдали мучнистую росу и свекольную тлю в вариантах контроля вегетации то в вариантах с Нано-Гро не наблюдалось ни болезней, ни вредителей. По-видимому, возбудители болезней и вредителей в семенных коробочках кормовой свеклы были уничтожены под действием Mn и Ag, содержащихся в веществе Нано-Гро. В течение вегетационного периода наблюдали значительные изменения в листовой массе растения и рост корнеплода под влиянием опрыскивания.

Поскольку климат Апшеронской зоны относится к сухому климатическому типу, среднегодовая температура колеблется в пределах 10–14,5 °С, а среднемесячная температура июля колеблется в пределах 21–27 °С. Поэтому в июле-августе свекле требуется больше воды. Поэтому опытные площадки поливали в течение года в зависимости от месячной потребности растений. В поле эксперимента были своевременно проведены все агротехнические мероприятия по уходу в соответствии с методикой и агроправилами, разработанными для региона. Схема посева и опрыскивания представлены в Таблице. Перед посевом 2 и 4 гранул Нано-Гро растворяют в 1 л воды и заранее изготовленное в нужном количестве семян в

мешочках замачивают в отдельных пластиковых емкости на 30 и 60 сек (0,001 кг/га) и 4 гранул (0,002 кг /га) наносят на растения опрыскиванием.

Таблица

СХЕМА ЗАМАЧИВАНИЯ И ПОСЕВА СЕМЯН
 ПРЕПАРАТОМ НАНО-ГРО НА ОПЫТНОМ ПОЛЕ

I схема	II схема
1. Контроль	1. Контроль
2. N ₆₀ P ₄₅ K ₉₀ + навоз 20т (Фон-1)	2. N ₁₆₀ P ₉₀ K ₂₁₀ + навоз 20т (Фон-2).
3. Фон-1 +2 гранулы (30 сек.)	3. Фон-2.+2 гранулы (30 сек.)
4. Фон-1 +4 гранулы (30 сек.)	4. Фон-2.+4 гранулы (30 сек.)
5. Фон-1 +2 гранулы (60 сек.)	5. Фон-2.+2 гранулы (60 сек.)
6. Фон-1 +4 гранулы (60 сек.)	6. Фон-2.+4гранулы (60 сек.)

СХЕМА ОПРЫСКИВАНИЯ ЛИСТЬЕВ
 ПРЕПАРАТОМ НАНО- GRO НА ОПЫТНОМ ПОЛЕ

I схема	II схема
1. Контроль	1. Контроль
2. N ₁₆₀ P ₉₀ K ₂₁₀ + навоз 20т (Фон-2)	2. N ₁₆₀ P ₉₀ K ₂₁₀ + навоз 20т (Фон-2).
3. Фон-1 +2 гранулы	3. Фон-2.+2 гранулы
4. Фон-1 +4 гранулы	4. Фон-2.+4 гранулы
5. Фон-1 +2 гранулы	5. Фон-2.+2 гранулы
6. Фон-1 +4 гранулы	6. Фон-2.+4гранулы

Результаты и их обсуждение

В соответствии с целью исследования мы целенаправленно сокращаем объяснение результатов и поясняем только 4 наиболее важных варианта. Влияние Нано-Гро на урожайность корнеплодов кормовой свеклы показано на рисунке.

В результате исследования наибольшая урожайность кормовой свеклы за 3 года составила 880,6 ц/га в варианте опрыскивания N₁₆₀P₉₀K₂₁₀ + 20 т навоза и Нано-Гро с 4 гранулами на листовую массу, что больше на 128,4% чем контрольный вариант и 20,8% по сравнению с вариантом N₁₆₀P₉₀K₂₁₀ + 20 т навоза. Так, установлено, что продуктивность внесения N₁₆₀P₉₀K₂₁₀ + навоз под свеклу в количестве 20 т (Фон-2) и Нано-Гро в 4 раза выше, чем на фоновом и безудобрительном.

В полевых опытах опрыскивание физиологически активного вещества Нано-Гро на фоне различных минеральных и органических удобрений вариант опрыскивания 4-я гранулами (0,002 кг/га) Нано-Гро в обеих схемах оказало наилучшее влияние на урожайность роста и развития кормовой свеклы и корнеплодов и листовой массы.

Урожайность кормовой свеклы увеличилась с 385,8 ц/га до 880,6 ц/га в зависимости от разных норм внесения физиологически активного Нано-Гро на фоне минеральных и органических удобрений по сравнению с неудобренным и фоновым вариантом на всех вариантах эксперимента. В результате замачивания семян в 0,05%-м растворе микроудобрения дополнительно к контролю было получено 0,8–0,3% сухого вещества и 0,6–2,6% сахара [4].

При внесении на сахарную свеклу 3 кг микроэлементов Cu, Zn, Mn на фоне N₉₀P₉₀K₉₀ на промытых серо-бурых почвах Нахичеванской АР продуктивность корнеплодов составила 52,3% под влиянием Zn и 21,3% под влиянием Cu. За счет влияния Mn она увеличилась на 63,8% [2].

Семена кормовой свеклы перед посевом замачивали в течение 24 часов в 0,05% растворе марганца, бора, молибденовой кислоты и микроудобрения, сушили в тени, в результате чего

было получено 43,9–117,5 ц/га урожая корнеплода и 109,0 ц/га дополнительной листовой продукции [5].

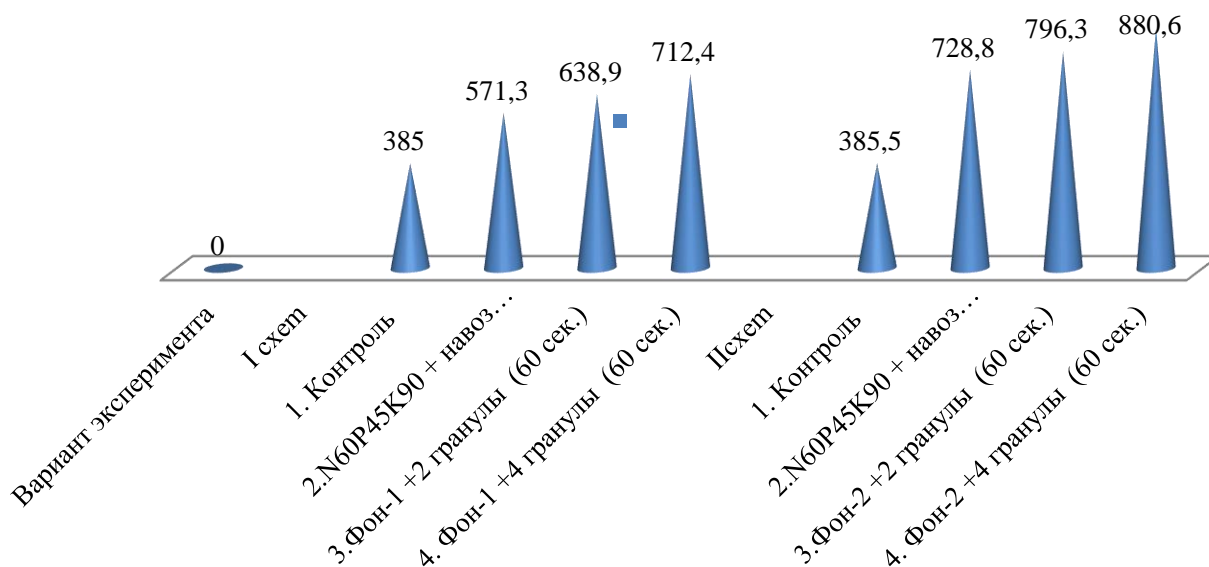


Рисунок. Урожайность корнеплодов после третьего опрыскивания Нано-Гро

$N_{90}P_{90}K_{90}$ и $N_{90}P_{90} + 10$ т на фоне навоза при внесении нефтяного ростового вещества из кормовой свеклы получали на 9–20% больше продукта, чем контроль [1].

После применения Нано-Гро за сутки до посева урожайность на Маргарите повысилась до 2,83–3,80 т/га, на Марусе 2,71–3,81 т/га, на Софии 2,25–3,35 т/га [9]. Под влиянием Нано-Гро продуктивность яровой пшеницы увеличилась на 21,3%, ярового ячменя — на 19,6% (Рисунок) [10].

Таким образом, при проведении исследования в фазу интенсивного развития листьев кормовой свеклы рекомендуется опрыскивание раствором Нано-Гро 4 гранулы (0,002 кг/га).

Список литературы:

1. Агабалаев Ф. А. Влияние минеральных и новых видов удобрений на урожайность сахарной и кормовой свеклы в условиях Южной Мугани Азербайджанской ССР: автореф. ... канд. с.-х. наук. Баку, 1965. 30 с.
2. Шакури Б. К., Байрамов Б. С. Микроэлементы в сероземных почвах Нахичеванской Автономной республики и их влияние на урожай сахарной свеклы // Юг России: экология, развитие. 2009. №3. С. 100–103.
3. Джафаров И. Фитотерапия. Препараты, ретарданты, влияющие на рост и развитие растений. Баку, 2002.
4. Алнагиев Г. Влияние семян, обработанных микроэлементами, на продуктивность и качество свеклы // Тематический сборник АЗ НИИ. 1974. Т. 1. С. 29–30.
5. Алнагиев Г. Влияние микроудобрений на урожайность и качество сахарной свеклы в условиях Гедабекского района // Тематический сборник АЗ НИИ. 1976. Т. 2. С. 3.
6. Сейидалиев Н., Курбанов Ф., Мамедова М. Семеноводство. Баку, 2014.
7. Воробьев С. А. Культура земледелия в СССР. М.: Знание, 1967. 62 с.
8. Воропаева Н. Л., Фиговский О. Л. Нанотехнологии предпосевной обработки семян с использованием (нано) чипов // Инженерный вестник Дона. 2014. Т. 28. №1. С. 86.

9. Воробьева Т. М. Продуктивность яровой пшеницы в зависимости от сортовых особенностей и предпосевной обработки семян в условиях Волго-Вятского региона: Автореф. ... канд. с.-х. наук. Кинель, 2013. 19 с.

10. Куркина Ю. Н., Газманов Р. О., Кочетов В. М. Влияние препарата Нано-Гро на урожайность и качество зерна яровой пшеницы и ячменя // Региональные геосистемы. 2010. Т. 11. №9 (80). С. 59–64.

11. Петербургски А. Агрехимия. М., 1966.

References:

1. Agabalaev, F. A. (1965). Vliyanie mineral'nykh i novykh vidov udobrenii na urozhainost' sakharnoi i kormovoi svekly v usloviyakh Yuzhnoi Mugani Azerbaidzhanskoï SSR: avtoref. ... kand. s.-kh. nauk. Baku. (in Russian).

2. Shakuri, B. K., & Bairamov, B. S. (2009). Mikroelementy v serozemnykh pochvakh Nakhichevanskoï Avtonomnoi respubliky i ikh vliyanie na urozhai sakharnoi svekly. *Yug Rossii: ekologiya, razvitie*, (3), 100–103. (in Azerbaijani).

3. Dzhaferov, I. (2002). Fitoterapiya. Preparaty, retardanty, vliyayushchie na rost i razvitie rastenii. Baku. (in Azerbaijani).

4. Alnagiev, G. (1974). Vliyanie semyan, obrabotannykh mikroelementami, na produktivnost' i kachestvo svekly. *Tematicheskii sbornik AZ NII, 1*, 29–30. (in Russian).

5. Alnagiev, G. (1976). Vliyanie mikroudobrenii na urozhainost' i kachestvo sakharnoi svekly v usloviyakh Gedabekskogo raiona. *Tematicheskii sbornik AZ NII, 2, 3*. (in Russian).

6. Seiidaliev, N., Kurbanov, F., & Mamedova, M. (2014). Semenovodstvo. Baku. in Azerbaijani

7. Vorob'ev, S. A. (1967). Kul'tura zemledeliya v SSSR. Moscow. (in Russian).

8. Voropaeva, N. L., & Figovskii, O. L. (2014). Nanotekhnologii predposevnoi obrabotki semyan s ispol'zovaniem (nano) chipov. *Inzhenernyi vestnik Dona, 28(1)*, 86. (in Russian).

9. Vorob'eva, T. M. (2013). Produktivnost' yarovoi pshenitsy v zavisimosti ot sortovykh osobennosti i predposevnoi obrabotki semyan v usloviyakh Volgo-Vyatskogo regiona: Avtoref. ... kand. s.-kh. nauk. Kinel'. (in Russian).

10. Kurkina, Yu. N., Gazmanov, R. O., & Kochetov, V. M. (2010). Vliyanie preparata Nano-Gro na urozhainost' i kachestvo zerna yarovoi pshenitsy i yachmenya. *Regional'nye geosistemy, 11(9 (80))*, 59–64. (in Russian).

11. Peterburgski, A. (1966). Agrokimiya. Moscow. (in Russian).

*Работа поступила
в редакцию 09.06.2022 г.*

*Принята к публикации
14.06.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Заманова Р. М. Роль физиологически активных ростовых веществ в жизни растений и применение препарата Нано-Гро для кормовой свеклы // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 57-62. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/09>

Cite as (APA):

Zamanova, R. (2022). The Role of Physiologically Active Growth Substances in Plant Life and Application of the Nano-Gro Preparation for Fodder Beet. *Bulletin of Science and Practice, 8(8)*, 57-62. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/09>

УДК 619:576.89;619:616.995.1
AGRIS F01

https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/10

**ВЛИЯНИЕ НОРМ ВЫСЕВА И УДОБРЕНИЙ НА БИОЛОГИЧЕСКОЕ
РАЗВИТИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ ХЛОПЧАТНИКА В ГЯНДЖА-ДАШКЕСАНСКОМ
ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЙОНЕ**

**SEEDING SOWING RATES AND FERTILIZERS EFFECT ON THE *GOSSYPIUM*
BIOLOGICAL DEVELOPMENT AND YIELD IN THE GANJA-DASHKASAN
ECONOMIC REGION**

©Гусейнов Н. В., канд. с.-х. наук, Азербайджанский государственный аграрный университет, г. Гянджа, Азербайджан, n.huseynov83@mail.ru
©Ширинова И. Б., Азербайджанский государственный аграрный университет, г. Гянджа, Азербайджан, ilahashirin@gmail.com

©Huseynov N., Ph.D., Azerbaijan State Agricultural University,
Ganja, Azerbaijan, n.huseynov83@mail.ru
©Shirinova I., Azerbaijan State Agricultural University,
Ganja, Azerbaijan, ilahashirin@gmail.com

Аннотация. Рассматривается внесение навоза и минеральных удобрений под хлопчатник (*Gossypium*) на орошаемых серо-коричневых (каштановых) почвах в Гянджа-Дашкесанском экономическом районе. Определены оптимальные сроки посева и внесения минеральных удобрений. В варианте посева семян 10–15 апреля урожайность хлопчатника составила в контрольном (без удобрений) варианте за 2 года 32,8 ц/га, во втором варианте — 35,3 ц/га. Прирост составляет 3,5 ц/га или 11,3%. В третьем варианте эти показатели равны 40 ц/га; 7,2%; наиболее оптимальный результат — в варианте с внесением N₉₀P₁₂₀K₉₀, где прибавка по сравнению с контролем составила 14,4 ц/га или 46,8%. По мере увеличения норм минеральных удобрений (N₁₂₀P₁₅₀K₁₂₀) исследуемые показатели снижались относительно варианта N₉₀P₁₂₀K₉₀. На экспериментальном участке значительно увеличилась урожайность в конце вегетационного периода за счет комплексного действия минеральных удобрений при посеве 10–15 апреля. Наибольшее количество хлопка-сырца было у сорта N₉₀P₁₂₀K₉₀.

Abstract. The article discusses the application of manure and inorganic fertilizers for *Gossypium* on irrigated gray-brown (chestnut) soils in the Ganja-Dashkasan Economic Region. The optimal terms of sowing and application of inorganic fertilizers were determined. In the variant of sowing seeds on April 10–15, the *Gossypium* yield in the control (without fertilizers) variant for 2 years was 32.8 cwt/ha, in the second variant — 35.3 cwt/ha. The increase is 3.5 cwt/ha or 11.3%. In the third option, these figures are equal to 40 cwt/ha; 7.2%; The most optimal result was in the variant with the application of N₉₀P₁₂₀K₉₀, where the increase compared to the control was 14.4 cwt/ha or 46.8%. As the norms of inorganic fertilizers (N₁₂₀P₁₅₀K₁₂₀) increased, the studied indicators decreased relative to the N₉₀P₁₂₀K₉₀ variant. On the experimental site, the yield significantly increased at the end of the growing season due to the complex action of inorganic fertilizers during sowing on April 10–15. The largest amount of raw cotton was in the variety N₉₀P₁₂₀K₉₀.

Ключевые слова: хлопчатник, урожайность, минеральные удобрения, рост.

Keywords: *Gossypium*, crop yield, inorganic fertilizers, growth.

Изучение потребности растения в элементах питания на разных этапах развития имеет большое значение. Зная эти особенности развития растения, можно определить биохимическую роль отдельных элементов в растении и, с другой стороны, определить, на какой стадии наблюдается наибольшая потребность в питательных веществах. Химический состав растений зависит от того, обеспечены ли они минеральными веществами. Количество элементов питания в растении зависит от стадии развития, агротехники, обеспеченности почвы элементами питания, удобрениями, почвенно-климатическими условиями и др. [1–5].

В зависимости от сорта и вида хлопчатника, семена его содержат 17–25% и более жира, около 25% белка, 33% безазотистых веществ (крахмал, сахар и др.), 21% клетчатки, 10–20% воды. Касторовое масло широко используется в производстве кондитерских изделий. В то же время это ценный пищевой продукт и используется при приготовлении искусственного жира и маргарина в консервной промышленности. При технической переработке хлопкового масла получают глицерин, стеарин (белый жир для производства свечей) и другие продукты. Мыло и смазочное масло получают из отходов этого масла. После извлечения масла верхняя толстая скорлупа семян разделяется на скорлупу и сердцевину. Сжатая масса внутри оболочки называется жмых, продукт, который используется в качестве корма в животноводстве [1].

Поверхность семян не волокнистая, частично покрыта мелкими волокнами, а у некоторых видов полностью покрыта одиночными или двойными волокнами. Длина первого вида хлопкового волокна составляет 22 мм, и его используют для тонкого ткачества и получения ткани. Другие типы волокон — для производства автомобильных и корабельных волокон и др. Хлопковая мука, имеющая короткие волокна, — гидролизуется и содержащиеся в ней полисахариды — расщепляются [2, 5].

Сахар-сорбит также получают из хлопка. Он используется в медицине для лечения диабета. Госсипол, являющийся ядовитым веществом, выделяется из ядра семени. Госсипол — вещество с уникальными свойствами [6].

Хлопковые стебли также используются в качестве топлива, строительного материала и органических удобрений. Бумага, картон, целлюлоза, спирт, щелочные вещества и т. д. Кроме того, хлопковые корочки также являются очень ценным сырьем [7].

Методы исследования

Научно-исследовательские работы проводились в 2019–2020 годах на опытном участке аграрного учебного центра министерства сельского хозяйства Азербайджана с сортом хлопчатника Гянджа-114.

Общая площадь каждого варианта полевых опытов — 140 м² (0,70×5×40). Проводилась работа в 3-кратной повторности, учитывались сроки посева и внесения удобрений с нормами.

Кроме того, под плуг перед посевом вносили азотно-аммиачную селитру (34,7%), фосфорно-простой суперфосфат (18,7%), калийно-калийную сульфат (46%). Азот вносили двукратно. Агротехнические мероприятия проведены в порядке, принятом для региона.

Фенологические наблюдения проведены на 25 растениях в соответствии с общепринятой методикой.

Анализ и обсуждение

По данным АзНИХИ, с неудобренных хлопковых полей возможно получение 12–14 ц/га, а при внесении минеральных удобрений — 34–36 ц/га. При внесении удобрений в севооборот урожайность составляет 43–46 ц/га и более. Действие удобрений зависит от многих факторов, от их формы, нормы и соотношения, способа и продолжительности применения и др.

Известно, что первый период роста растения более требовательны к азоту и фосфору. Поэтому эти элементы должны быть в почве в достаточном количестве. При ограничении этих элементов происходит ухудшение технологических показателей хлопчатника. Уменьшается длина и упругость волокна, маслянистость семени.

До цветения весь азот, который растение получает из почвы, расходуется на формирование листьев. В период формирования коробочек потребность в азоте и других питательных веществах значительно возрастает. Наблюдается изменение потребности растения в период развития в количестве азота, что необходимо учитывать [12, 13].

При недостатке калия в период бутонизации опадают многие листья, уменьшается масса стебля, нарушается поступление сахаров из листьев в органы. Это замедляет образование волокон и структурных элементов семени. При недостатке калия масса коробочки уменьшается на 1–2 г, абсолютная масса семян снижается на 10–17 г, урожайность снижается до 7 ц/га. Потребность хлопчатника в калии увеличивается в период его массового завязывания и созревания.

Такие микроэлементы, как бор и марганец, также очень важны в процессе жизнедеятельности хлопчатника и в получении от него высокого урожая. Медь, цинк, молибден, йод и др. являются элементами, ускоряющими биологические процессы в хлопчатнике [1].

В исследованиях, проведенных Р. Г. Мамедовым установлены физические свойства серо-коричневых почв и различных их подтипов. Общий коэффициент пористости составляет в среднем 54,80–62,40%, полевая влажность 28,4–32,8%, водопроницаемость достигает 111 мм/час. На равнинах серо-бурые почвы и их различные типы широко используются под сельскохозяйственными культурами благодаря своим хозяйственным свойствам [10].

Под руководством Г. Ш. Мамедова в разные годы изучался почвенный покров Гянджа-Казахского района, изучались его физические, химические, биологические параметры и другие свойства [7–9].

Количество естественной влаги в почве под хлопчатником в период вегетации, в слое 0–10 см до полива, в летний период на контрольном варианте составляло 308,6–384,4 м³/га, на варианте с 5 т/га цеолита эти показатели увеличились до 463,2–509,4 м³/га. Количество влаги в слое 20–40 см в контрольном варианте составило 496,2–513,2 м³/га, в варианте с цеолитом 5 т/га — 603,4–648,6 м³/га. В обоих слоях в варианте с цеолитом наблюдалось больше влаги, чем в контроле. В то же время природный цеолит значительно повышает профилактику образования корки в почве под хлопчатником [4, 17].

В работах многих исследователей можно встретить материалы, связанные с внесением кремнистых минералов под сельскохозяйственные культуры. Роль кремнистых минералов авторы считают равной азоту, фосфору и калию, играющим большую роль в жизни растений [6, 13, 15].

В исследованиях, проведенных в Республике Таджикистан, установлено, что внесение минеральных удобрений под хлопчатник из расчета N₃₀₀P₂₂₀K₂₄₀ позволяет получить 55 ц/га хлопка-сырца. В исследованиях на каждый кг NPK приходилось 5,2–6,5 кг урожая хлопка-сырца. С 1 га 59,9 тыс м²/га листовой поверхности получено 55 ц/га урожая хлопчатника-сырца [5, 11]. Так, у сорта Зарнигар площадь листовой поверхности одного растения в фазе зрелости составляет 24,2±3,0–25,0±2,9 дм² у варианта N₁₅₀P₈₄K₃₀, а у сорта Зироаткор — 27,0±2,60–29,5±3,9 дм². 32,5±2,4–34,0±3,9 дм² и 36,1±3,2–38,2±3,6 дм² по норме минеральных удобрений N₂₅₀P₁₄₀K₆₀. В контрольном (без удобрения) варианте она не превышала 17,0±1,27–14,2±1,6 дм² [11].

В исследованиях, проведенных в Ширванской зоне, установлено, что при местном внесении органических и минеральных удобрений содержание общего азота составило 0,28–0,59%, фосфора 0,08–0,59%, 0,14%, калия 0,08–0,36%, 0,75–0,94%, 0,02–0,05%, 0,08–0,09%. Наиболее высокие результаты получены в вариантах N₁₂₀P₁₅₀K₉₀ и N₁₅₀P₁₈₀K₁₂₀ на фоне 15 т/га навоза [2, 3].

Внесение расчетных норм минеральных удобрений под хлопчатник с целью получения урожайности 55,0 ц/га уменьшило листовую поверхность до 59,9 тыс м²/га у сорта Ксисор, что в 1,13 раза больше, чем у других вариантов. Это в 1,66 раза больше. Листовая поверхность составила 68,8 тыс м²/га у сорта Гулистан-2 и 59,6 тыс м²/га у сорта Сорбан, что в 1,09–1,64 и 1,09–1,59 раза больше, чем у других сортов [14].

Исследования показали, что внесение природного цеолита и удобрений под хлопчатник увеличивает количество питательных веществ в почве, которые легко усваиваются растением, и общее количество азота, фосфора и калия в надземной массе растения, увеличивает высоту и рост и обеспечивает более высокое образование продукта по сравнению с вариантом без удобрений. Влияние удобрений на продуктивность хлопчатника (2019–2020 гг.) приведено в Таблице.

Таблица

ВЛИЯНИЕ НОРМ ВНЕСЕНИЯ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ХЛОПЧАТНИКА (2019–2020)

Нормы минеральных удобрений	Средняя урожайность, ц/га	Прирост	
		ц/га	%
1–5 апреля			
Контроль, б/у	29,0	—	—
N ₃₀ P ₆₀ K ₃₀	32,1	3,1	11,1
N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	36,8	7,8	27,8
N ₉₀ P ₁₂₀ K ₉₀	41,3	12,3	43,9
N ₁₂₀ P ₁₅₀ K ₁₂₀	39,4	10,4	37,1
10–15 апреля			
Контроль, б/у	32,8	—	—
N ₃₀ P ₆₀ K ₃₀	35,3	3,5	11,3
N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	40,0	7,2	23,4
N ₉₀ P ₁₂₀ K ₉₀	47,2	14,4	46,8
N ₁₂₀ P ₁₅₀ K ₁₂₀	43,0	10,2	33,1
20–25 апреля			
Контроль, б/у	26,4	—	—
N ₃₀ P ₆₀ K ₃₀	29,0	2,6	10,2
N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	32,1	5,7	22,4
N ₉₀ P ₁₂₀ K ₉₀	36,3	10,9	42,9
N ₁₂₀ P ₁₅₀ K ₁₂₀	35,1	8,7	35,8

Как видно, в варианте посева хлопчатника 10–15 апреля средняя урожайность хлопчатника за 2 года составляет в контрольном (без удобрений) варианте 32,8 ц/га, во втором варианте 35,3 ц/га, прирост по сравнению с контролем составляет 3,5 ц/га или 11,3%. В третьем варианте соответственно эти показатели равны 40; 7,2; или 23,4%. Влияние сроков посева и изменения норм минеральных удобрений на продуктивность хлопчатника также приведены в Таблице.

Вывод: оптимальный результат был в варианте с внесением $N_{90}P_{120}K_{90}$, где прибавка по сравнению с контролем составила 14,4 ц/га или 46,8%.

Список литературы:

1. Автономов А. И., Казиев М. З., Колдаев А. А. Хлопководство. М.: Колос, 1967. 320 с.
2. Джафарова С. Ф. Влияние свойств почвы и режима питания Ширванской зоны на урожайность и качество хлопчатника: Автореф. ... канд. с.-х. наук. Баку, 2011.
3. Джафарова С. Ф. Влияние органических и минеральных удобрений на количество общего азота, фосфора и калия в вегетативных органах хлопчатника // Труды Азербайджанского географического общества. 2009. Т. II. С. 309-318.
4. Даскалов Г. Ж., Стоилов Г. П. Влияние природных цеолитов на рост, развитие и урожай хлопка // Природные цеолиты: тр. IV Болгарско-Советского симпозиума по природным цеолитам. София, 1986. С. 373–378.
5. Хайдаров З. Ё. Агротехнические особенности программирования урожайности хлопчатника в условиях Гиссарской долины: автореф. ... канд. с.-х. наук. Душанбе, 2006.
6. Капранов В. Н., Камский А. В. Диатомит как кремнийсодержащее удобрение // Плодородие. 2006. №4. С. 12–13.
7. Мамедов Г., Джафарова А., Мустафаева З. Основы земледелия и растениеводства. Баку: Элм, 2008. 324 с.
8. Мамедов Г. Ш. Социально-экономические и экологические основы эффективного использования земельных ресурсов Азербайджана. Баку: Элм, 2007. 856 с.
9. Мамедов Г. Ш. Бабаев М. П. Экологический атлас. Баку, 2009.
10. Мамедов Р. Г. Агрофизические свойства почв Азербайджанской ССР. Баку: Элм, 1989. 244 с.
11. Обидов К. А. Продуктивность новых сортов хлопчатника в зависимости от густоты состояния и норм минеральных удобрений в условиях центрального Таджикистана. Автореф. ... канд. с.-х. наук. Душанбе, 2012. 21 с.
12. Сейидалиев Н. Я. Влияние норм удобрений, густоты растений и орошения на урожай волокна и технологические показатели хлопчатника // Сельскохозяйственная наука Азербайджана. 2011. №1. С. 51-53.
13. Шеуджен А. Х., Куркаев В. Т., Котляров Н. С. Агрохимия. Майкоп: Афиша, 2006.
14. Шукуров Р. Э. Агротехнические аспекты программирования урожая зерновых культур и хлопчатника в Таджикистане: Дисс... д-р с.-х. наук. Душанбе, 2007. 309 с.
15. Вечер А. С., Гончарик М. Н. Физиология и биохимия картофеля. М.: Наука и техника, 1973. 264 с.
16. Юсифов М. Садоводство: Баку: Право, 2011. 368 с.
17. Юсифов А. Н. Химико-минералогические особенности коркующихся почв Азербайджана и мероприятия по их улучшению: Автореф. ... канд. с.-х. наук. Баку, 1987. 22 с.

References:

1. Avtonomov, A. I., Kaziev, M. Z., & Koldaev, A. A. (1967). *Khlopkovodstvo*. Moscow. (in Russian).
2. Dzhafarova, S. F. (2011). *Vliyanie svoistv pochvy i rezhima pitaniya Shirvanskoi zony na urozhainost' i kachestvo khlopchatnika: Avtoref. ... kand. s.-kh. nauk. Baku.* (in Azerbaijani).

3. Dzhafarova, S. F. (2009). Vliyanie organicheskikh i mineral'nykh udobrenii na kolichestvo obshchego azota, fosfora i kaliya v vegetativnykh organakh khlochatnika. *Trudy Azerbaidzhanskogo geograficheskogo obshchestva*, 2, 309–318. (in Azerbaijani).
4. Daskalov, G. Zh., & Stoilov, G. P. (1986). Vliyanie prirodnykh tseolitov na rost, razvitie i urozhai khlopka. In *Prirodnye tseolity: tr. IY Bolgarsko-Sovetskogo simpoziuma po prirodnym tseolitam*, Sofiya, 373–378. (in Russian).
5. Khaidarov, Z. E. (2006). *Agrotekhnicheskie osobennosti programmirovaniya urozhainosti khlochatnika v usloviyakh Gissarskoi doliny: Avtoref. ... kand. s.-kh. nauk.* Dushanbe.
6. Kapranov, V. N., & Kamskii, A. V. (2006). Diatomit kak kremniisoderzhashchee udobrenie. *Plodorodie*, (4), 12–13. (in Russian).
7. Mamedov, G., Dzhafarova, A., & Mustafaeva, Z. (2008). *Osnovy zemledeliya i rasteniyevodstva.* Baku. (in Azerbaijani).
8. Mamedov, G. Sh. (2007). *Sotsial'no-ekonomicheskie i ekologicheskie osnovy effektivnogo ispol'zovaniya zemel'nykh resursov Azerbaidzhana.* Baku. (in Azerbaijani).
9. Mamedov, G. Sh. & Babaev, M. P. (2009). *Ekologicheskii atlas.* Baku. (in Azerbaijani).
10. Mamedov, R. G. (1989). *Agrofizicheskie svoystva pochv Azerbaidzhanskoi SSR.* Baku.
11. Obidov, K. A. (2012). *Produktivnost' novykh sortov khlochatnika v zavisimosti ot gustoty sostoyaniya i norm mineral'nykh udobrenii v usloviyakh tsentral'nogo Tadzhikistana. Avtoref. ... kand. s.-kh. nauk.* Dushanbe.
12. Seiidaliev, N. Ya. (2011). Vliyanie norm udobrenii, gustoty rastenii i orosheniya na urozhai volokna i tekhnologicheskie pokazateli khlochatnika. *Sel'skokhozyaistvennaya nauka Azerbaidzhana*, (1), 51-53. (in Azerbaijani).
13. Sheudzhen, A. Kh., Kurkaev, V. T., & Kotlyarov, N. S. (2006). *Agrokimiya.* Maikop. (in Russian).
14. Shukurov, R. E. (2007). *Agrotekhnicheskie aspekty programmirovaniya urozhaya zernovykh kul'tur i khlochatnika v Tadzhikistane: Diss...d-r s.-kh. nauk.* Dushanbe.
15. Vecher, A. S., & Goncharik, M. N. (1973). *Fiziologiya i biokhimiya kartofelya.* Moscow. (in Russian).
16. Yusifov, M. (2011). *Sadovodstvo: Baku.* (in Azerbaijani).
17. Yusifov, A. N. (1987). *Khimiko-mineralogicheskie osobennosti korkuyushchikhsya pochv Azerbaidzhana i meropriyatiya po ikh uluchsheniyu: Avtoref. ... kand. s.-kh. nauk.* Baku. (in Russian).

*Работа поступила
в редакцию 18.06.2022 г.*

*Принята к публикации
23.06.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Гусейнов Н. В., Ширинова И. Б. Влияние норм высева и удобрений на биологическое развитие и урожайность хлопчатника в Гянджа-Дашкесанском экономическом районе // *Бюллетень науки и практики.* 2022. Т. 8. №8. С. 63-68. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/10>

Cite as (APA):

Huseynov, N., & Shirinova, I. (2022). Seeding Sowing Rates and Fertilizers Effect on the *Gossypium* Biological Development and Yield in the Ganja-Dashkasan Economic Region. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 63-68. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/10>

УДК 636.082.26
AGRIS L10

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/11>

ИЗУЧЕНИЕ РОСТА И РАЗВИТИЯ ГИБРИДОВ КОРОВ

STUDYING THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF HYBRIDS COWS

©**Аббасов Р. Т.**, канд. с.-х. наук, Азербайджанский государственный аграрный университет,
г. Гянджа, Азербайджан, tagiyev.asau@gmail.com

©**Агаева М. Р.**, Азербайджанский государственный аграрный университет,
г. Гянджа, Азербайджан, mehriban.agayeval76@mail.ru

©**Abbasov N.**, Ph.D., Azerbaijan State Agricultural University,
Ganja, Azerbaijan, tagiyev.asau@gmail.com

©**Agayeva M.**, Azerbaijan State Agricultural University,
Ganja, Azerbaijan, mehriban.agayeval76@mail.ru

Аннотация. Исследования были проведены в учебном центре животноводства и коневодства Азербайджанского государственного аграрного университета. Изучались несколько пород коров. В возрасте 6 месяцев средний вес представителей симментальской породы составлял 175 кг, голштинской — 163 кг, симментальская × голштинская — 171 кг, абердин-ангусская × голштинская — 178 кг, Шароле × голштинская — 176 кг и зебу × симментальская — 192 кг. Целью исследования стало определение генотипа с оптимальным результатом роста и развития. В результате вскармливания привес от рождения до 6 месяцев составил: симментальская — 761 г, голштинская — 716 г, симментальская × голштинская — 750 г, абердин-ангусская × голштинская — 833 г, Шароле × голштинская — 804 г и зебу × симментальская — 844 г. В результате был сделан вывод, что сбалансированное питание положительно влияет на динамику роста и развитие всех исследуемых пород.

Abstract. The research was carried out at the training center for animal husbandry and horse breeding of the Azerbaijan State Agrarian University. Several breeds of cows have been studied. At the age of 6 months, the average weight of the representatives of the Simmental breed was 175 kg, Holstein — 163 kg, Simmental × Holstein — 171 kg, Aberdeen Angus × Holstein — 178 kg, Charolais × Holstein — 176 kg and Zebu × Simmental — 192 kg. The aim of the study was to determine the genotype with the optimal result of growth and development. As a result of feeding, the weight gain from birth to 6 months was: Simmental — 761 g, Holstein — 716 g, Simmental × Holstein — 750 g, Aberdeen-Angus × Holstein — 833 g, Charolais × Holstein — 804 g and Zebu × Simmental — 844 g. As a result, it was concluded that a balanced diet has a positive effect on the dynamics of growth and development of all the studied breeds.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, корова, порода, животноводство.

Keywords: cattle, cow, breed, animal husbandry.

В норме годовое потребление мяса и мясных продуктов на душу населения — 84 кг. В Азербайджане население страны потребляет всего 33 кг мяса на душу населения в год. Норма потребления молока и молочных продуктов установлена на уровне 360 кг на душу населения, в год, а потребляется — 248 кг [2, 3].

Ряд исследователей показывают, что в зависимости от возраста, 13,5–16,6% телят прибавляют в весе за счет применения премиксов со смесью витаминов и минералов. Использование биологически активных препаратов улучшает питательные качества кормов и усиливает метаболизм в организме, а также приводит к повышению продуктивности за счет эффективного усвоения ценных пищевых продуктов животными [1–4].

Цель данного исследования — проанализировать динамику абсолютного, суточного и относительного прироста помесей и гибридов по месяцам на основе сбалансированного кормления.

Вскармливание телят осуществлялось по специальному рациону. Учитывалось вскармливание потомства в утробе матери, планировалось кормление коров в зависимости от периода их отела и периода производства молока, а также от физиологического состояния животных. Использовался премикс Ruminant-5322 Ekomix ВКВ. Содержание: Витамин А — 500 000 МЕ, витамин D₃ — 150 000 МЕ, витамин Е — 2 000 мг, витамин К₃ — 240 мг, мононитрат тиамин (витамин В₁) — 320 мг, витамин В₂ — 800 мг, ниацинамид — 200 мг, кал. D пантотенат — 900 мг, витамин В₁₂ — 1,6 мг, D-биотин — 200 мг, холина хлорид — 12000 мг, бетаин — 40000 мг, марганец — 4000 мг, железо — 5000 мг, цинк — 4000 мг, медь — 1000 мг, йод — 60 мг, кобальт — 10 мг, селен — 24 мг, оксид магния — 32 446 мг, фосфат дикальция — 153 451 мг, бикарбонат натрия — 100 000 мг, дрожжи Actisaf — 39 000 мг [4–6].

При приготовлении 1 т кормовой смеси добавляли 8–10 кг премикса. Рецепт корма в зависимости от групп приведены в Таблице 1.

Таблица 1.

РАСЧЕТ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМА (1 т)

<i>Показатели</i>	<i>Рецепт-1 (дойные коровы)</i>	<i>Рецепт-2 (беременные коровы-6–8)</i>	<i>Рецепт-3 (молодые коровы-3–9)</i>
Ячмень	35	13	20
Пшеница	15	7	15
Овес	5	5	15
Кукуруза	10	5	20
Соя	5	8	10
Отруби	16	55	7
Семена подсолнуха	7	1	5
Хлопковое семя	2	1	3
Премикс	1	1	1,5
Дикальций фосфат моно	0,4	0,2	0,5
Мраморная пудра	3	3	2
Желудь (вместо ячменя, пшеницы, кукурузы в указанных пропорциях)	5	3	2
Соль	0,6	0,8	1

Средняя питательная ценность этих кормов составляла 1,13 единицы корма на 1 кг, 11,5 Дж энергии [1, 7].

Использование сбалансированного кормления благоприятно влияет и на удой животных, динамику роста и развития молодых особей, а также на плодовитость коров.

На следующем этапе необходимо было усилить гормональную активность матери, поэтому кормление производилось согласно приведенной ниже Таблице 2.

Таблица 2.

КОРМОВОЙ РАЦИОН ДЛЯ ДОЙНЫХ КОРОВ
 (масса 480–550 кг, 15 л молока в сутки)

Виды кормов	Суточная норма кормов, кг		
	Количество	Вес	Энергетическая ценность
Клеверная трава	10	5	132
Силос кукуруза	10	2,1	25
Морковь	2	0,38	3,2
Свекла	1	0,25	3,6
Кукурузная пряска	1,0	1,17	11,2
Овсянка	0,5	0,58	4,7
Отруби	1,5	1,4	17,6
Соя	1	1,54	1,5
Ячмень	2,5	2,95	27
Монокальций	0,040	—	—
Поваренная соль	0,07	—	—
Итого	29,5	15,37	225,8

В результате использования при кормлении животных рациона питания, представленного в Таблице 2, повысились удои коров на 15 л молока и более. Средний удой коров голштинской породы в первой лактации был выше, чем у коров симментальской породы. Кормление по рассчитанной схеме с использованием вышеуказанного рациона продолжалось и в период вынашивания плода, что так же дало хорошие результаты при рождении плода, и его дальнейшем развитии. Исследования показали, что правильное питание — фактор, без которого невозможно улучшить качество и продуктивность поголовья [8–12]. В то же время оценивалась эффективность скрещивания животных [7].

После применения премикса телята прибавили 12,5 кг в 12 месяцев, 30,2 кг в 15 месяцев и 38,2 кг в 16–18 месяцев. Это больше, чем прибавка веса у животных контрольной группы, в среднем больше на 50 г в день. Отмечено, что гибриды имели наибольшую живую массу в 6 месяцев.

Обычно в качестве корма для животных в хозяйстве используются в основном сухая трава и ячмень. Помимо протеина и других органических веществ в кормовых рационах животных, кормящихся таким простым способом, не хватает витаминов и минералов, что приводит к снижению продуктивности на 25–30%. В зимние месяцы из-за одностороннего кормления в кормовых рационах не хватает 30–35% белков, 15–20% минералов, 50–60% витаминов.

Наименьший вес при рождении отмечен у абердин-ангусской породы — 28 кг. В возрасте 1 месяца телята симментальской породы в среднем весили 61,4 кг, голштинской породы — 55,9 кг, а их помеси — 58,9 кг.

В возрасте 6 месяцев средняя масса телят симментальской породы при нормальном кормлении составляла 175 кг, а телята помеси этой породы в этом возрасте — 171 кг. Масса телят голштинской породы в возрасте 6 месяцев составила 163 кг, абердин-ангусская × голштинская — 178 кг, Шароле × голштинская — 176 кг. Самая большая масса в этом возрасте отмечена у гибрида зебу × симментальская — 192 кг (Рисунок 1, 2).



Рисунок 1. Симментальская × голштинская.
Масса 67 кг через 1 месяц



Рисунок 2. Зебу × голштинская. Масса 76
кг через 1 месяц

Отклонение от средней нормы массы особей (σ) симментальской породы — 8,9 кг, а у помесей этот показатель — 9,7 кг. Отклонение от средней нормы массы особей (σ) Шароле × голштинской породы также составило $\sigma = 9,9$ кг.

У гибридов зебу этот показатель был выше ($\sigma = 10,9$ кг). Для всех групп коэффициент вариации отклонения ($C_v = 5,08-5,68\%$) относительно среднего числа в возрасте 6 месяцев не сильно отличался друг от друга. Таким образом, отклонение от среднего количественного показателя у гибридов было выше, чем у чистокровных (симментальская, голштинская) и помесей (симментальская × голштинская., Шароле × голштинская).

Таким образом, сбалансированное кормление помесей и гибридов, полученных в результате скрещивания и гибридизации в хозяйстве, положительно сказалось на динамике роста и развития молодняка.

Список литературы:

1. Аббасов С. А., Мамедов С. Н., Аббасов Р. Т. Основы животноводства и молочного животноводства. Баку: Агах. 2019. 342 с.
2. Аббасов С. А. Основы генетики и селекции. Баку, 2015. 402 с.
3. Аббасов С. А., Аббасов Р. Т., Мирзоев Ф. М. Применение биотехнологии в животноводстве. Баку, 2015. 250 с.
4. Aarts H. F. M., Biewing E. E., Van Keulen H. Dairy farming systems based on efficient nutrient management // Netherlands journal of agricultural science. 1992. V. 40. №3. P. 285–299. <https://doi.org/10.18174/njas.v40i3.16514>
5. Guliyeva Ü., Öner F., Özsoy Ş., Haziroğlu R. Chitosan microparticles containing plasmid DNA as potential oral gene delivery system // European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics. 2006. V. 62. №1. P. 17–25. <https://doi.org/10.1016/j.ejpb.2005.08.006>

6. Изилов Ю. С. Основы молочного и мясного скотоводства. М.: Высшая школа, 1979. 374 с.
7. De Mello F., Kern E. L., Bertoli C. D. Progress in dairy cattle selection // *Advances in Dairy Research*. 2014. P. 1-2. <http://dx.doi.org/10.4172/2329-888X.1000110>
8. Boichard D., Ducrocq V., Fritz S. Sustainable dairy cattle selection in the genomic era // *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 2015. V. 132. №2. P. 135–143. <https://doi.org/10.1111/jbg.12150>
9. Lawrence R. Artificial breeding of cattle in Australia and New Zealand-development and future // *Digest*. 2007. V. 42. P. 54.
10. Tataru G., Ciubatco V. Performanțele productive a vacilor în dependență de greutatea corporală la prima fătare // *Știința zootehnică - factor important pentru o agricultură de tip european*. 2016. P. 280–282.
11. Ruvuna F., McDowell R. E., Cartwright T. C., McDaniel B. T. Growth and reproduction characteristics of purebred and crossbred dairy cattle in first lactation // *Journal of Dairy Science*. 1986. V. 69. №3. P. 782-793. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(86\)80467-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(86)80467-2)
12. Juneja S. C., Arora S. P. Influence of level of nutrition and body weight on fertility in crossbred buffaloes // *J Nucl Agric Biol*. 2006. V. 15. P. 67-70.

References:

1. Abbasov, S. A., Mamedov, S. N., & Abbasov, R. T. (2019). *Osnovy zivotnovodstva i molochного zivotnovodstva*. Baku. (in Azerbaijani).
2. Abbasov, S. A. (2015). *Osnovy genetiki i seleksii*. Baku. (in Azerbaijani).
3. Abbasov, S. A., Abbasov, R. T., & Mirzoev, F. M. (2015). *Primenenie biotekhnologii v zivotnovodstve*. Baku. (in Azerbaijani).
4. Aarts, H. F. M., Biewing, E. E., & Van Keulen, H. (1992). Dairy farming systems based on efficient nutrient management. *Netherlands journal of agricultural science*, 40(3), 285–299. <https://doi.org/10.18174/njas.v40i3.16514>
5. Guliyeva, Ü., Öner, F., Özsoy, Ş., & Haziroğlu, R. (2006). Chitosan microparticles containing plasmid DNA as potential oral gene delivery system. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 62(1), 17–25. <https://doi.org/10.1016/j.ejpb.2005.08.006>
6. Izilov, Yu. S. (1979). *Osnovy molochного i myasnogo skotovodstva*. Moscow. (in Russian).
7. De Mello, F., Kern, E. L., & Bertoli, C. D. (2014). Progress in dairy cattle selection. *Advances in Dairy Research*, 1-2. <http://dx.doi.org/10.4172/2329-888X.1000110>
8. Boichard, D., Ducrocq, V., & Fritz, S. (2015). Sustainable dairy cattle selection in the genomic era. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 132(2), 135-143. <https://doi.org/10.1111/jbg.12150>
9. Lawrence, R. (2007). Artificial breeding of cattle in Australia and New Zealand-development and future. *Digest*, 42, 54.
10. Tataru, G., & Ciubatco, V. (2016). Performanțele productive a vacilor în dependență de greutatea corporală la prima fătare. In *Știința zootehnică - factor important pentru o agricultură de tip European*, 280-282.
11. Ruvuna, F., McDowell, R. E., Cartwright, T. C., & McDaniel, B. T. (1986). Growth and reproduction characteristics of purebred and crossbred dairy cattle in first lactation. *Journal of Dairy Science*, 69(3), 782-793. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(86\)80467-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(86)80467-2)

12. Juneja, S. C., & Arora, S. P. (2006). Influence of level of nutrition and body weight on fertility in crossbred buffaloes. *J Nucl Agric Biol*, 15, 67-70.

*Работа поступила
в редакцию 10.06.2022 г.*

*Принята к публикации
11.06.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Аббасов Р. Т., Агаева М. Р. Изучение роста и развития гибридов коров // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 69-74. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/11>

Cite as (APA):

Abbasov, N., & Agayeva, M. (2022). Studying the Growth and Development of Hybrids Cows. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 69-74. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/11>

UDC 619:616.98
AGRIS L70

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/12>

CAUSES OF INFECTION OF BIRDS WITH COLIBACILLOSIS AND PASTEURELLOSIS IN FARM ENTERPRISES AND PRIVATE FARMS

©*Hasanov M., Ph.D., Veterinary Scientific Research Institute,
Baku, Azerbaijan, mirzhesenov1997@gmail.com*

©*Nasibov M., Ph.D., Veterinary Scientific Research Institute,
Baku, Azerbaijan, mahirnasibov.64@gmail.com*

ПРИЧИНЫ ЗАРАЖЕНИЯ ПТИЦ КОЛИБАКТЕРИОЗОМ И ПАСТЕРЕЛЛЕЗОМ В ФЕРМЕРСКИХ И ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ

©*Гасанов М. М., канд. с.-х. наук, Ветеринарный научно-исследовательский институт,
г. Баку, Азербайджан, mirzhesenov1997@gmail.com*

©*Насибов М. Н., канд. с.-х. наук, Ветеринарный научно-исследовательский институт,
г. Баку, Азербайджан, mahirnasibov.64@gmail.com*

Abstract. The article talks about the causes of infection of birds with colibacillosis and pasteurellosis in farm enterprises and private farms, about research work carried out in recent years at poultry farms, about the influence of opportunistic microbes on the activities of farms. The difference in infection of domestic chickens with colibacillosis and pasteurellosis for each age group was identified by us during the examinations. So, in 30-day-old chickens, infection with colibacillosis 24.4%, pasteurellosis 31.1%, in 45-day-old colibacillosis 33.3%, pasteurellosis 37.7%, in 60-day-old colibacillosis 20.0%, pasteurellosis 26.6% was detected.

Аннотация. Рассматриваются причины заражения птиц колибактериозом и пастереллезом в фермерских и индивидуальных хозяйствах Масаллинского и Хачмазского районов Азербайджанской Республики. В ходе обследования выявлено заражение домашних кур колибактериозом и пастереллезом по каждой возрастной группе. Так, у 30-дневных цыплят выявлено заражение колибактериозом — 24,4%, пастереллезом — 31,1%, у 45-дневных колибактериозом — 33,3%, пастереллезом — 37,7%, у 60-дневных колибактериозом — 20,0%, пастереллезом — 26,6%.

Ключевые слова: куры, птицеводство, колибактериоз, пастереллез.

Keywords: chickens, poultry farming, colibacillosis, pasteurellosis.

Introduction

Continuous improvement of the business environment for the sustainable development of poultry farming in our country, improvement of the legislative framework in this area, development of regions, attraction of local and foreign investments, modern technologies, managerial experience and thus production of high-quality, competitive products are among the priorities of the economic development strategy implemented under the leadership of President Ilham Aliyev. As a result of the work done, the mechanism of state financial support for poultry farming has been significantly improved. Poultry farming also occupies a leading place in the field of agricultural production in many countries of the world. This industry provides the population with high-quality dietary products,

and industry provides raw materials for processing. Poultry farming is one of the fastest growing and profitable branches of animal husbandry. So, since poultry meat is a dietary product, there is always a need for poultry farming. Despite veterinary and medical, sanitary and hygienic measures and the improvement of poultry culture, there are cases of infection of birds with infectious diseases. It is a well-known fact that improper feeding of birds and the use of substandard feed is the cause of the emergence and spread of many pathogens, including colibacillosis, pasteurellosis, etc.

In accordance with the research topic, the results of monitoring conducted in farms in various zones of the republic show that colibacillosis and pasteurellosis diseases are widespread in poultry enterprises. At the present stage of poultry farming development, infectious diseases occupy a special place in the increase in the number of birds, which are considered to be the reasons that seriously hinder the increase in their productivity. Infectious diseases are often found in farms. Pathogens of various types of diseases penetrating into the organs and tissues of birds cause pathologies [1, 2].

Some progress has been made in the study of infectious diseases of birds in farm enterprises and private farms. However, the organization of effective measures and methods to combat a number of diseases is also beginning to become important for other diseases. Colibacillosis and pasteurellosis are also among such diseases that are often registered in poultry farms and lead to the death of birds [3, 4].

In recent years, as a result of the transfer of poultry farming to a farm basis, the epizootic situation has changed significantly due to many infectious diseases, especially diseases caused by pathogenic and opportunistic microbes [5, 6].

Thus, in poultry farms, on the one hand, the gathering of a large number of birds of different ages in a limited area and their regular renewal, deficiencies in the conditions of their feeding and maintenance, increased susceptibility of birds to stress factors and diseases, and on the other hand, due to the introduction of medicines to chickens from the first day, as a result the cessation of the development of beneficial intestinal microflora weakens the general condition of the bird's body and its natural protective functions.

The purpose of our research was to determine the presence of infectious diseases in poultry farms, the causes of their occurrence and spread, the prevalence of colibacillosis and pasteurellosis by age groups.

Material and methods

In the poultry farms of Masalli and Khachmaz districts, studies were conducted to determine the epizootic situation for colibacillosis and pasteurellosis, and bacteriological examinations were conducted in the Department of Avian Diseases of the Azerbaijan Veterinary Scientific Research Institute.

In the course of research, data from poultry farms in Masalli and Khachmaz districts were analyzed to clarify the epizootic situation. 45 pathological materials were selected and examined from the poultry farms of each district (a total of 135 birds), from 30-, 45-, 60-day-old birds from each age group. At the same time, the livestock of birds in the farm, the conditions of keeping, the composition of feed, the age of birds in the farm, economic and transport links, veterinary and sanitary facilities, the effectiveness of therapeutic and preventive measures were analyzed.

Thus, the degree of infection of birds depending on age was studied on the basis of pathological materials taken from poultry farms of Masalli and Khachmaz districts.

Cultures were obtained by extracting from the bone marrow of chickens and inoculation them into nutritional medium, and Endo and Bismuth sulfide nutrient medium were used for differentiation.

Results obtained and their discussion

As a result of the studies conducted, infection of domestic chickens with infectious diseases — colibacillosis and pasteurellosis was identified. So, in the farm enterprises of Masalli and Khachmaz districts, where we conducted examinations, infection of domestic chickens with colibacillosis and pasteurellosis by age groups was detected.

As it can be seen from Table 1, 135 specimens of pathological material brought from farms, depending on age, passed through a bacteriological examination. During the examination conducted, it was identified that the infection of domestic chickens in the Masalli district with colibacillosis and pasteurellosis are different for each age group. Thus, infection in 30-day-old chickens with colibacillosis of 24.4%, pasteurellosis of 31.1%, in 45-day-old chickens with colibacillosis of 33.3%, pasteurellosis of 37.7%, in 60-day-old chickens with colibacillosis of 20.0%, pasteurellosis of 26.6% were recorded. Rate of infection with colibacillosis on the farm was 26.0%, and with pasteurellosis-32.0% (Figure).

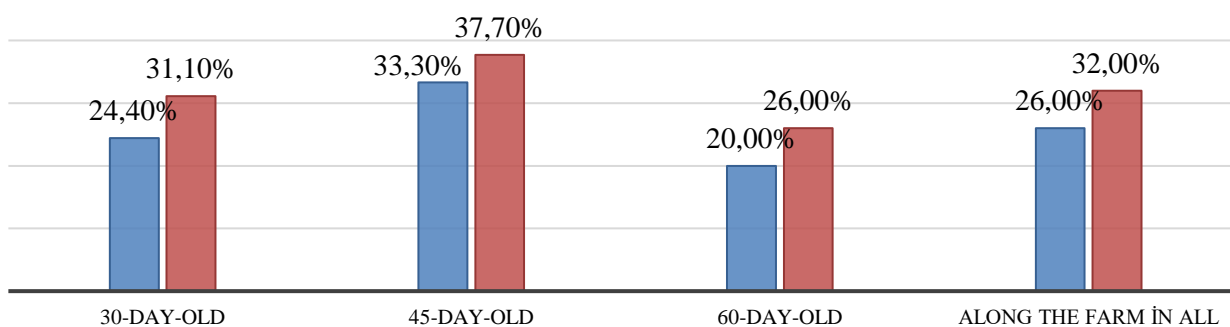


Figure. Infection dynamics of domestic chickens with colibacillosis and pasteurellosis

Table 1
 INFECTION OF DOMESTIC CHICKENS WITH COLIBACILLOSIS AND PASTEURELLOSIS OVER THE MASALLI DISTRICT

Age of birds	Examined	Colibacillosis		Pasteurellosis	
		Number of infected ones	Infection, %	Number of infected ones	Infection, %
30-day-old	45	11	24,4	14	31,1
45-day-old	45	15	33,3	17	37,7
60-day-old	45	9	20,0	12	26,6
Along the farm in all	135	35	26,0	43	32,0

Similar studies were conducted in individual poultry farms of Khachmaz district. 135 specimens of pathological material brought from farms passed through the bacteriological examinations. Thus, along the Khachmaz district, the presence of colibacillosis and pasteurellosis infection in domestic chickens was also determined to be different for each age group. Thus, in 30-day-old chickens, the presence of infection with colibacillosis of 28.8%, pasteurellosis of 33.3%, in 45-day-old chickens with colibacillosis of 37.7%, pasteurellosis of 42.2%, in 60-day-old chickens with colibacillosis of 26.6% and 31.1% with pasteurellosis was recorded. Along the farm, infection with colibacillosis was 31.1%, and with pasteurellosis was 35.5% (Table 2).

In the farms that are the object of the study, infectious diseases cause great damage from an economic point of view. The main method of eradicating these diseases in farms is the complete

sterile condition of breeding workshops, complete and strict implementation of veterinary and sanitary measures in incubators, as well as the operation of poultry farms in absolutely closed conditions. However, to increase the resistance of birds to diseases, a balanced feed rich in vitamins and trace elements should be used.

Table 2

INFECTION OF DOMESTIC CHICKENS WITH COLIBACILLOSIS AND PASTEURELLOSIS
OVER THE KHACHMAZ DISTRICT

Age of domestic chickens	Examined	Colibacillosis		Pasteurellosis	
		Number of infected ones	Infection, %	Number of infected ones	Infection, %
30-day-old	45	13	28,8	15	33,3
45-day-old	45	17	37,7	19	42,2
60-day-old	45	12	26,6	14	31,1
Along the farm in all	135	42	31,1	48	35,5

Result

Infection of domestic chickens along the Masalli district with colibacillosis and pasteurellosis was studied by age groups. Thus, in 30-day-old chickens, infection with colibacillosis was 24.4%, pasteurellosis — 31.1%, in 45-day-old chickens was 33.3%, pasteurellosis was 37.7%, in 60-day-old chickens with colibacillosis was 20.0%, pasteurellosis-26.6%.

Along the Khachmaz district, infection in 30-day-old chickens with colibacillosis was 28.8%, pasteurellosis was 33.3%, in 45-day-old chickens with colibacillosis was 37.7%, pasteurellosis was 42.2%, in 60-day-old chickens with colibacillosis was 26.6% and pasteurellosis was 31.1%.

According to the conditions of the restriction, the following is proposed: In case of confirmation of colibacillosis and pasteurellosis diseases in the poultry farm, the farm is considered unhealthy for this disease, and restrictions are imposed on the farm:

- Eggs of birds that have a positive reaction to colibacillosis and pasteurellosis antigen are sent to food enterprises for the preparation of sweets and bakery products that are cooked at high temperature

- Eggs intended for incubation must be disinfected with an aerosol method at the entrance to the incubator storage, after sorting, 6 hours after collection in the incubator and before transferring the embryos to the exit cabinet.

- After the slaughtering of sick birds and birds suspected for disease, their meat should be evaluated in veterinary and sanitary terms, the inspection of slaughtered birds should be carried out in accordance with the rules of veterinary and sanitary examination of meat products.

- Every time after examining the birds that have given a positive result, they should be selected and immediately slaughtered, and disinfected with an aerosol method in the premise during the entire stay of the birds inside.

- The carcasses of birds, the remains of incubation must be neutralized within 2 hours at 120 °C in a specially installed utilization shop.

- On poultry farms, it is necessary to regularly control rodents, ectoparasites and prevent wild birds from penetration into poultry houses.

- Full-quality and rational feeding of birds and their storage in accordance with zoogygienic conditions should be organized.

References:

1. Aliev, E. A., Azimov, I. M., Veliev, U. M., & Safi, N. V. (2013). Epizootologiya i infektsionnye bolezni. Baku, 784–790. (in Azerbaijani).
2. Godzhaev, A. N., Abbasov, A. V., Guseinov, A., & Mamedov, S. (2018). Usloviya sodержaniya i vyrashchivaniya broilerskikh ptits Ross. Baku, 12–24. (in Azerbaijani).
3. Abbasov, S. B. (2021). Study of epizootic situation at poultry farms for colibacteriosis and salmonellosis in Azerbaijan. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 23(103), 56–59. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10309>
4. Ablov, A. M., Batomunkuev, A. S., Anganova, E. V., & Mel'tsov, I. V. (2014). Primenenie statisticheskikh metodov pri analize epizooticheskoi situatsii po infektsionnym boleznyam zhivotnykh i ptits: metodicheskie rekomendatsii. Irkutsk. (in Russian).
5. Goryunov, N. A. (1978). Domashnyaya ptitsa v priusadebnom khozyaistve. Moscow. (in Russian).
6. Zakomyrdin, A. A. (1981). Veterinarno-sanitarnye meropriyatiya v promyshlennom ptitsevodstve. Moscow. (in Russian).

Список литературы:

1. Алиев Э. А., Азимов И. М., Велиев У. М., Сафи Н. В. Эпизоотология и инфекционные болезни. Баку, 2013. С. 784–790.
2. Годжаев А. Н., Аббасов А. В., Гусейнов А., Мамедов С. Условия содержания и выращивания бройлерских птиц Росс. Баку, 2018. С. 12–24.
3. Abbasov S. B. Study of epizootic situation at poultry farms for colibacteriosis and salmonellosis in Azerbaijan //Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences. 2021. Т. 23. №103. С. 56-59. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10309>
4. Аблов А. М., Батомункуев А. С., Анганова Е. В., Мельцов И. В. Применение статистических методов при анализе эпизоотической ситуации по инфекционным болезням животных и птиц: методические рекомендации. Иркутск, 2014. 26 с.
5. Горюнов Н. А. Домашняя птица в приусадебном хозяйстве. М.: Россельхозиздат, 1978. 79 с.
6. Закомырдин А. А. Ветеринарно-санитарные мероприятия в промышленном птицеводстве. М.: Колос, 1981. 271 с.

*Работа поступила
в редакцию 17.06.2022 г.*

*Принята к публикации
21.06.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Hasanov M., Nasibov M. Causes of Infection of Birds With Colibacillosis and Pasteurellosis in Farm Enterprises and Private Farms // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 75-79. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/12>

Cite as (APA):

Hasanov, M., & Nasibov, M. (2022). Causes of Infection of Birds With Colibacillosis and Pasteurellosis in Farm Enterprises and Private Farms. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 75-79. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/12>

УДК 619.576.89;619:616.995.1
AGRIS L73

https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/13

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НОВЫХ АНТИГЕЛЬМИНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ ПРОТИВ ФАСЦИОЛЕЗА ОВЕЦ

©Гаджиева А. Т., Ветеринарный научно-исследовательский институт,
г. Баку, Азербайджан, ahajiyeva26@gmail.com

COMPARATIVE STUDY OF THE EFFECTIVENESS OF NEW ANTHELMINTIC PREPARATIONS AGAINST FASCIOLIASIS IN SHEEP

©Hajiyeva A., Veterinary Scientific Research Institute,
Baku, Azerbaijan ahajiyeva26@gmail.com

Аннотация. Рассмотрена эффективность лечения новыми антигельминтными препаратами против фасциолеза. Проведены гельминтологические обследования в индивидуальных овцеводческих хозяйствах Сабирабадского района. Было создано 5 опытных групп, 1 группа сравнения и 1 контрольная группа. В результате признано целесообразным применение гелмицида при фасциолезе овец. Лечебный эффект этого препарата составляет 80,0%.

Abstract. The effectiveness of treatment with new anthelmintic preparations against fascioliasis is considered. Helminthological examinations were carried out in individual sheep-breeding farms of the Sabirabad district. 5 experimental, 1 comparison group and 1 control group were created. As a result, it was recognized as expedient to use helminicide in sheep fascioliasis. The therapeutic effect of this preparation is 80.0%.

Ключевые слова: овцеводство, антигельминтные препараты, экстенсивность инвазии, интенсивность инвазии, экстенсивность.

Keywords: sheep breeding, anthelmintic preparations, extensiveness of invasion, intensity of invasion, extensefficiency.

Развитие овцеводства является одним из важных приоритетов агропромышленного комплекса. Овцы подразделяются на тонкорунные, полутонкорунные, грубошерстные и полугрубошерстные породы. Классификация овец считается одним из основных методов, применяемых при изучении биологического родства, районировании и скрещивании овец разных пород.

Помимо инфекционных болезней, большой ущерб развитию овцеводства наносят и гельминтозы. Ведь некоторые гельминтозы также считаются особо опасными заболеваниями. Гельминтозы не только наносят ущерб мясной и молочной продуктивности овец, но и поражают их кожу, шерсть и другие, вызывает заметные изменения. В ряде случаев аборт среди овец наблюдается при различных гельминтозах.

Для борьбы с гельминтозами применяют антигельминтные препараты с разным спектром действия. Поэтому поиск антигельминтных препаратов для лечения и профилактики

гельминтозов, проверка их эффективности в условиях хозяйства остается актуальным во все времена [7, 10].

В результате систематического применения антигельминтных препаратов, используемых при лечении и профилактике гельминтозов, и несоблюдения их применения в соответствии с инструкцией происходит адаптация паразитов к химическим веществам и ослабляется эффективность мер борьбы. По этой причине животные не полностью избавляются от гельминтов, в результате чего хозяйствам наносится большой экономический ущерб [4]. Поэтому одним из основных вопросов является испытание новых антигельминтных препаратов различного состава против фасциолеза овец и проведение ряда исследований по подбору химических препаратов, отвечающих современным требованиям, против паразитов [2, 3, 6, 8].

Материалы и методы

Работа проводилась в Центральной ветеринарной лаборатории департамента «Центра аналитический экспертизы» Института пищевой безопасности Азербайджана.

Исследования проводились в неблагополучных по фасциолезу в индивидуальных овцеводческих хозяйствах расположенных в селах Джавад, Ахтаджи и Гарасу Сабирабадского района. Для этого было создано 5 опытных, 1 группа сравнения и 1 контрольная группа (по 15 голов в одной группе и по 10 голов 8-месячных ягнят в других группах). Группы между собой были разделены деревянными перегородками. Кормление и поение ягнят в опытной и контрольной группах проводили вручную, их содержание были одинаковыми, которое строго контролировалось. Полы помещений, где содержались животные, в строго определенное время осматривали и собирали пробы кала, которые обследовали по методу Вишняускаса [5, 9].

После применения различных антигельминтных препаратов, с помощью копрологического исследования, определяли эффективность препаратов и их экстенсэффективность. Исследования проводились осенний период года.

Обсуждение результатов

Ягнятам I группы после голодной диеты во время утреннего кормления задавали внутрь препарат «Оксавет» из расчета 1 таблетка на 40 кг живой массы. Копрологическое исследование проводили через 3, 5 и 10 дней после применения препарата, в результате которого определяли экстенсэффективность.

Через 3, 5 и 10 дней после применения антигельминтного препарата определяли эффективность препарата, которая составила соответственно 26,67%, 40,0% и 60,0%. Знак «+» в Таблице указывает на то, что фасциолезная инфекция сохраняется после введения антигельминтного препарата, а знак «-» указывает на очищение ягнят, обработанных антигельминтным препаратом, т. е. на их выздоровление от фасциолеза.

Полученные результаты приведены в Таблице 1. Доза препарата: 0,5 таблетки (из расчета 1 таблетка на 40 кг живой массы). Эксенс-Эффективность (%) — 60,0±1,2

Второй (II) группе животных подкожно вводили препарат «Бронтел» 10%- й в количестве 1,0 мл на голову. Эффективность антигельминтного препарата изучали путем копрологического исследования проб кала животных, взятых через 3, 5 и 10 дней после применения препарата. Результаты исследований представлены в Таблице 2.

В результате применения препарата «Бронтел» 10% его эффективность составила соответственно 20,0%, 60,0%, и 73,33%. Эксенс-эффективность 73,33±0,9 %.

Таблица 1

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПАРАТА «ОКСАВЕТ» ПРИ ФАСЦИОЛЕЗЕ ОВЕЦ

Номера животных I группы	Копрологические исследования после дегельминтизации		
	3 день	5 день	10 день
1	+	+	+
2	+	+	-
3	+	-	-
4	+	+	+
5	-	-	-
6	-	-	-
7	+	+	+
8	-	-	-
9	+	+	-
10	+	+	+
11	+	+	+
12	+	+	-
13	-	-	-
14	+	-	-
15	+	+	+
<i>Результат</i>	<i>26,67</i>	<i>40,0</i>	<i>60,0</i>

Таблица 2

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПАРАТА «БРОНТЕЛ» 10%- Й ПРИ ФАСЦИОЛЕЗЕ ОВЕЦ

Номера животных I группы	Копрологические исследования после дегельминтизации		
	3 день	5 день	10 день
1	+	+	-
2	+	-	-
3	+	+	-
4	+	+	+
5	-	-	-
6	+	-	-
7	+	-	-
8	-	-	-
9	+	-	-
10	+	+	+
11	+	+	+
12	+	-	-
13	-	-	-
14	+	-	-
15	+	+	+
<i>Результат</i>	<i>20,0</i>	<i>60,0</i>	<i>73,33</i>

Ягнтятам III опытной группы давали препарат «Гельмицид» из расчета 1 таблетка на 45 кг живой массы вместе с водой рано утром после предварительной голодной диеты. Эффективность антигельминтного препарата изучали, также путем копрологического

исследования проб кала животных, взятых через 3, 5 и 10 дней после применения препарата. Результаты исследований представлены в Таблице 3.

Установлено, что эффективность антигельминтного действия препарата через 3 дня составило 33,33%, а также соответственно 66,67% и 80,0% через 5 и 10 дней после его использования. Эксенс-эффективность — $80,0 \pm 1,2\%$.

Таблица 3

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПАРАТА «ГЕЛЬМИЦИД» ПРИ ФАСЦИОЛЕЗЕ ОВЕЦ

Номера животных I группы	Копрологические исследования после дегельминтизации		
	3 день	5 день	10 день
1	+	+	-
2	-	-	-
3	+	-	-
4	+	+	+
5	-	-	-
6	-	-	-
7	+	-	-
8	-	-	-
9	+	-	-
10	+	+	+
11	+	+	+
12	+	-	-
13	-	-	-
14	+	-	-
15	+	+	-
<i>Результат</i>	<i>33,33</i>	<i>66,67</i>	<i>80,0</i>

Животным IV группы перед утренним кормлением давали препарат «Фаскоцид» в дозе 1 таблетка на 50 кг живой массы. Таким же образом, как и при предыдущих случаях с помощью копрологических исследований проверяли эффективность антигельминтного препарата через 3, 5 и 10 дней после его использования. Антигельминтная эффективность препарата в дозе 0,5 таблеток через 3 дня после индивидуального противогельминтного применения составила 33,33%, через 5 дней — 53,33%, через 10 дней — 73,33%. Результаты исследований представлены в Таблице 4. Эксенс-эффективность — $73,33 \pm 1,2\%$

Таблица 4

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПАРАТА «ФАСКОЦИД» ПРИ ФАСЦИОЛЕЗЕ ОВЕЦ

Номера животных I группы	Копрологические исследования после дегельминтизации		
	3 день	5 день	10 день
1	+	+	+
2	-	-	-
3	+	-	-
4	+	+	+
5	-	-	-
6	-	-	-
7	+	+	-
8	-	-	-

Номера животных I группы	Копрологические исследования после дегельминтизации		
	3 день	5 день	10 день
9	+	-	-
10	+	+	+
11	+	+	+
12	+	+	-
13	-	-	-
14	+	-	-
15	+	+	-
Результат	33,33	53,33	73,33

Животным V подопытной группы подкожно вводили препарат «Клозаверм А» в дозе 1,0 мл на голову. Таким же образом изучали эффективность антигельминтного действия препарата против фасциолеза овец через 3, 5 и 10 дней путем исследования взятых проб кала.

В результате применения препарата «Клозаверм А» его эффективность составила соответственно 33,33%, 46,67%, и 66,67%. Результаты эксперимента приведены в Таблице 5. Эксенс-эффективность — 66,67±0,8%.

Таблица 5
 ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПАРАТА «КЛОЗАВЕРМ А» ПРИ ФАСЦИОЛЕЗЕ ОВЕЦ

Номера животных I группы	Копрологические исследования после дегельминтизации		
	3 день	5 день	10 день
1	+	+	+
2	-	-	-
3	+	-	-
4	+	+	+
5	-	-	-
6	-	-	-
7	+	+	-
8	-	-	-
9	+	+	-
10	+	+	+
11	+	+	+
12	+	+	-
13	-	-	-
14	+	-	-
15	+	+	+
Результат	33,33	46,67	66,67

Животным VI группы, которая была создана для сравнения, давали препарат «Альбен» строго индивидуально, натошак перед утренним кормлением из расчета 1 таблетка на 45 кг живой массы. Экстенсивность действия препарата определяли, также через 3, 5 и 10 дней после применения антигельминтного препарата путем исследования собранных проб кала у телят. Результаты эксперимента приведены в Таблице 6.

В результате применения препарата «Альбен» его эффективность составила соответственно 26,67%, 33,33%, и 60,0%. Эксенс-эффективность — 60,0±1,4%

Таблица 6

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПАРАТА «АЛЬБЕН» ПРИ ФАСЦИОЛЕЗЕ ОВЕЦ

Номера животных I группы	Копрологические исследования после дегельминтизации		
	3 день	5 день	10 день
1	+	+	+
2	-	-	-
3	+	+	-
4	+	+	+
5	-	-	-
6	+	+	+
7	+	+	-
8	-	-	-
9	+	-	-
10	+	+	+
11	+	+	+
12	+	+	-
13	-	-	-
14	+	+	-
15	+	+	+
<i>Результат</i>	<i>26,67</i>	<i>33,33</i>	<i>60,0</i>

Животным контрольной VII группы антигельминтные препараты не применяли, как и в других опытных группах, у животных брали пробы кала и проводили копрологическое исследование на 3, 5 и 10-е сутки. Результаты приведены в Таблице 7. Как и ожидалось, у всех овец группы, зараженных фасциолезом, при копрологическом исследовании результаты остались на прежнем уровне, то есть такими какими были в начале опыта.

Таблица 7

КОНТРОЛЬНАЯ ГРУППА ЖИВОТНЫХ
 АНТИГЕЛЬМИНТНЫЙ ПРЕПАРАТ НЕ ИСПОЛЬЗОВАЛСЯ

Номера животных I группы	Копрологические исследования после дегельминтизации		
	3 день	5 день	10 день
1	+	+	+
2	+	+	+
3	+	+	+
4	+	+	+
5	+	+	+
6	+	+	+
7	+	+	+
8	+	+	+
9	+	+	+
10	+	+	+
11	+	+	+
12	+	+	+
13	+	+	+
14	+	+	+
15	+	+	+
<i>Результат</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>

Выводы

Наиболее высокие результаты при изучении эффективности антигельминтных препаратов против фасциолеза овец были получены в III группе, где применяли препарат «Гельмицид», из расчета 1 таблетка на 45 кг живой массы.

Опыты показали, что лечебный эффект этого препарата составляет 80,0%. Наиболее слабый антигельминтный эффект был получен в I опытной группе, а в результате применения препарата «Оксавет» из расчета 1 таблетка на 40 кг живой массы на каждую зараженную фасциолезом овцу этой группы получена экстенсивность 60,0%.

Таким образом, против фасциолеза овец рекомендуется применять препарат «Гельмицид» из расчета 1 таблетка на 45 кг живой массы.

Список литературы:

1. Атлас гельминтов, широко распространенных среди сельскохозяйственных животных, птиц и рыб в Азербайджане и применения антигельминтных препаратов. Баку. 2005. 28 с.
2. Алиев Х. Х. Изучение, прогнозирование и профилактика гельминтозов крупного рогатого скота и овец в Гянджа-Газахском районе // Материалы I съезда Азербайджанского зоологического общества. Баку: ЭЛМ, 2003. С. 51–56.
3. Гаджиев Ю. Х. Основные достижения азербайджанской ветеринарно-гельминтологической науки // Изучение и охрана фауны в конце XX века: Материалы научной конференции. Баку: ЭЛМ, 2001. С. 148–151.
4. Гаджиев Ю. Х. Расчет экономической эффективности прикладных работ при гельминтозах // Материалы международной научной конференции. Баку, 2002. С. 152–162.
5. Мамедов А. Г., Гаджиев Ю. Х., Ширинов Н. М., Агаев А. А. Ветеринарная паразитология. Баку, 1986. 435 с.
6. Мамедов Э. Н., Мамедов И. Б. Основные принципы противогельминтных мероприятий // Аграрная наука Азербайджана. 2006. №3–4. С. 93–94.
7. Архипов И. А., Мусаев М. Б. Подбор антигельминтных средств для лечения животных // Ветеринария. 2004. №2. С. 28–33.
8. Агаев А. М. Эпизоотическая ситуация с паразитами животных в Дагестане // Ветеринария. 2002. №4. С. 23–29.
9. Котельников Г. А. Диагностика гельминтозов у животных. М., 1974. 240 с.
10. Coles G. C., Rhodes A. C., Stafford K. A. Activity of closantel against adult triclabendazole-resistant *Fasciola hepatica* // Veterinary Record. 2000. V. 146. №17. P. 504–507. <https://doi.org/10.1136/vr.146.17.504-a>

References:

1. Atlas gel'mintov, shiroko rasprostranennykh sredi sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh, ptits i ryb v Azerbaidzhane i primeneniya antigel'mintnykh preparatov (2005). Baku. (in Azerbaijani).
2. Aliev, Kh. Kh. (2003). Izuchenie, prognozirovanie i profilaktika gel'mintozov krupnogo rogatogo skota i ovets v Gyandzha-Gazakhskom raione. In *Materialy I s"ezda Azerbaidzhanskogo zoologicheskogo obshchestva*, Baku, 51–56. (in Azerbaijani).
3. Gadzhiev, Yu. Kh. (2001). Osnovnye dostizheniya azerbaidzhanskoi veterinarno-gel'mintologicheskoi nauki. In *Izuchenie i okhrana fauny v kontse KhKh veka: Materialy nauchnoi konferentsii*, Baku, 148–151. (in Azerbaijani).
4. Gadzhiev, Yu. Kh. (2002). Raschet ekonomicheskoi effektivnosti prikladnykh работ pri gel'mintozakh. In *Materialy mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii*, Baku, 152–162. (in Azerbaijani).

5. Mamedov, A. G., Gadzhiev, Yu. Kh., Shirinov, N. M., & Agaev, A. A. (1986). Veterinarnaya parazitologiya. Baku. (in Azerbaijani).
6. Mamedov, E. N., & Mamedov, I. B. (2006). Osnovnye printsipy protivogel'mintnykh meropriyatii. *Agrarnaya nauka Azerbaidzhana*, (3–4), 93–94. (in Azerbaijani).
7. Arkhipov, I. A., & Musaev, M. B. (2004). Podbor antigel'mintnykh sredstv dlya lecheniya zhivotnykh. *Veterinariya*, (2), 28–33. (in Russian).
8. Ataev, A. M. (2002). Epizooticheskaya situatsiya s parazitami zhivotnykh v Dagestane. *Veterinariya*, (4), 23–29. (in Russian).
9. Kotel'nikov, G. A. (1974). Diagnostika gel'mintozov u zhivotnykh. Moscow. (in Russian).
10. Coles, G. C., Rhodes, A. C., & Stafford, K. A. (2000). Activity of closantel against adult triclabendazole-resistant *Fasciola hepatica*. *Veterinary Record*, 146(17), 504–507. <https://doi.org/10.1136/vr.146.17.504-a>

Работа поступила
в редакцию 28.06.2022 г.

Принята к публикации
03.07.2022 г.

Ссылка для цитирования:

Гаджиева А. Т. Оценка эффективности новых антигельминтных препаратов против фасциолеза овец // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 80-87. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/13>

Cite as (APA):

Hajiyeva, A. (2022). Comparative Study of the Effectiveness of New Anthelmintic Preparations Against Fascioliasis in Sheep. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 80-87. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/13>

UDC 631.164: 338.4:636.2

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/14>

JEL classification: Q12, Q16, D13, C88

AGRIS E14

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF DAIRY FARMING OF DEKHKAN FARMS IN UZBEKISTAN

©*Yusupova F., Ph.D., International Center for Strategic Development
and Research in Food and Agriculture, Tashkent, Uzbekistan, rida-2005@mail.ru*

©*Abdullaeva S., Ph.D., Tashkent State University of Economics,
Tashkent, Uzbekistan, s.abdullaeva@tsue.uz*

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МОЛОЧНОГО ЖИВОТНОВОДСТВА ДЕХКАНСКИХ ХОЗЯЙСТВ В УЗБЕКИСТАНЕ

©*Юсупова Ф., Ph.D., Международный центр стратегического развития и исследований в
сфере продовольствия и сельского хозяйства, г. Ташкент, Узбекистан, rida-2005@mail.ru*

©*Абдуллаева С., Ph.D., Ташкентский государственный экономический университет,
г. Ташкент, Узбекистан, s.abdullaeva@tsue.uz*

Abstract. The global temperature rise, which is increasingly noticeable on our planet today, the global financial and economic crisis in the background of the COVID-19 pandemic, the demographic situation in various countries has a significant impact on all sectors of the economy, especially agriculture. The full satisfaction of the population's needs for high-quality and cheap livestock products of local production depends mainly on measures for the development of dekhkan farms, which, in turn, requires the introduction of modern and innovative methods in this industry. The purpose of the study is to identify current problems in dekhkan dairy farms based on the analysis of statistical data for the period 2017–2021, as well as scientific research. Based on the results of the analysis, give practical proposals for the further development of dekhkan farms through the introduction of modern digital technologies. A digital mobile system created to provide services to dekhkan farms in the production of milk will be tested in dekhkan farms of the regions of the Republic of Uzbekistan and, on the recommendation of the relevant state organizations, put into practice.

Аннотация. Глобальное повышение температуры, которое сегодня все более заметно на нашей планете, глобальный финансово-экономический кризис в мировом сообществе на фоне пандемии COVID-19, демографическая ситуация в разных странах оказывает существенное влияние на все сектора экономики, особенно сельское хозяйство. Полное удовлетворение потребностей населения в качественных и дешевых продуктах животноводства местного производства зависит главным образом от мер развития дехканских хозяйств, что, в свою очередь, требует внедрения современных и инновационных методов в данной отрасли. Целью исследования является выявление текущих проблем в дехканских хозяйствах молочного производства на основе анализа статистических данных за период 2017–2021 годов, а также научных исследований. Основываясь на результатах анализа, даны практические предложения по дальнейшему развитию дехканских хозяйств посредством внедрения современных цифровых технологий. Цифровая мобильная система, созданная с целью оказания услуг дехканским хозяйствам в производстве молока, будет апробирована в дехканских хозяйствах

областей Республики Узбекистан и по рекомендации соответствующих государственных организаций внедрена на практике.

Keywords: economy, cow, milk, productivity, statistics, development, mobile application, digitalization.

Ключевые слова: хозяйство, корова, молоко, продуктивность, статистика, развитие, мобильное приложение, цифровизация.

Introduction

Today, as a result of economic reforms in the livestock sector of the Republic, the development of economic entities of various forms of ownership has led to the transfer of the livestock sector to farmers. In particular, the share of farms in milk production is very large, and it can be seen that the dairy cattle industry is developing mainly at the expense of a small private sector.

To date, more than 93.8% of the total milk produced in the country is accounted for by farms. Therefore, the factors influencing the improvement of economic performance of dairy cattle should be aimed primarily at ensuring the efficiency of production on farms.

It also provides consulting services on the level of technical equipment of dairy production on farms, measures to improve the breeding of cattle, easy access to resources for the livestock sector at competitive prices, processing and sale of dairy products and information on market conditions. there are some problems that farmers face in developing the activities of the entities.

In this regard, the need to create a digital mobile service system for dairy farms is becoming increasingly important. Finding practical solutions to these problems will help to form effective systems in the cultivation of quality products on farms based on modern technologies.

Literature and review

The methodological and theoretical basis of the study is the scientific works of domestic and foreign economists on the problems of dekhkan farms of dairy production, adopted regulatory legal acts, as well as data from official websites. The initial information for the analysis of livestock, milk production, livestock productivity was the statistical and reporting materials of the State Committee of the Republic of Uzbekistan on Statistics.

Abstract-logical, economic-statistical, graphical and other research methods were used in solving the set tasks.

Results

According to the analysis, the livestock sector accounts for about half of the country's agricultural production. In 2017, the share of the livestock sector in the value of agricultural products was 43.8%, but in recent years this figure has grown several times. By 2021, the share of the livestock sector in the country's agricultural production will be 50.1%. From the above analytical figures, we can see that the overall growth rates in the livestock sector are high. Because the number of livestock is growing rapidly in the country.

According to the data obtained from the State Statistics Committee of the Republic of Uzbekistan, by the end of 2017 in all categories of farms 12471.0 thousand head of cattle, including 4336.5 thousand head of cows, 20640.9 thousand head of sheep and goats, 230.6 thousand head of horses and While 74870.1 thousand head of poultry were reared, we can see a steady increase in recent years as well (Table 1) [2, 3, 5].

In particular, the dynamics of changes in the number of cattle in 2021 compared to 2017 increased the number of cattle by 8.7%, cows by 12.2%, sheep and goats by 11.8%, horses by 13.1%

and poultry by 19.9%. If we look at the growth trend in the number of livestock in the country over the past five years, the growth has been consistent for all types of livestock.

At the same time, the dynamic change has drastic differences within different forms of management. In particular, the number of livestock has decreased at agricultural enterprises, while it has grown at a relatively low rate on farms. In 2021, the number of livestock on farms will grow steadily, and 92.0% of the total number of cattle, including 91.9% of cows, are currently being raised on farms.

Table 1

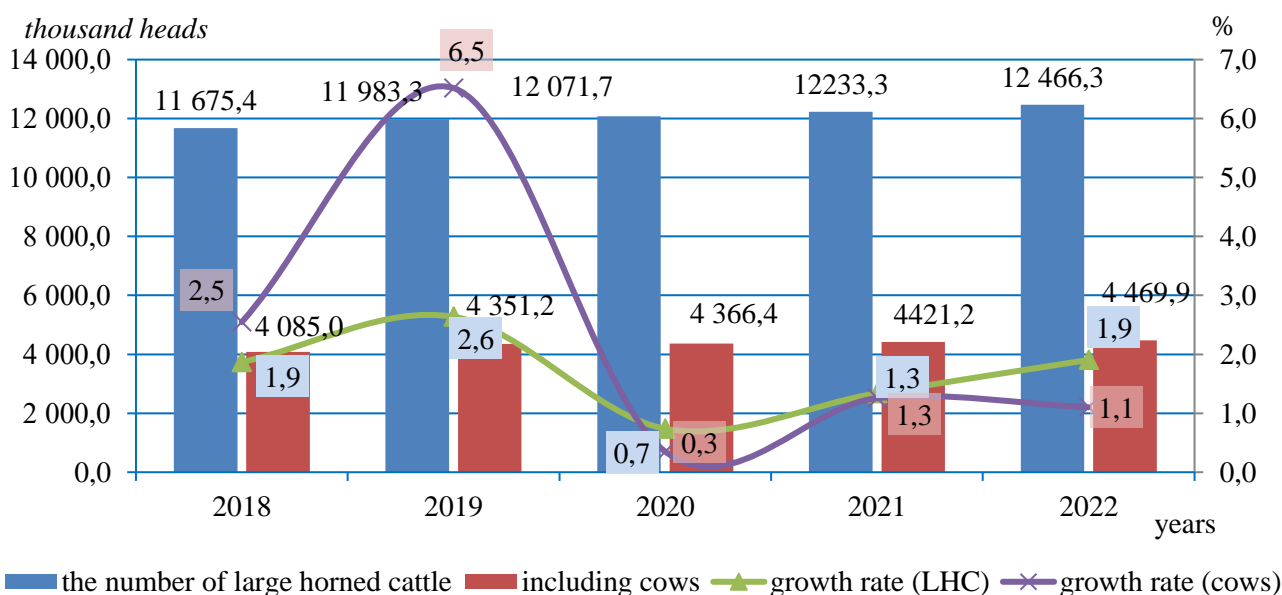
CHANGE IN THE NUMBER OF LIVESTOCK IN ALL CATEGORIES OF FARMS IN THE COUNTRY (IN THOUSANDS)

Observed years	Large horned cattle		Sheep and goats	Horses	Poultry
	total	including cows			
2017	12471.0	4336.5	20640.9	230.6	74870.1
2018	12814.1	4626.0	21580.5	242.5	86374.8
2019	12949.7	4663.5	21906.9	247.1	87859.7
2020	13188.7	4744.3	22498.6	254.0	89589.7
2021	13555.8	4866.1	23074.3	260.7	89734.4
In 2021 compared to 2017, (%)	108.7	112.2	111.8	113.1	119.9

Source: information of State Statistics Committee of the Republic of Uzbekistan 2017-2021

In 2017, 93.6% of the total number of cattle was raised on farms, 4.9% on farms and 1.5% on agricultural enterprises, and by 2021 the share of cattle on farms will be 92.0% and the share increased to 6.5 percent. It should be noted that the number of cattle on farms has been growing steadily, from 11,675.4 thousand to 12,466.3 thousand in 2017-2021, with a growth rate of 104.8%.

In addition, in 2021, 91.9% of the total number of cows in the country will belong to dekhkan farms, 6.8% to farms, and 1.3% to other agricultural enterprises. In particular, the dynamics of the number of cows on farms in 2021 compared to 2017, the number of cows increased by 8.2% and amounted to 4469.9 thousand heads (Figure 1) [2, 3, 5].



Source: information of State Statistics Committee of the Republic of Uzbekistan 2017-2021

Figure 1. Information on the number of livestock on farms (on January 1)

Due to the low level of breeding of cattle in the farms of the country, it is necessary to work to increase the pedigree of livestock at the disposal of farms. This requires the improvement of livestock breeds and the establishment of farms that produce pedigree cattle, with state support. In order to improve the breeding of livestock, it is advisable to organize selection and breeding services in a way that can be used in the activities of farms and dekhkan farms, as well as in remote rural areas. These measures will create favorable conditions for the sustainable development of the livestock sector.

According to the analysis of the current state of changes in the productivity of dairy production and milk production in the country, the level of milk yield is one of the main indicators determining the economic efficiency of production in the industry and, consequently, the competitiveness of production. When analyzing the milk yield of cows, it is also necessary to pay attention to the composition of the production within the forms of management.

Because it is the basis for making great clarifications on this issue and drawing scientific conclusions that are close to the truth. When analyzing the ratio of milk production in the country by forms of management, the share of agricultural enterprises in 2017 was 0.7%, and by 2021 - 1.0%. As the share of farms increased from 3.4% to 5.2%, the share of dekhkan farms has decreased from 95.9% to 93.8% in recent years (Table 2) [2, 3, 5].

Table 2

COMPOSITION OF MILK PRODUCTION BY ECONOMIC CATEGORIES
 (on January 1, as a percentage of all categories of farms)

<i>Economic categories</i>	2018	2019	2020	2021	2022	<i>In 2021 compared to 2017,+/-</i>
All categories of farms	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
including:						
Farms	3.4	3.8	4.3	4.8	5.2	+1.8
Dekhkan farms	95.9	95.5	94.8	94.3	93.8	-2.1
Agricultural enterprises	0.7	0.7	0.9	0.9	1.0	+0.3

Source: information of State Statistics Committee of the Republic of Uzbekistan 2017-2021

In 2021 the highest share in the total volume of milk production fell to Samarkand region (11.8%), as well as Kashkadarya (11.1%), Khorezm (9.5%), Fergana (9.5%), Bukhara (9.0%). %, Andijan (8.8%) and Tashkent (8.6%) regions.

The lowest share in the total volume of milk production was observed in the Syrdarya region (3.3%) and the Republic of Karakalpakstan (3.7%).

The highest growth rates compared to 2017 were recorded in Syrdarya (16.9%), Fergana regions (16.2%), the Republic of Karakalpakstan (15.2%), as well as Jizzakh (14.8%) and Kashkadarya (14.6%) regions. was found.

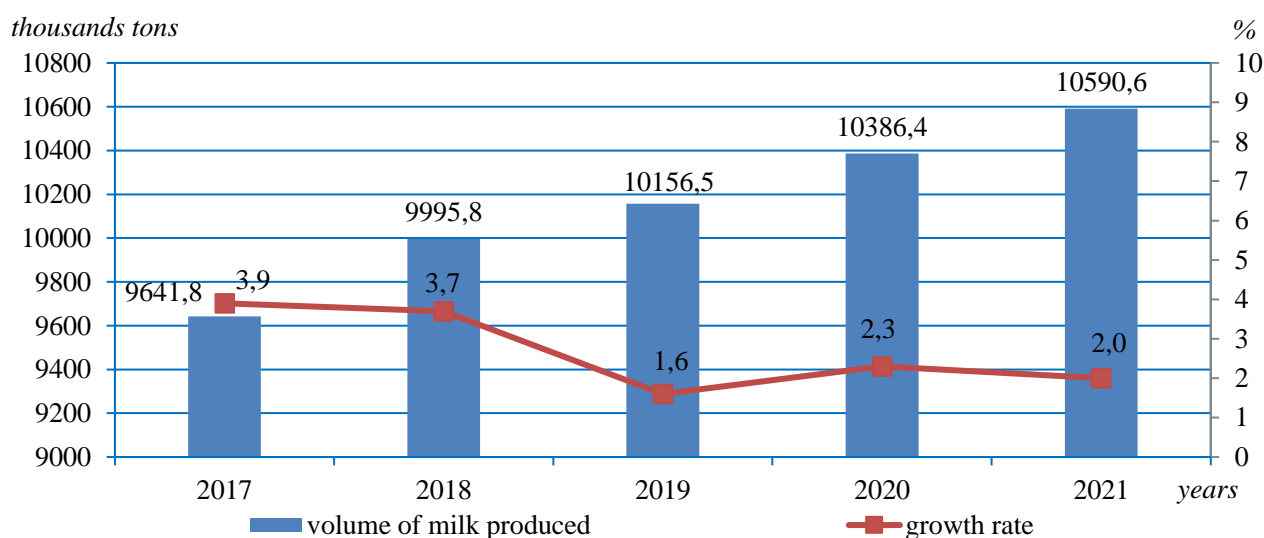
In addition, the volume of milk produced on farms in 2021 increased by 10% compared to 2017 and amounted to 10,590.6 thousand tons (Figure 2) [2, 3, 5].

Increasing milk production should be done at the expense of productivity, not by increasing the number of cows. Because at a time when the number of cows in the country is growing rapidly, the average milk yield today remains very low.

Although the milk productivity of cows is growing in comparison with previous years in all types of farming in the country, but not as desired. In particular, in 2016, the milk yield of cows in agricultural enterprises was 1,700 kilograms, in farms — 1,680 kilograms, and in farms — 2,300 kilograms. This productivity figure may not even cover the cost of milk production (if the feed is fully commercialized).

Among the forms of management engaged in the production of livestock products, dekhkan farms are achieving significantly higher results in terms of cow productivity. In particular, during 2017-2021, the milk yield of cows on farms across the country is expected to grow steadily. However, the milk production of cows is not at a level that allows them to get the amount of profit needed for the sustainable development of the livestock sector.

The fact that the main dairy producers in the country are farms creates a number of statistical inaccuracies in the accounting of milk production of cows. At the same time, with the increase in the number of cows (by 11%) and the absolute increase in milk production (by 12%), the supply of fodder to cattle, the area of possible fodder crops has remained almost unchanged (44.3 in 2016). thousand hectares, in 2020 it was 43.6 thousand hectares). Here the ratio imbalance between the change in production capacity and the change in the quantities of product created is obvious.



Source: information of State Statistics Committee of the Republic of Uzbekistan 2017-2021

Figure 2. Information on the volume and growth rate of milk production on farms

It is possible to observe a mismatch between the amount of forage areas that are the fodder base and the amount of livestock products grown. Therefore, it can be concluded that it is necessary to improve the statistical methods of accounting for the potential of farms. In particular, statistics on cow milk production also require accuracy.

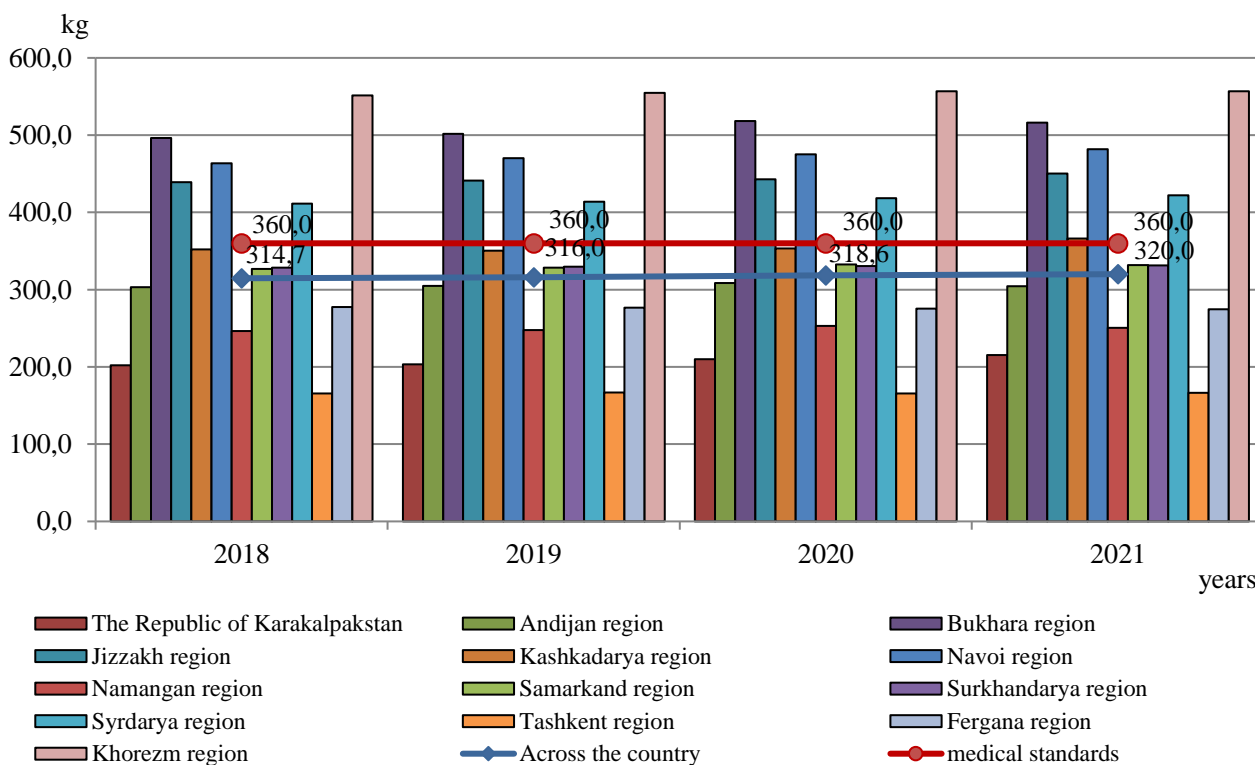
The full satisfaction of the needs of the population in milk and dairy products is directly related to the development of farms. This, in turn, requires increasing the productivity of each conditional livestock and per 100 hectares of agricultural land by increasing livestock productivity, creating a solid fodder base, improving the quality of services to the livestock sector and expanding the production of finished products.

If we pay attention to the analysis of indicators of milk production per capita in the country, we can observe the dynamics of growth in these indicators. Compared to the volume of milk production per capita and medical physiological norms shown in Figure 3, the volume of milk production per capita is relatively less. According to the analysis, there is a shortage of milk per capita (the physiological norm for milk and dairy products should be a total of 360 kilograms per capita).

In terms of regions, the lowest per capita milk production and medical physiological norms are in Tashkent region — 166.5 kg, and in Andijan, Namangan and Fergana regions — 215.2, 250.7 and 274.8 kg, respectively.

According to the analysis of data, in the provision of the population with milk and dairy products, the uncovered part is imported at the expense of domestic production. The main exporters of dairy products to our country are Germany, the Netherlands, Ireland, Canada, Belgium, Lithuania, Latvia and Australia. Dairy products from these countries are mainly imported to the country in a limited range. In particular, condensed milk is imported from Latvia, butter and condensed milk from the Netherlands, and only butter from Ireland, Canada, Australia, Belgium and the Czech Republic. In 2020 alone, 25.3 thousand tons of milk and dairy products were imported. Compared to 2017, imports of dairy products increased by 2.6 times and amounted to 34,156,000 US dollars formed (<https://www.trademap.org>).

According to the data of the State Statistics Committee of the Republic of Uzbekistan on the volume of milk and dairy products per capita in 2017-2021, the low milk yield of cows in the country is due to insufficient feed supply. In particular, if we compare the average milk yield of cows in the country with the indicators of developed countries and neighboring countries, where the technology of production does not differ significantly from our technology, we can observe a much lower productivity (Table 3).



Source: information of State Statistics Committee of the Republic of Uzbekistan 2018-2021.

Figure 3. The dynamics of growth in the volume of milk produced per capita over the years by region

Table 3
 AVERAGE MILK YIELD PER COW IN COUNTRIES WITH DIFFERENT TECHNOLOGIES (2015)
 (<http://faostat.fao.org>)

Countries with advanced technology of milk production	Milk productivity of cows, (kg)	Countries with close milk production technology	Milk productivity of cows, (kg)
United States	9118	Armenia	1965
Hungary	6026	Belarus	3639
Germany	6637	Latvia	4661

<i>Countries with advanced technology of milk production</i>	<i>Milk productivity of cows, (kg)</i>	<i>Countries with close milk production technology</i>	<i>Milk productivity of cows, (kg)</i>
Holland	7011	Russia	4270
Denmark	8131	Tajikistan	1769
South Korea	9616	Turkmenistan	2992
Israel	11200	Ukraine	3558
Canada	7595	Estonia	5920
Finland	7570	Uzbekistan	2300
Czech Republic	6415	Kyrgyzstan	2150
Sweden	8152	Kazakhstan	2345

Low milk production of cows in the country means inefficient use of available resources in the agricultural sector. In particular, much of the available fodder potential is spent on maintaining the physiological condition of cows, not on the formation of product (milk). This is because in conditions where it is not possible to change the amount of fodder, a large number of cows are cared for and low yields are produced.

Not only does the breeding performance of cows not meet the demand, but also the low availability of fodder in sufficient quantities, quality and proportions is a major factor.

However, over the years of independence, the increase in the number of cows in the private sector and the steady growth of milk production, the experience of developing the livestock sector are the result of practical measures taken by the state to support the sector.

Discussion

The analysis shows that problems in the sale of dairy products, difficulties in attracting investment in the processing of dairy products in rural areas, the introduction of waste-free technologies, problems in the field of breeding and selection are serious obstacles to the development of dairy farming.

Significant loss of raw materials and finished products is due to technical and technological, organizational and economic imbalances in the processing and storage systems. Due to the lack of packaging equipment and the lack of attention to their production in the country as part of localization programs, the production of non-fat dairy products or their delivery to consumers as milk powder does not meet the requirements.

Therefore, in the effective operation of livestock farms, it is extremely important to organize high-quality services that will lead to an increase in milk productivity. This requires strengthening the material and technical base of all types of service enterprises. Because most of the service enterprises operating in the country provide services on the basis of old equipment, machinery and devices, which leads to a decrease in the quality of services provided.

One of the main issues in the establishment of service enterprises providing services to dairy farms and dekhkan farms is determined by the proximity and convenience of service enterprises to consumers. That is, the user of the service must be located in accordance with the requirements of business entities. Under these conditions, service costs are saved, cheap and timely quality service is provided.

The solution of the following problems in the service system of the livestock sector will lead to an increase in the quality of service [6]:

- Weakness and lack of material and technical base of service entities, and the existing ones are located in district centers;

- Inadequate composition, quality and range of veterinary services provided to farmers and farms, lack of highly qualified specialists;
- Lack of conditions for the functioning of the banking system for livestock in the interests of dairy farmers (lack of organization of dairy farmers, lack of legal entity status in most farms, low creditworthiness).

In order to increase the productivity of milk and dairy products, it is necessary to take the following measures:

- 1) Optimizing the processes of growing, collecting, storing and using food wisely.
- 2) Improving the technology of growing fodder crops, increasing their productivity and quality, taking into account the cultivation of fodder in a scientifically based crop rotation system. This improves the quality of the feed. For example, natural organic grown by hydroponics nutrients. If the digestibility of 1 kg of grain is 40%, if 8-10 kg of green grass is grown from 1 kg of grain and fodder is prepared, the digestibility will reach 95%, feed will be saved, disease resistance of livestock will increase, milk yield of dairy cows will increase by 15-20% is achieved [4].
- 3) Revise the ration based on the type and direction of livestock products. The ration should ensure that it is balanced with coarse, watery and concentrated feed. Often proper nutrition is enough to increase productivity. For example, growing fodder yeast using hydrolyzed straw or other coarse feed into sugar. When 21-22 kg of milk is fed to dairy cows from hydrolyzed feeds, its obesity rate increases by 105% and milk yield by 18-20% [4].
- 4) Adherence to dairy farming technology. Sometimes cows are milked for a long time. Veterinarians observed cows during lactation of 430 and even 470 days. On the other hand, sometimes the dry period is prolonged. This reduces the productivity of the cows. It is necessary to strictly follow the cycle "dry period-pregnancy-calving-lactation", to meet the deadlines.
- 5) Raise awareness of products, services and professionals in the field. Effective feed supplements, veterinary drugs and the services of qualified veterinarians can increase the efficiency of dairy farming.
- 6) Microclimate. It is important for animals to avoid exposure to very high temperatures, significant temperature changes, moisture and other factors that impair body function and harm the health of cows.
- 7) Prevention of parasitic and infectious diseases. Healthy cows are always more productive.
- 8) Artificial insemination, breeding and rearing of young animals. Improving the breed, proper rearing of young cows is one of the ways to increase productivity.

Conclusion

Based on the above analysis, it can be noted that dekhkan farms are the main producers of milk. Along with the positive dynamics of growth in the number of cattle, including cows, an increase in milk production, the productivity of cows remains low. The main reasons for the decline in productivity in dekhkan farms are limited land, poor material and technical base, the orientation of rural residents to traditional production technologies, as well as an underdeveloped service system. In addition, dekhkan farms are not sufficiently cooperative in the production, processing and marketing of milk.

The creation of a mobile application for the provision of services to dekhkan farms of dairy production will allow you to quickly receive information: about the situation in the dairy products market, the formation and changes in prices for products; the cost of services for artificial insemination of cattle, on the conditions of service, veterinary services, veterinary drugs, livestock

vaccination; new technical means, technologies, possibilities of their acquisition, prices, terms of delivery.

A database will also be formed on the sources, quantity and cost of fodder, mixed fodder for dekhkan farms of dairy production, and a diet for livestock in stalls will be developed.

References:

1. Diversifikatsiya sel'skokhozyaistvennoi otrasli Uzbekistana i razrabotka portfelya investitsionnykh proektov (2020). BCG: fevral'. (in Uzbek).
2. Sel'skoe khozyaistvo Uzbekistana. Statisticheskii sbornik (2020). Tashkent. (in Uzbek).
3. Sel'skoe, lesnoe i rybnoe khozyaistvo za yanvar'-dekabr' 2021 g. (2022). Tashkent. (in Uzbek).
4. Sifatli ozuqalar taierlash: ilmii nashr (2021). Tashkent. (in Uzbek).
5. Sotsial'no-ekonomicheskoe polozhenie Respubliki Uzbekistan za yanvar'-dekabr' 2020 goda (2021). Tashkent. (in Uzbek).
6. Naumov, J., & Pugač, I. (2019). *Проблемы и перспективы развития животноводства в Узбекистане* (No. 188). Discussion Paper.

Список литературы:

1. Диверсификация сельскохозяйственной отрасли Узбекистана и разработка портфеля инвестиционных проектов. BCG: февраль 2020. 44 с.
2. Сельское хозяйство Узбекистана. Статистический сборник. Ташкент. 2020. 288 с.
3. Сельское, лесное и рыбное хозяйство за январь-декабрь 2021 г. Ташкент. 2022. 43 с.
4. Сифатли озуқалар тайёрлаш: илмий нашр. Тошкент: ТАСВИР нашриёт уйи, 2021. 56 б.
5. Социально-экономическое положение Республики Узбекистан за январь-декабрь 2020 года. Ташкент. 2021. 494 с.
6. Naumov J., Pugač I. Проблемы и перспективы развития животноводства в Узбекистане. Discussion Paper, 2019. №188.

*Работа поступила
в редакцию 10.06.2022 г.*

*Принята к публикации
15.06.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Yusupova F., Abdullaeva S. Prospects for the Development of Dairy Farming of Dekhkan Farms in Uzbekistan // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 88-96. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/14>

Cite as (APA):

Yusupova, F., & Abdullaeva, S. (2022). Prospects for the Development of Dairy Farming of Dekhkan Farms in Uzbekistan. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 88-96. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/14>

УДК 616.83/.85:616.43/57

https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/15

**БОЛЕЗНЬ АЛЬЦГЕЙМЕРА И МЕЛАТОНИН/ТЕСТОСТЕРОН/ЭСТРОГЕНЫ:
НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ И НЕЙРОЭНДОКРИНОЛОГИЧЕСКАЯ
МАРШРУТИЗАЦИЯ ДОЛГОЛЕТИЯ**

©**Пятин В. Ф.**, ORCID: 0000-0001-8777-3097, Scopus ID: 6507227084, SPIN-код: 3058-9038, д-р мед. наук, НИИ «Нейронаук» Самарского государственного медицинского университета, Самарский государственный медицинский университет, г. Самара, Россия, Pyatin_yf@list.ru

©**Маслова О. А.**, ORCID: 0000-0003-0406-4100, SPIN-код: 7918-0233, канд. социол. наук, НИИ «Нейронаук» Самарского государственного медицинского университета, Самарский государственный медицинский университет, г. Самара, Россия, neurosociologylab@gmail.com

©**Романчук Н. П.**, ORCID: 0000-0003-3522-6803, SPIN-код: 2469-9414, канд. мед. наук, НИИ «Нейронаук» Самарского государственного медицинского университета, Самарский государственный медицинский университет, г. Самара, Россия, Romanchuknp@mail.ru

**ALZHEIMER'S DISEASE AND MELATONIN/TESTOSTERONE/ESTROGENS:
NEUROPHYSIOLOGICAL AND NEUROENDOCRINOLOGICAL ROUTING
OF LONGEVITY**

©**Pyatin V.**, ORCID: 0000-0001-8777-3097, Scopus ID: 6507227084, SPIN-code: 3058-9038, Dr. habil., Research Institute of Neuroscience of Samara State Medical University, Samara State Medical University, Samara, Russia, Pyatin_yf@list.ru

©**Maslova O.**, ORCID: 0000-0003-0406-4100, SPIN-code: 7918-0233, Ph.D., Research Institute of Neuroscience of Samara State Medical University, Samara State Medical University, Samara, Russia, neurosociologylab@gmail.com

©**Romanchuk N.**, ORCID: 0000-0003-3522-6803, SPIN-code: 2469-9414, M.D., Research Institute of Neuroscience of Samara State Medical University, Samara State Medical University, Samara, Russia, Romanchuknp@mail.ru

Аннотация. Болезнь Альцгеймера — это эволюционная, генетическая и эпигенетическая маршрутизация *Homo sapiens*, с внедрением реабилитационной программы «БАЯМ – 365/22/77» (Alzheimer's Disease & Nuclear Medicine) и медико-социальными нейрокоммуникациями и сопровождениями (НИИ «Нейронаук», 2022). Инновационные методы нейромодуляции в комбинированной нейроэндокринной терапии/реабилитации (медикаментозные, нефармакологические и др.) прогнозируют защиту старения головного мозга. Для восстановления циркадианной нейропластичности мозга внедрена мультимодальная схема: циркадианные очки, функциональное питание и физическая активность. Разработан и внедрен комбинированный и гибридный кластер в диагностике, лечении, профилактике и реабилитации когнитивных нарушений и когнитивных расстройств. Биоэлектромагнитические характеристики светового воздействия на зрительный анализатор, являются самыми сильными синхронизирующими сигналами для циркадианной системы и оптимальной работы мозга *Homo sapiens*. Оптимизация нейробиологических и хрономедицинских процессов, возможна при циркадианной выработке мелатонина и обеспечении его длительной концентрации в организме человека. Половые гормоны

оказывают многочисленные защитные и антиоксидантные действия во взрослом мозге, увеличивая нервную функцию и устойчивость и способствуя выживанию нейронов. По мере старения организма происходит относительно быстрая потеря гормонов яичников у женщин после менопаузы и постепенное, но действительно значительное снижение тестостерона у мужчин. Репродуктивное старение как у мужчин, так и у женщин оказывает негативное влияние на нервную функцию и представляет собой значительный возрастной фактор риска нейродегенеративных заболеваний, в первую очередь болезни Альцгеймера. Ключевым положительным фактором всех исследований является возраст начала менопаузальной гормонотерапии, раннее начало гормонотерапии в период менопаузы является защитным от болезни Альцгеймера. Нейроэндокринологические мультимодальные методы позволяют существенно увеличить продолжительность активной и качественной здоровой жизни человека. Время начала терапии экзогенными эстрогенами также высоко достоверно ассоциировалось с риском деменции: если заместительная гормональная терапия начиналась в первые 5 лет после наступления менопаузы, риск развития болезни Альцгеймера был существенно ниже. Кроме того, эстрогены действуют в головном мозге, регулируя широкий спектр поведения и физиологических функций у обоих полов.

Abstract. Alzheimer's disease is the evolutionary, genetic and epigenetic routing of *Homo sapiens*, with the introduction of the ADNМ - 365/22/77 (Alzheimer's Disease & Nuclear Medicine) rehabilitation program and medical and social neurocommunications and accompaniments (Research Institute of Neuroscience, 2022). Innovative neuromodulation methods in combined neuroendocrine therapy/rehabilitation (drug, non-pharmacological, etc.) predict the protection of brain aging. To restore circadian neuroplasticity of the brain, a multimodal scheme was introduced: circadian glasses, functional nutrition and physical activity. A combined and hybrid cluster has been developed and implemented in the diagnosis, treatment, prevention and rehabilitation of cognitive impairment and cognitive disorders. Bioelectromagnetic characteristics of light exposure to the visual analyzer, is the strongest synchronizing signal for the circadian system and optimal operation of *Homo sapiens* brain. Optimization of neurobiological and chronomedicine processes is possible with the circadian production of melatonin and ensuring its long-term concentration in the human body. Sex hormones have numerous protective and antioxidant effects in the adult brain, increasing neural function and resistance and promoting neuronal survival. As the body ages, there is a relatively rapid loss of ovarian hormones in women after menopause and a gradual but indeed significant decrease in testosterone in men. Reproductive aging in both men and women has a negative effect on neural function and represents a significant age-related risk factor for neurodegenerative diseases, primarily Alzheimer's disease. A key positive factor in all studies is the age of initiation of menopausal hormone therapy, early initiation of menopausal hormone therapy is protective against Alzheimer's disease. Neuroendocrinological multimodal methods make it possible to significantly increase the duration of an active and high-quality healthy life of a person. The start time of exogenous estrogen therapy was also highly significantly associated with the risk of dementia: if hormone replacement therapy began in the first 5 years after the onset of menopause, the risk of developing Alzheimer's disease was significantly lower. In addition, estrogens act in the brain, regulating a wide range of behaviors and physiological functions in both sexes.

Ключевые слова: болезнь Альцгеймера, деменция, сексуальность, сексуальное старение, БАЯМ, когнитивное здоровье.

Keywords: Alzheimer's disease, dementia, sexuality, sexual aging, ADNM, cognitive health.

Целью настоящего исследования является изучения комбинированных и гибридных алгоритмов/схем/инструментов/технологий повышения, как эффективности внедрения новых методов нейрофизиологической и нейроэндокринологической маршрутизации долголетия, так и программ «БАЯМ – 365/22/77» (Alzheimer's disease & nuclear medicine) для достижения долгосрочной минимизации побочных эффектов у *Homo sapiens*.

Новая нейросоциология и современные нейрокоммуникации являются «инструментами безопасности» и способны управлять и сформировать новую здоровую личность.

Многочисленные экспериментальные и эпидемиологические исследования показывают, что женские половые гормоны обладают нейропротекторным действием, предотвращая снижение когнитивных функций во время старения. Открытие, что области мозга, участвующие в обучении и памяти, такие как гиппокамп и префронтальная кора, различаются по структуре и функциям у разных полов, открывает окна мультидисциплинарных терапевтических и реабилитационных возможностей. Половые гормоны играют роль: в познании и принятии решений; совершенствовании профессионализма и новых открытиях; в формировании новой ЛИЧНОСТИ и сохранении вида *Homo sapiens*; в синхронизации парадигмы обмена информацией.

Три области головного мозга наиболее подвержены патологическим изменениям при стрессе – гиппокамп, префронтальная часть коры головного мозга и мозжечковая миндалина. Эти области отвечают за интерпретацию стрессовых переживаний и соответствующую ответную реакцию. Гиппокамп (библиотека памяти) — наиболее стресс-чувствительная область мозга вследствие того, что в ней находится большое количество рецепторов к глюкокортикоидам (Рисунок 1). Продолжительное время мозг человека рассматривали как статическую, не изменяющуюся структуру, однако, современные нейробиологические и нейрофизиологические исследования показали, что это чрезвычайно динамичная система, способная к морфологическим изменениям на разных уровнях. При стрессе и депрессии отмечаются выраженные ультраструктурные и макроморфологические повреждения нервной ткани, которые частично обратимы.

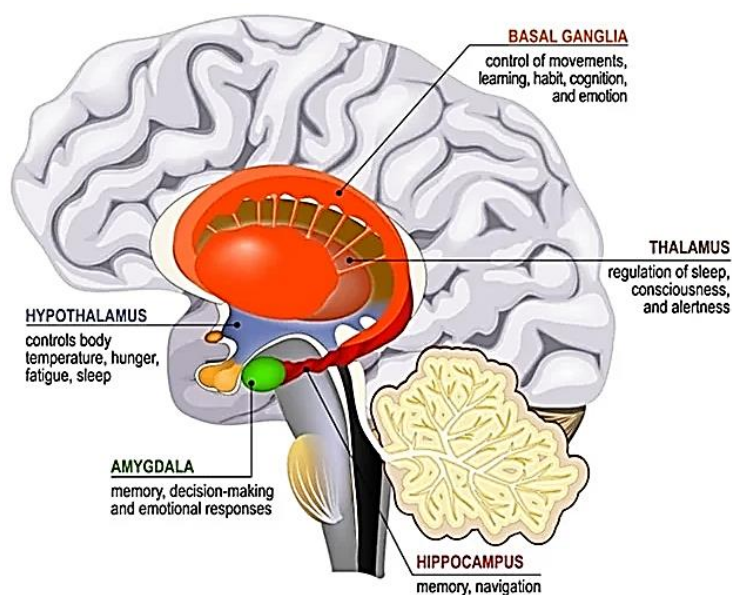


Рисунок 1. Мозг человека и «библиотека» памяти: центральный винчестер нейрокоммуникаций и когнитивная парадигма долголетия

Этот феномен — нейродегенерации и последующей частичной репарации нервной ткани, получил название нейрональной пластичности (нейропластичности). При стрессе и депрессии наблюдаются такие проявления нейрональной пластичности, как нарушения структуры и функции дендритов: их укорочение, уменьшение числа шипиков и синаптических контактов, а также гибель нервных и глиальных клеток. Основной причиной повреждения и гибели клеток мозга при стрессе считают избыток гормонов стресса, прежде всего кортизола. Восстановление функций связано с реорганизацией и образованием новых синапсов, удлинением и разрастанием дендритов и аксонов, а также с нейрогенезом, т. е. образованием новых нервных элементов из стволовых клеток.

Болезнь Альцгеймера — это эволюционная, генетическая и эпигенетическая маршрутизация *Homo sapiens*, с внедрением реабилитационной программы «БАЯМ – 365/22/77» (Alzheimer's disease & nuclear medicine) и медико-социальными нейрокоммуникациями и сопровождениями (НИИ «Нейронаук», 2022). Поэтому стратегическим является разработка и внедрения комбинированных и гибридных алгоритмов/схем/инструментов/технологий повышения, как эффективности внедрения новых методов нейрофизиологической и нейроэндокринологической маршрутизации долголетия, так и достижения долгосрочной минимизации побочных эффектов у *Homo sapiens*.

На уровне подсознания могут осуществляться любые условно-рефлекторные реакции (в том числе и возникающие с участием второй сигнальной системы). Еще до включения сознания мозг способен анализировать любые (в том числе словесные) сигналы. Это свидетельствует о том, что и сознательные, и так называемые подсознательные проявления высшей нервной деятельности человека могут осуществляться одними и теми же структурами целого мозга, а не какого-нибудь его отдела (Рисунок 1).

Данное заключение подтверждается тем, что т. н. «вторичный биоэлектрический ответ», который, по-видимому, отражает процессы анализа и переработки информации и принятия решения, осуществляющиеся бессознательно, может быть зарегистрирован в любом отделе мозга. Судя по характеру биоэлектрической активности мозга, разница между осознанными и неосознанными реакциями состоит в степени «глобальности» активации мозга, зависящей от количества вовлеченных в реакцию его нейрональных структур (Рисунок 2). Если в реакцию вовлекается относительно небольшое количество нейронов коры и подкорки, то такие реакции протекают как подсознательные. В случае, если в ответную реакцию вовлекается вся гигантская суперсистема нейронных «ансамблей» коры и подкорки и, следовательно, реакция протекает при «глобальной» активации всей ЦНС, то она осуществляется с участием сознания [1].

Нейрокоммуникации ЧЕЛОВЕКА, осуществляющиеся на уровне подсознания, являются более «экономичными» [1]. Это подтверждается тем, что подсознательные (автоматизированные) реакции являются и наиболее быстрыми ответными реакциями, латентные периоды которых намного меньше, чем латентные периоды реакций, протекающих с включением сознания. Подсознательные реакции не обязательно возникают по «шаблону». Даже при полностью автоматизированных реакциях подсознательно происходят вероятностная оценка обстановки и такое же прогнозирование каждого последующего действия. Это свидетельствует о том, что даже при включении относительно небольшого количества нейронов, мозг способен работать по принципу вероятностного прогнозирования событий среды (и на основе принципов, которые осуществляются при эвристическом программировании). Сознание включается вследствие активации ретикулярной формацией огромного количества структур мозга. Однако ретикулярная формация представляет собой

лишь определенное звено в рассмотренной цепи процессов. Ретикулярная формация подчиняется командам, сформированным в коре большого мозга в результате первичного анализа и оценки каждого пришедшего сигнала. Взаимоотношение между нейрофизиологическими процессами, лежащими в основе подсознательных и сознательных реакций в микроинтервалах времени — в момент пробуждения спящего и включения сознания, которое наступает при поступлении в мозг биологически значимой для организма информации — лишь дидактический прием, необходимый, чтобы рассматривать каждое явление в известной мере изолированно от другого.



Рисунок 2. Сознание и подсознание

Аккумулированный мозгом жизненный опыт, ушедший в подсознание, составляет основу индивидуальной, т. е. присущей лишь данному субъекту, оценки воздействий окружающей среды. Все внешние влияния воспринимаются через призму индивидуального опыта. Подсознательные реакции, как и все другие формы поведения и психической деятельности, подчинены закону причинно-следственных отношений. Такова природа интуиции, догадок, творческого озарения, «предчувствий», в основе которых лежат прошлый опыт субъекта и воздействующие на него в настоящий момент влияния окружающей и внутренней среды. Все сказанное не оставляет места для мистических толкований природы подсознания, опровергая идеалистические представления.

Более глубокое понимание индивидуальных вариаций траекторий жизни, даже среди генетически идентичных особей, и того, как эпигеномные изменения могут способствовать этим различным траекториям, будет иметь решающее значение для нашего понимания тайн старения и здорового долголетия [1].

Современное понимание механизмов функционирования генома, эпигенома, их взаимоотношений с факторами окружающей среды повышает точность диагностики заболеваний, позволяет разрабатывать персонализированные функциональные диеты и выявлять среди известных или вновь созданных лекарственных средств те, которые имеют эпигеномную направленность [1].

Понимание управления эпигенетической регуляцией является ключевым для объяснения и модификации процесса старения и активного долголетия как организма человека в целом, так и головного мозга в частности [1].

Наряду со многими физиологическими изменениями при нормальном старении, меняется и сон. Возрастные изменения сна включают в себя: сокращение продолжительности ночного сна, увеличение частоты засыпаний днем, увеличение количества ночных пробуждений и времени, проведенного без сна в течение ночи, снижение фазы медленного сна и др. Большинство этих изменений происходят в возрасте между молодым и средним и остаются неизменными у пожилых. Кроме того, циркадианная система и гомеостатические механизмы сна становятся менее устойчивыми при старении. Уровень и характер секреции гормонов, действующих на сон, изменяются при нормальном старении, что оказывает влияние на процессы сна и бодрствования. Показатели сна взаимосвязаны и/или зависят от образа жизни, полиморбидности (соматическая, психологическая), полипрагмазии, эпигенетических (социальных, экономических, экологических, и др.) факторов. Увеличение средней продолжительности жизни человека и нейроэндокринные изменения при физиологическом и патологическом старении, с одной стороны, эпигенетические факторы и электромагнитная информационная нагрузка/перегрузка, с другой стороны, внесли существенный вклад в циркадианную природу нейросетевого взаимодействия головного мозга человека с искусственным интеллектом.

Новая ЛИЧНОСТЬ, определяет главную цель — это стремление улучшить качество и количество сна, улучшить социальную поддержку и способствовать позитивному взгляду на жизнь, поддерживать здоровое питание, избегать курения и регулярно заниматься умеренной физической активностью. Что касается физической активности, то нет необходимости становиться экстремальным спортсменом, и умеренная физическая активность имеет преимущества для мозга и тела (организма). Для того чтобы изменить траектории психического и физического здоровья, важно сосредоточиться на использовании целенаправленных поведенческих методов лечения наряду с лечением, включая фармацевтические препараты, которые «открывают окна пластичности» в головном мозге и способствуют эффективности поведенческих вмешательств.

Наноматериалы и новые высокоэффективные нанорадиопротекторы с максимизацией лекарственной эффективности воздействия на brain *Homo sapiens*, работа гиппокампа с «винчестерами» памяти и состояние духовного мира человека, синхронизированы.

Дальнейшее структурно-функциональное и когнитивное развитие мозга потребует количественного и качественного обеспечения новых инструментов биоэлементологии и нутрициологии мозга [2].

Новые инструменты биоэлементологии и нутрициология мозга востребованы не только в эндокринологии, кардиологии, гериатрии, неврологии и психиатрии, но и в долгосрочной работе квалифицированного РАЗУМА и в НЕЙРОЭКОНОМИКЕ [2].

Новое понимание механизмов, лежащих в основе действия макро- и микроэлементов на мозг и ось микробиота-кишечник-мозг будут содействовать разработке пищевых вмешательств, направленных на оптимизацию функции мозга и профилактику или лечение нейродегенеративных расстройств и других возрастных состояний.

Реабилитация семи наиболее распространенных недостатков микроэлементов—железа, цинка, меди, селена, кобальта, хрома и йода — может повысить мировой IQ, нейрокоммуникации когнитивного мозга и интеллектуальное развитие *Homo sapiens* в XXI веке [2].

Биоэлементология и нутрициология мозга *Homo sapiens* XXI века — это комбинированное лечение с применением функциональных продуктов питания (персонифицированных по содержанию макро- и микроэлементов, витаминов и клетчатки) и

лекарственных препаратов (с положительным влиянием на биомикробиоту) — способных к нормализации патологически измененных биологических ритмов — перспективное направление НЕЙРОНУТРИЦИОЛОГИИ XXI века [2].

В исследованиях Н. П. Романчук [2] показано, что для нового нейрогенеза и нейропластичности, для управления нейропластичностью и биологическим возрастом человека, для современной нейрофизиологии и нейрореабилитации когнитивных нарушений и когнитивных расстройств необходимо достаточное функциональное и энергетическое питание мозга с использованием современных нейротехнологий ядерной медицины [2].

Многоуровневые и межнейронные взаимодействия — ведущий фактор формирования высших психических функций и саморазвития личности. Циркадианный гомеостаз регулирует и синхронизирует функции взрослых стволовых клеток и их изменения во время старения, а также модулирует их внешние и внутренние механизмы. Циркадные часы синхронизируют клеточную физиологию с ежедневными изменениями окружающей среды, и могут как положительно, так и отрицательно, влиять на физиологические процессы.

Циркадианное начало сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) часто показывает изменение времени суток, и связано с системой молекулярных часов [3]. Острый инфаркт миокарда или желудочковая аритмия (желудочковая тахикардия), возникает в основном рано утром. Многочисленные биохимические и физиологические параметры показывают циркадный ритм, который может объяснить суточные вариации сердечно-сосудистых событий. К ним относятся колебания артериального давления, активность вегетативной нервной системы и ренин-ангиотензиновой оси, каскад свертывания крови, сосудистый тонус и внутриклеточный метаболизм кардиомиоцитов. Новое понимание молекулярных и клеточных путей, по которым сердечно-сосудистые события происходят в суточном колебательном паттерне, поможет создать новый терапевтический подход к лечению ССЗ. Продолжаются исследования [3] актуализированной современной проблемы циркадианных нейрокоммуникаций «мозга и сердца» в период электромагнитной и информационной нагрузки/перегрузки, влияния новой генетики и эпигенетики, изменения гемостаза и гомеостаза, формирование нового иммунитета и микробиоты, во взаимосвязи с современным нейробытом и нейромаркетингом, с 5П Медициной и 5G технологиями нейрокоммуникаций.

Стратегический аспект, циркадные ритмы важны для сердечно-сосудистой физиологии и патофизиологии. Ведущим фронтиром для исследований циркадной биологии является трансляционное применение в клинической медицине, и особенно в сердечно-сосудистом здоровье и болезнях. Интересно, что недавние клинические и экспериментальные исследования выявили глубокие различия в сердечно-сосудистых заболеваниях у мужчин и женщин. Учет пола и/или гендера повышает эффективность исследований и может принести пользу результатам инноваций в области здравоохранения для мужчин и женщин. Более того, учет биологического пола является важным фактором для перевода циркадной биологии в клиническую кардиологию [3].

Разработка лекарственных препаратов, способных к нормализации патологически измененных биологических ритмов — перспективное направление фармакологии XXI века [3].

В исследовании [3] были сделаны следующие выводы:

Нейропластичность — это внутреннее свойство и перепрограммирование мозга на протяжении всей его жизнедеятельности.

Нейрогенетика является центром мультидисциплинарных и межведомственных исследований, использующих передовые методы, с участием 5P Medicine and 5G technology.

Генетическая регуляция сна через циркадную систему, влияние дисрегуляции экспрессии генов на метаболические функции, актуализировали роль циркадных часов в управлении сердечно-сосудистой и нервной системами, микробиотой кишечника, онкологией и старением.

Многие биохимические процессы в гиппокампе, такие как синтез белков и нейромедиаторов, синаптическая возбудимость и высвобождение нейрогормонов, демонстрируют циркадные колебания. Циркадная регуляция локальных биохимических процессов в гиппокампе, вероятно, является механизмом, посредством которого циркадная система накладывает временную регуляцию на различные биологические функции.

БДГ-сон — это высокоактивное психическое состояние, связанное со сновидениями, приостановленной терморегуляцией и вегетативными нарушениями. Продолжительность БДГ-сна отрицательно связаны, со смертностью от всех причин. Это открытие подчеркивает важность персонализированного управления сном в общинных популяциях.

Биологический пол является важным фактором для перевода циркадной биологии в клиническую кардиологию. Циркадианная вариабельность реактивности кровеносных сосудов и активности факторов свертывания крови способствует развитию утренней гиперкоагуляции. Циркадный ритм оказывает влияние на активацию процессов свертывания крови в утренние часы с прогрессирующей активацией фибринолиза вплоть до полудня.

Суточные изменения вязкости крови, плазмы и гематокрита с акрофазой в утренние часы создают определенный фон, который в сочетании с другими факторами риска — колебаниями артериального давления, изменением уровня глюкозы — способствует развитию острой ишемии головного мозга, а в определенных случаях утренние изменения гемостаза могут быть решающим фактором возникновения ишемического инсульта. Современная хроноterapia — перспективный метод повышения эффективности лечения, для обоснованной реализации которого требуется оценка индивидуальных особенностей фазы циркадианных ритмов.

Новое понимание молекулярных и клеточных путей, по которым сердечно-сосудистые события происходят в суточном колебательном паттерне, поможет создать новый терапевтический подход к лечению сердечно-сосудистых заболеваний.

Циркадианная дозировка лекарственного препарата в ночное время при артериальной гипертонии может снизить риск развития сердечно-сосудистых заболеваний. Исследовано [4], что циркадианный стресс вызывает дисрегуляцию «программного обеспечения» Brain Homo Sapiens, с последующим нарушением работы «когнитивного» и «висцерального» мозга. Циркадные ритмы организма запрограммированы системой циркадных генов. Циркадианные часы и циркадная система — являются биофизическим и биохимическим регулятор иммунной защиты. Циркадная система синхронизации представляет собой эволюционный программный продукт «биокомпьютера» для выживания и подготовки организма к ожидаемым циклическим вызовам, различной эпигенетической направленности. Хронотерапевтические и психохронобиологические стратегии защиты от воздействия циркадианного стресса на различные группы и категории населения, позволяют заблокировать переход когнитивных нарушений в когнитивные расстройства [4]. Современные технологии искусственного интеллекта способны на многое, в том числе прогнозировать когнитивные нарушения и когнитивные расстройства, с помощью комбинированной и гибридной нейровизуализации, секвенирования нового поколения и др., с целью начала своевременной и эффективной реабилитации brain *Homo sapiens* [4].

В исследовании [4], показана актуализация современных регуляторных платформ когнитивного здоровья и долголетия: от базовых - ведения здорового образа жизни (ЗОЖ), сохранение достаточной физической активности, обеспечение функционально-

сбалансированного здорового питания, до классических – маршрутизация сопряженности генетики и эпигенетики Homo Sapiens, управление циркадианным комплексом «сон-бодрствование», формирование здоровой биомикробиоты, защитное обновление электромагнитной информационной нагрузки/перегрузки, с переходом к следующей нейрокоммуникативной платформе — модели многоуровневого, мультипарадигмального и междисциплинарного обмена информацией, развитие современного нейробыта и нейромаркетинга, совершенствование 5P Medicine and 5G technology.

В исследовании [4], рассмотрены следующие проблемы: Современная иерархия человеческих потребностей. Когнитивный мозг и половые гормоны. СОН и старение. Функционально-сбалансированное питание человека. Микробиота и иммунный гомеостаз. Управление нейропластичностью и биологическим возрастом человека.

В исследовании [5] установлено, что за новый семилетний период сформировалась новая ЛИЧНОСТЬ функционирующая на трех платформах: первая — искусственный интеллект и информационная перегрузка, вторая – хронический стресс и депрессии, третья – самоактуализация индивидуальной религиозности. Религиозность играет одну из главных ролей в динамике процесса самореализации. Индивидуальная религиозность определяется зрелым человеком как сложное, интегративное социально психологическое свойство личности, обусловленное наличием у нее особой парадигмы восприятия мира, как сотворенного Богом, и включающее в себя когнитивный, эмоциональный, поведенческий, идентификационный и ценностный компоненты. Информационная новая личность - это способность управлять информационными потоками. Хронический стресс и депрессии вызывают продолжительную активацию адаптационных реакций организма, приводят к развитию психических, невротических расстройств и соматических заболеваний, снижают целевые показатели работоспособности, а главное — уменьшают когнитивный мозг и увеличивают когнитивный дефицит, при этом страдают все стороны когнитивной деятельности и парадигмы интеллекта [5]. Новая нейросоциология и современные нейрокоммуникации являются «инструментами безопасности» и способны управлять и сформировать новую здоровую личность [5].

Аккумуляированный мозгом жизненный опыт, ушедший в подсознание, составляет основу индивидуальной, т. е. присущей лишь данному субъекту, оценки воздействий окружающей среды. Все внешние влияния воспринимаются через призму индивидуального опыта. Подсознательные реакции, как и все другие формы поведения и психической деятельности, подчинены закону причинно-следственных отношений [5]. Такова природа интуиции, догадок, творческого озарения, «предчувствий», в основе которых лежат прошлый опыт субъекта и воздействующие на него в настоящий момент влияния окружающей и внутренней среды. Все сказанное не оставляет места для мистических толкований природы подсознания, опровергая идеалистические представления.

Внутренний язык, названный «ментальным», который дает каждому рефлексивную мысль, способность говорить с самим собой и таким образом повторять за другим информацию, полезную для его жизни [6]. Эта рефлексивная мысль прочно связана с сознанием себя и своего тела, чтобы существовать, быть живой сущностью мира со своей историей, памятью, чувствами и проектами. Даже там самосознание: «Я» появляется поздно в жизни индивида, в детстве и даже в подростковом возрасте. Способность мыслить предшествует реализации языка [6].

Когда мы говорим с самим собой, внутренняя вербализация стимулирует те же самые интеллектуальные кортикальные зоны, что и при выражении словом с запросом движущих

путей, но и моторика, которая стимулирует голосовые связки, была бы ингибирована мозгом, предотвращая испускание звуков голоса.

Таким образом, не было бы существенной разницы говорить и говорить самому себе (в смысле менталитета), в обоих случаях области языка запрашиваются (Рисунок 3) [6]. Мы говорим сами с собой, чтобы усилить нашу способность к анализу и разрешению проблем, но эта деятельность не нужна для мышления и даже, может быть, не фатальна в восприятии более освещенного мира. Является ли разговор с самим собой единственным способом мышления?

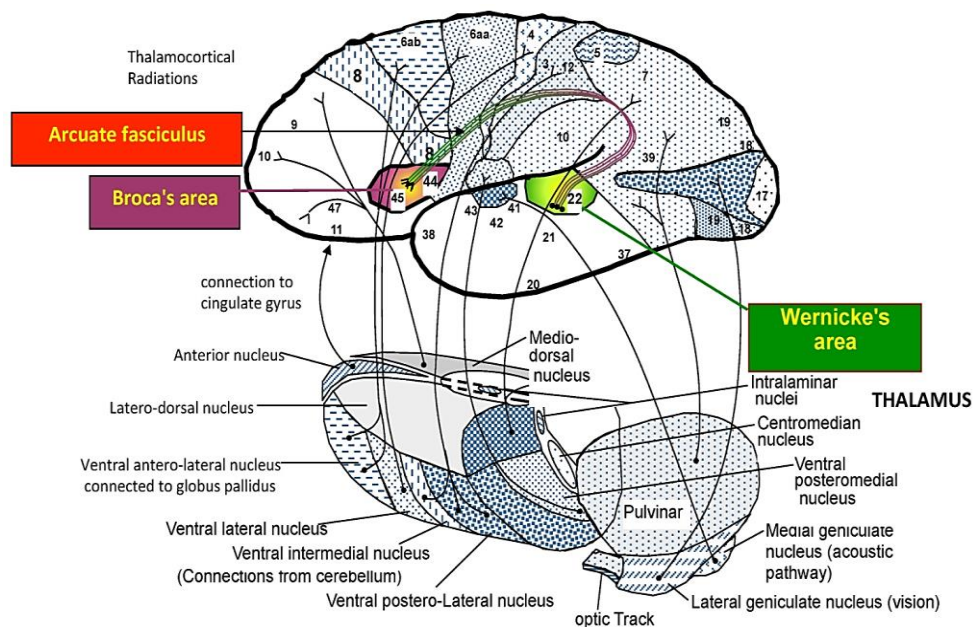


Рисунок 3. Мозг, языковая область и таламические связи [6]

Долгое время полагали, что в основе сознания лежит деятельность высшего отдела центральной нервной системы — коры полушарий большого мозга, в то время как подсознательные реакции — это реакции, осуществляемые низшими уровнями центральной нервной системы: спинным мозгом и стволовыми отделами головного мозга. Однако выяснилось, что мозг работает как единое целое, не разделяясь на «этажи». Кора больших полушарий может принимать участие во всех рефлекторных реакциях. Поэтому важным является решение вопроса: чем отличаются процессы, лежащие в основе возникновения сознания от тех, которые осуществляются на подсознательном уровне. Ответ на этот вопрос имеет существенное методологическое значение.

Сознание и подсознание — это две части одного целого, имя которому Разум. Местоположение разума в головном мозге. Не смотря на все многочисленные достижения и открытия человечества, мозг и разум изучены к настоящему моменту плохо, хотя то, что уже известно многое объясняет. Ученые объясняют деятельность мозга наличием в нем нейронов и связей между ними. Кроме того, уже доказано, что мозг можно тренировать как и мышцы, что дает само по себе огромные возможности для человека. Мозг, как физиологический орган, учеными был рассмотрен подробно, но это не значительно помогло продвинуться в том, что же такое разум и как он работает.

Разум представляет собой совокупность двух взаимосвязанных систем: сознания и подсознания. Эти две системы работают в паре, но всегда одна из них берет на себя контроль и управление. Сознание — это совокупность знаний. Только знания здесь стоит рассматривать,

как вся полученная информация с момента рождения. Сознание отдельного человека, конечно, зависит от обобщенного сознания человечества. Но при этом, сознание человека может влиять на сознание других людей, а значит и на сознание человечества в целом. В этом и заключается эволюция сознания человечества. Именно сознание формирует картину мира человека. Твое сознание, твоя совокупность знаний определяет, как ты будешь жить, что делать, а кроме того, какие знания получать в дальнейшем. На базе имеющегося уровня знаний формируются различные убеждения, стереотипы, формы общения, привычки и восприятие себя самого. Получается, что сознание определяет не только картину мира, но и самовосприятие или внутреннюю картину. Это обычно называют самоосознанием.

Сравнивая себя с другими, человек может определить, что он лучше или хуже кого-то, но все это на самом деле решается на уровне сознания. Здесь проявляет себя одно всем известное качество сознания, имя которому Эго. Оно защищает сознание, и делает это порой агрессивно. В целом, именно из-за этого, Эго мешает человеку, так как мешает поступлению новой информации, а значит и блокирует развитие.

Подсознание — часть разума, которая находится как бы на заднем плане, за сознанием (под сознанием). Сознание и подсознание находятся в постоянной взаимосвязи. Подсознание отвечает за память и за действия, выполняемые в автоматическом режиме. Все привычки человека хранятся в подсознании.

Оптимизация [7], нейробиологических и хрономедицинских процессов, возможна при циркадианной выработке мелатонина и обеспечении его длительной концентрации в организме человека. Индивидуальное сочетанное (медикаментозное и немедикаментозное) вмешательство в циркадианную ось «микробиота–кишечник–мозг» с помощью ежедневного употребления функциональных продуктов питания, положительно влияет на когнитивное и психическое здоровье человека. Внедрение результатов исследования Романчук Н.П. (2010, 2013, 2016, 2017), позволяет восстановить функционирование циркадианной системы человека, нормализовать уровень и концентрацию мелатонина в организме, осуществлять регуляцию процессов сна и бодрствования, управлять нейропластичностью, проводить профилактику когнитивных нарушений, активировать собственные циркадианнные ритмы и их синхронизацию с окружающей средой, через использование мультимодальной схемы повышения циркадианного уровня гормона мелатонина в крови человека: циркадианнные очки, функциональное питание и физическая активность [7].

В исследовании [8], сделаны следующие выводы:

1. Мультидисциплинарное и мультимодальное взаимодействие в триаде «мозг-глаза-сосуды» позволяет выявить ранние биомаркеры как общего ускоренного и патологического старения, так и своевременно диагностировать нейродегенерацию, и провести эффективную нейрореабилитацию когнитивных нарушений.

2. Биоэлектромагнитические характеристики светового воздействия на зрительный анализатор, является самым сильным синхронизирующим сигналом для циркадианной системы и оптимальной работы *Homo sapiens* brain.

3. Более глубокое знание многих взаимодействий между глазом, мозгом и сердечно-сосудистой системой являются ключевыми для эффективной профилактики и нейрореабилитация когнитивных нарушений.

4. Комбинированные и гибридные методы нейровизуализации в содружестве с технологиями искусственного интеллекта и циркадианнные очки в комбинированной схеме светотерапии являются современными инструментами профилактики когнитивных нарушений и здорового старения *Homo sapiens* brain.

5. Разработан и внедрен комбинированный и гибридный кластер в диагностике, лечении, профилактике и реабилитации когнитивных нарушений и когнитивных расстройств [9].

Исследовано [8], что биоэлектромагнетизм света и нейронные сети мозга – это, адаптация и оптимизация условий внешнего и внутреннего освещения (тип, характер, длительность) для улучшения работы когнитивного мозга (Рисунок 4). Homo Sapiens brain работает в 24-часовой биоэлектромагнитной среде. Свет является самым сильным синхронизирующим сигналом для циркадной системы, и поэтому большинство биологических и психологических ритмов внутренне синхронизированными, что важно для оптимальной работы *Homo sapiens* brain. Циркадные нарушения сна-бодрствования и хроническое циркадное рассогласование, часто наблюдаемые при психиатрических и нейродегенеративных заболеваниях, могут быть эффективными в нейрореабилитации когнитивных нарушений [8].

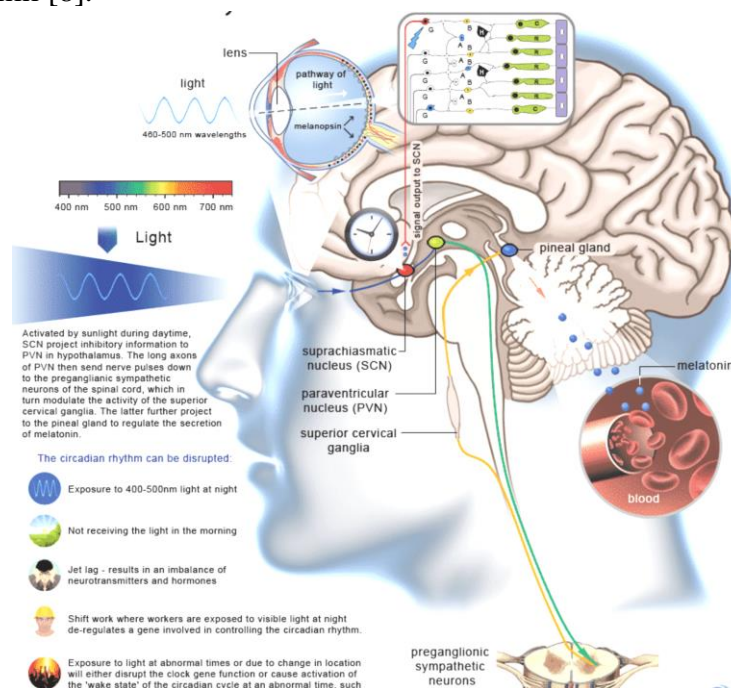


Рисунок 4. Нейробиология и нейрофизиология циркадианной системы

Благотворное влияние на циркадианную синхронизацию, качества сна, настроение и когнитивные показатели - зависят от времени, интенсивности и спектрального состава светового воздействия. Мультидисциплинарное и мультимодальное взаимодействие в триаде «мозг-глаза-сосуды» позволяет выявить ранние биомаркеры как общего ускоренного и патологического старения, так и своевременно диагностировать нейродегенерацию, и провести эффективную нейрореабилитацию когнитивных нарушений [8]. Контроль и лечение сосудистых факторов риска и эндокринных нарушений позволяет снизить распространенность длительной нетрудоспособности среди пожилого населения. Комбинированные и гибридные методы нейровизуализации в содружестве с технологиями искусственного интеллекта, позволяют понять и диагностировать неврологические расстройства и найти новые методы нейрореабилитации и медико-социального сопровождения, которые приведут к улучшению психического здоровья. Для восстановления циркадианной нейропластичности мозга внедрена мультимодальная схема: циркадианные очки, функциональное питание и физическая активность [8]. Разработан и внедрен комбинированный и гибридный кластер в диагностике,

лечении, профилактике и реабилитации когнитивных нарушений и когнитивных расстройств [9].

Конструкция «когнитивного резерва» представляет собой набор переменных, включая интеллект, образование и умственную стимуляцию, которая предположительно позволяет мозгу адаптироваться к основным патологиям, поддерживая когнитивную функцию, несмотря на лежащие в основе нейронные изменения. *Brain Homo sapiens* также указывает на устойчивость к нейропатологическим повреждениям и может быть определен как способность оптимизировать или максимизировать производительность за счет эффективного набора нейронных сетей и/или альтернативных когнитивных стратегий. Познание в детском возрасте, уровень образования и занятия для взрослых — все это, независимо друг от друга способствует формированию когнитивного резерва [9].

Разработан и внедрен [9] комбинированный и гибридный кластер в диагностике, лечении, профилактике и реабилитации когнитивных нарушений и когнитивных расстройств.

Исследование [10], «Ранняя диагностика когнитивных нарушений» посвящено актуальной задаче современной медицины — раннему распознаванию когнитивных нарушений. Рассматриваются подходы к диагностике, обсуждаются вопросы патогенеза и систематики когнитивных нарушений, психометрические и патопсихологические методики оценки когнитивных расстройств, подходы к комплексному психофармакологическому лечению и профилактике когнитивных расстройств. Результаты ориентируют врача на использование мультидисциплинарного подхода к пониманию проблемы нейродегенераций и формированию научно-обоснованных алгоритмов ведения таких пациентов [10].

Взаимодействие новых коммуникационных технологий и категорий «Здоровье» и «Долголетие» достигаются при обмене целевой и стратегической информацией через всю жизнь [11]. Эволюционная генетика и эпигенетика 21 века, с одной стороны, и искусственный интеллект и виртуальная реальность, с другой, позволили использовать многофункциональный сон, для нейрореабилитации висцерального и когнитивного мозга. Внедрение новых компетенций психонейроиммуноэндокринология и психонейроиммунология играют стратегическую роль в междисциплинарной науке и межведомственном планировании и принятии решений. Внедрения многовекторных нейротехнологий искусственного интеллекта и принципов цифрового здравоохранения, будут способствовать развитию современного нейробыта и нейромаркетинга [11]. «Информационная пандемия» — это новый вызов социуму, его готовность «сотрудничать» в ближайшей и отдаленной перспективе [11].

Секвенирование генома человека стало важной научной вехой, которая произвела революцию в биологии и медицине. Проект «Геном человека» — это нейрогенетическая маршрутизация с XX в XXI век, многочисленные открытия благодаря сотрудничеству между проникательными клиницистами и технически инновационными фундаментальными учеными [12]. Геномная инженерия, редактирование генома и редактирование генов относятся к модификациям (вставкам, делециям, заменам) в геноме живого организма. Современное редактирование генома основано на кластеризованных регулярно чередующихся коротких палиндромных повторах и ассоциированном белке 9 (CRISPR-Cas9). У прокариот CRISPR-Cas9 — это адаптивная иммунная система, которая естественным образом защищает клетки от вирусных инфекций ДНК. CRISPR-Cas9 был модифицирован для создания универсальной технологии редактирования генома, которая имеет широкий спектр применений в медицине, сельском хозяйстве и фундаментальных исследованиях функций генов [12].

СОН является главным инструментом и механизмом в формировании когнитивной памяти, ее количественном и качественном объеме, интеграции перехода на качественно новый уровень саморазвития и самосовершенствования, позволяющий создавать новый интеллектуальный «квалификационный РАЗУМ» [12]. *Homo sapiens* 21 века будет имеет возможность понимать физиологические и нейрофизиологические паттерны сна, управлять и изменять свои привычки сна. Оцифровка сна – будущее для развития промышленности, здравоохранения, науки и персонализированного здоровья [12].

Системная биология, биофизика, физиология и нейрофизиология позволяют выделить многомерные и комбинаторные профили генетических, биологических, патофизиологических и клинических биомаркеров, отражающих гетерогенность нейродегенерации, посредством современных эффективных инструментов анализа регистрации и создания всеобъемлющих карт мозга и записи динамических моделей в разных системах: от молекул, нейронов до областей мозга. Биоинформатика, нейровизуализация и нейрофизиология систем направлена на вычисление нейросетевых моделей взаимосвязи между структурой и динамической функцией в сетях мозга. Структурные и функциональные маркеры мозга устанавливают связь между клиническими фенотипами и молекулярными патофизиологическими механизмами. Фенотипическая изменчивость в настоящее время считается одной из самых больших проблем в геронтологии и гериатрии.

Современная нейроэндокринология и клиническая гериатрия с помощью нейросетей, смогут провести своевременную нейровизуализацию, комбинированную терапию / реабилитацию и профилактику нейродегенеративных заболеваний, в первую очередь болезни Альцгеймера. Инновационные методы нейромодуляции в комбинированной нейроэндокринной терапии/реабилитации (медикаментозные, нефармакологические, и др.) прогнозируют защиту старения головного мозга с возрастным переходным периодом со второго уровня когнитивного здоровья на третий. Гормональная заместительная терапия в профилактике и лечении болезни Альцгеймера, представляет собой сложный и обнадеживающий мультимодальный способ построения стратегии развития персонализированного, нейрокогнитивного управления нервной и эндокринной системами *H. sapiens*, в трехуровневой возрастной системе сохранения здоровья: эмоционального, когнитивного, психического. Ключевым положительным фактором всех исследований является возраст начала менопаузальной гормонотерапии, раннее начало гормонотерапии в период менопаузы является защитным от болезни Альцгеймера. Нейроэндокринологические мультимодальные методы позволяют существенно увеличить продолжительность активной и качественной здоровой жизни человека.

В настоящее время активно используются нейросети, не только для современной диагностики и профилактики заболеваний в гериатрии, психиатрии и неврологии, а главное — в применении новых методов нейромодуляции в комбинированной терапии (медикаментозные, нефармакологические, и др.) в клинической гериатрии [13]. Нейрокогнитивные действия половых гормонов осуществляется во взаимодействии нейросетей с когнитивным и висцеральным мозгом, для нейросетевого контроля и многофункционального управления, включая баланс между их уровнями, а также возраст и пол человека. Нейрональное действие половых гормонов представляет собой один из четко определенных патогенетических факторов болезни Альцгеймера и может представлять собой надежду понять нейробиологию и нейробиофизику половой и возрастной зависимости вариабельности в предрасположенности к нейродегенеративным заболеваниям [13]. Болезнь Альцгеймера — это гетерогенное расстройство с множеством вариантов и широким

разнообразием проявлений, которое возникает в результате взаимодействия множества этиологических факторов, включая генетические, эпигенетические, экологические и жизненные факторы. Влияния эстрогена, прогестерона и андрогена важные «строительные камни» в патогенезе болезни Альцгеймера, и их влияние в результатах модуляции и развития мозга в различной подверженности пола к заболеванию. Эти половые гормоны, будь то гонадные или нейростероиды, играют важную нейропротекторную роль, влияя на уязвимость человека к развитию болезни Альцгеймера, скорости конверсии умеренных когнитивных нарушений и скорости прогрессирования данной нейродегенерации. Гормональная заместительная терапия в профилактике и лечении болезни Альцгеймера, представляет собой сложный и обнадеживающий способ построения стратегии развития персонализированного, нейрокогнитивного управления нервной и эндокринной системами *Homo sapiens* [13].

Искусственный интеллект и батареи нейропсихологических тестов: своевременная возможность для пациента с болезнью Альцгеймера и его родственников, волонтеров и «сопровождающих помощников» в принятии решений (действий) возникающих при хроническом патологическом старении [14].

ВРАЧ и НЕЙРОФИЗИОЛОГ: современное решение проблемы реабилитации «когнитивного мозга» *Homo sapiens* с применением с одной стороны, инструментов и технологий ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА, а с другой — мультидисциплинарное взаимодействие нейрофизиолога с клиническим «универсальным» специалистом в области неврологии, психиатрии, психотерапии, психоанализа и гериатрии [14].

Установлено [14], что функционирование интегрированных нейронных систем путем интеграции и анализа динамической гибридной мультимодальной нейронной информации ЭЭГ и фМРТ, в сочетании с нейропсихологическим тестированием, позволит клиническому врачу гериатру управлять здоровым старением *Homo sapiens*.

Иммунный гомеостаз — это баланс между иммунологической толерантностью и воспалительными иммунными реакциями — является ключевой особенностью в исходе здоровья или болезни. Здоровая микробиота — это качественное и количественное соотношение разнообразных микробов отдельных органов и систем, поддерживающее биохимическое, метаболическое и иммунное равновесие макроорганизма, необходимое для сохранения здоровья человека [15]. Механизмы, с помощью которых микробиота может изменять коммуникацию между кишечником и головным мозгом, являются главными из-за воздействия на ось НРА, иммунную систему и нейротрансмиссию. Наличие инновационных технологий, таких как секвенирование следующего поколения и коррелированные инструменты биоинформатики, позволяют глубже исследовать перекрестные нейросетевые взаимосвязи между микробиотой и иммунными реакциями человека.

Функциональные продукты питания, здоровая биомикробиота, здоровый образ жизни и управляемое защитное воздействия окружающей среды, искусственный интеллект и электромагнитная информационная нагрузка / перегрузка — ответственны за работу иммунной системы человека и ее способности своевременного иммунного ответа на пандемические атаки [15].

Функциональные продукты питания различные по составу, оказывают системное воздействие как на гуморальные и гормональные циркадианные колебания, так и на персонифицированное состояние здоровья, и его полиморбидность [15]. Включение в комбинированную схему лечения и профилактики заболеваний — функционального продукта питания обусловлено его сбалансированностью по содержанию микро-и макроэлементов, витаминов и минералов, клетчатки и др., необходимых мужскому и женскому организму

человека как для профилактики гормональных нарушений в репродуктивной системе, так и для диетического, профилактического и функционального питания при диссомнии, десинхронозе [16].

В исследовании [16], сделаны следующие выводы:

Микробиологическая память будет оставаться стабильной, когда рацион функционального (здорового) диетического питания и здоровая биомикробиота остаются почти неизменными.

Новая управляемая здоровая биомикробиота и персонализированное функциональное и сбалансированное питание «мозга и микробиоты» — это долговременные медицинские программы пациента, которые позволяют проведению профилактики полипрагмазии.

Персонализированные функциональные диеты на основе алгоритмов искусственного интеллекта улучшают гликемические реакции на диетические продукты. Другие персонализированные терапевтические применения диетической-иммуно-метаболической оси включают функциональные пробиотические добавки и/или функциональное диетическое планирование, основанное на профилях микробиома.

Иммунная система человека и микробиота совместно эволюционируют, и их сбалансированное системное взаимодействие происходит в течение всей жизни. Эта тесная ассоциация и общий состав, и богатство микробиоты играют важную роль в модуляции иммунитета хозяина и могут влиять на иммунный ответ при вакцинации.

Наличие инновационных технологий, таких как секвенирование следующего нового поколения и коррелированные инструменты биоинформатики, позволяют глубже исследовать перекрестные нейросетевые взаимосвязи между микробиотой и иммунными реакциями человека.

Микробиота представляет собой ключевой элемент, потенциально способный влиять на функции антигена вызывать защитный иммунный ответ и на способность иммунной системы адекватно реагировать на антигенную стимуляцию (эффективность вакцины), действуя в качестве иммунологического модулятора, а также природного адъюванта вакцины.

Функциональные продукты питания, здоровая биомикробиота, здоровый образ жизни и управляемое защитное воздействия окружающей среды, искусственный интеллект и электромагнитная информационная нагрузка/перегрузка — ответственны за работу иммунной системы и ее способности своевременного иммунного ответа на пандемические атаки.

Совершенствование стратегий иммунизации и географического успеха вакцинации, взаимосвязаны с искусственным интеллектом и инновационными инструментами, моделированием и управлением иммунной защитой и индивидуальным иммунным ответом.

Мультимодальные инструменты, биочипирование, нейронные и мозговые чипы, технологии секвенирования следующего (нового) поколения создают биомаркеры для управления структурой здоровой биомикробиоты и функционального питания, в зависимости от целевых показателей.

Функциональный продукт питания с помощью биомаркеров и технологий искусственного интеллекта является целевой питательной средой как для организма в целом, так и для биомикробиоты в частности [16].

В исследовании [17], показаны достижения цифрового здравоохранения и своевременный переход на платформу 5П-МЕДИЦИНЫ. Современная трансформация 4П в 5П-медицину — это новый подход — прецизионность (точность) — основан на глубоком понимании природы заболеваний и использует новейшие достижения в диагностике, и объединяет опыт классической медицины и современные технологии. Модель 5П-Медицины

совместно с новейшими достижениями в медицине — важный шаг в улучшении состояния организма и продлении жизни не только у человека, но и у человечества в целом. 5П Медицина и 5G технологии нейрокоммуникаций – новый уровень нейросетевого взаимодействия гиппокампа и когнитивного здоровья ЧЕЛОВЕКА. Brain *Homo sapiens* 21 века объединяет внутреннюю и внешнюю многоуровневую информацию в единый алгоритм структурирования, маршрутизации, хранения, а также извлечения информации в настоящем и будущем периоде времени. В новой 5П-медицине здоровье человека становится личным результатом, следствием работы со своим организмом, правильной и своевременной диагностики и профилактических мероприятий. Новая 5П–медицина основана, на глубоком индивидуализированном подходе к пациенту и стремлении профилактировать заболевания [17].

Человеческий мозг — это главный инструмент и самый ценный ресурс на нашей планете. Новая ЭПИГЕНЕТИКА *Homo sapiens* и *Homo sapiens* brain управляет взаимодействием генетических и эпигенетических программ старения и здорового долголетия. Эпигенетические часы — это математические модели и искусственный интеллект, которые предсказывают биологический возраст человека с помощью данных метилирования ДНК и являются наиболее точными биомаркерами процесса старения [18].

Генетические и эпигенетические факторы, ограничивающие продолжительность жизни человека, являются актуальными в биogerонтологических, биофизических и нейрофизиологических исследованиях, особенно с точки зрения медицинской экономики [18].

Цереброваскулярное старение можно рассматривать с нескольких точек зрения, включая изменения в плотности сосудов (количество капилляров и артериол), пластичности сосудов (динамическая регуляция плотности или структуры сосудов) и реактивности сосудов (приспособление сосудов к острым метаболическим изменениям, происходящим в тканях). Основные механизмы контроля в мозговом кровообращении уникальны по сравнению с другими сосудистыми руслами и включают, но не ограничиваются такими особенностями, как гематоэнцефалический барьер, периваскулярная иннервация, внутриклеточная связь между нейронами, периваскулярные глиальные клетки и гладкомышечные клетки, высокая скорость метаболизма тканей, отсутствие аноксической толерантности и наличие коллатеральных артерий [18].

Мультимодальное и мультимодальное взаимодействие в триаде «мозг-глаза-сосуды» позволяет выявить ранние биомаркеры как общего ускоренного и патологического старения, так и своевременно диагностировать нейродегенерацию, и провести эффективную нейрореабилитацию когнитивных нарушений. Биочипирование, нейронные и мозговые чипы, технологии секвенирования следующего (нового) поколения позволяют исследовать экспрессию тысяч генов, которые будут использованы в качестве биомаркеров. Комбинированные и гибридные методы нейровизуализации в содружестве с технологиями искусственного интеллекта являются современными инструментами диагностики и профилактики когнитивных нарушений и здорового старения *Homo sapiens* brain [18].

Хрономедицинские технологии — это математические модели и искусственный интеллект, которые предсказывают биологический возраст человека с помощью данных метилирования ДНК, модификации гистонов, ремоделирование нуклеосом и микроРНК, и являются наиболее точными биомаркерами процесса старения. Эпигенетические механизмы (метилирование ДНК, модификации гистонов, нкРНК) взаимосвязаны и образуют «эпигенетическую сеть». Факторы образа жизни и воздействия окружающей среды оставляют эпигенетические следы на нашей ДНК, которые влияют на экспрессию генов, некоторые из

них оказывают защитное действие, а другие — вредное. Генетические и эпигенетические факторы обеспечивающие долголетие и сверхдолголетие, требуют от человека разумного нового взаимодействия с природой и обществом, и ответственности за будущие здоровые поколения [19].

Современное и своевременное внедрение эпигенетических постулатов питания от «Здоровое питание матери — лучшее начало жизни» до «Здоровое питание человека — обеспеченное здоровое старение» позволит эффективной реализации программ долголетия и сверхдолголетия *Homo sapiens* и *Homo sapiens brain* [19].

В исследовании [19] доказано что, продолжительность жизни человека в значительной степени определяется эпигенетически. Эпигенетическая информация — обратима, наши исследования дают возможность терапевтического вмешательства при здоровом старении и связанных с возрастом заболеваниях [19].

Половые гормоны оказывают многочисленные защитные и антиоксидантные действия во взрослом мозге, увеличивая нервную функцию и устойчивость и способствуя выживанию нейронов. По мере старения организма происходит относительно быстрая потеря гормонов яичников у женщин после менопаузы и постепенное, но действительно значительное снижение тестостерона у мужчин. Таким образом, неудивительно, что репродуктивное старение как у мужчин, так и у женщин оказывает негативное влияние на нервную функцию и представляет собой значительный возрастной фактор риска нейродегенеративных заболеваний, в первую очередь болезни Альцгеймера.

Появляется все больше убедительных доказательств того, что снижение уровня эстрогена во время менопаузального перехода приводит к системному воспалительному состоянию. Это состояние характеризуется системными провоспалительными цитокинами, получаемыми из репродуктивных тканей, изменением клеточного иммунного профиля, повышенной доступностью белков инфламмосомы в ЦНС и провоспалительной микросредой, которая делает мозг более восприимчивым к ишемическим и другим стрессорам.

Многочисленные доклинические и эпидемиологические исследования, а также некоторые клинические испытания подтвердили благотворное влияние заместительной гормональной терапии (ЗГТ) на память и когнитивные способности и снизили риск развития болезни Альцгеймера. Суммарная длительность воздействия эстрогенов на организм ассоциируется с риском болезни Альцгеймера: чем больше время воздействия, тем ниже риск. Данный протективный эффект проявляется с возрастом все больше.

Время начала терапии экзогенными эстрогенами также высоко достоверно ассоциировалось с риском деменции: если ЗГТ начиналась в первые 5 лет после наступления менопаузы, риск развития болезни Альцгеймера был существенно ниже.

Перименопауза или менопаузальный переход - период времени, который охватывает последние годы репродуктивной жизни женщины — связан с глубокими репродуктивными и гормональными изменениями в организме женщины и экспоненциально увеличивает риск церебральной ишемии и болезни Альцгеймера. Хотя наше понимание точных сроков или определения перименопаузы ограничено, ясно, что в перименопаузе есть две стадии. Это ранний менопаузальный переход, когда менструальные циклы в основном регулярные, с относительно небольшими перерывами, и поздний переход, когда аменорея становится более продолжительной и длится не менее 60 дней, вплоть до последнего менструального цикла [20].

Появляются новые данные, свидетельствующие о том, что перименопауза является провоспалительной и нарушает работу регулируемых эстрогеном неврологических систем. Эстроген является главным регулятором, который функционирует через сеть рецепторов

эстрогена подтипов альфа (ER- α) и бета (ER- β) (Рисунок 5). Исследовано, что бета-рецептор эстрогена регулирует ключевой компонент врожденного иммунного ответа, известный как инфламасома, а также участвует в регуляции функции нейрональных митохондрий. Показан, переход к менопаузе как воспалительного события с сопутствующим системным и воспалением центральной нервной системы, а также регуляцией врожденного иммунного ответа с помощью ER- β -опосредованных механизмов [20].

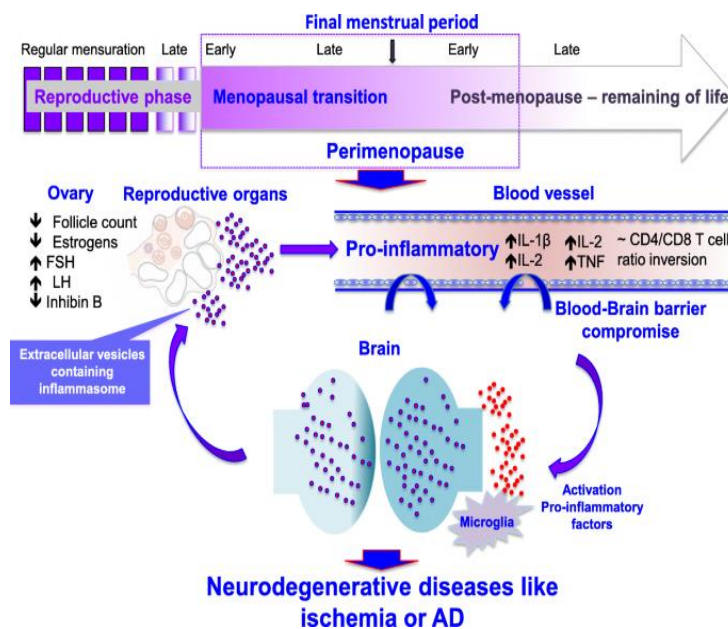


Рисунок 5. Болезнь Альцгеймера и репродуктивное старение в перименопаузе [20]

При переходе от репродуктивного старения к менопаузе недостаточность яичников связана с высвобождением внеклеточных пузырьков, содержащих инфламмасы, которые могут быть ответственны за системное воспаление низкой степени. Это слабовыраженное воспаление может нарушить гематоэнцефалический барьер (ГЭБ), делая мозг более восприимчивым к воспалению и нейродегенеративным заболеваниям [20].

Предполагаемый механизм активации инфламмасы в нейроне во время пре- и перименопаузы (Рисунок 6). Во время пременопаузы циклический эстрадиол-17 β (E2) поддерживает экспрессию ядерного, мембранного и митохондриального рецептора эстрогена-бета (ER- β), который, в свою очередь, ингибирует активацию инфламмасы, регулируя функции митохондрий, регулируя биогенез посредством связывания циклического элемента ответа AMP (CREB) и уменьшая митохондриальную реактивную активность. образование форм кислорода (АФК). ER- β также увеличивает экспрессию противовоспалительного белка и уменьшает экспрессию провоспалительных белков. Снижение уровня циркулирующего эстрадиола-17 β снижает бета-рецептор эстрогена (ER- β), вызывая активацию инфламмасы активными формами кислорода (АФК). Инфламмасома активирует прокаспазу-1 в каспазу-1, что приводит к процессингу про-IL-1 β в IL-1 β . После активации секретируется IL-1 β , что приводит к распространению воспалительной реакции на соседние клетки. Аналогичным образом, секретируются внеклеточные пузырьки, содержащие белки инфламмасы, что также способствует распространению воспалительной реакции. ASC, связанный с апоптозом спекоподобный белок, содержащий CARD; ER- β , бета-подтип рецептора эстрогена; ILR, рецепторы интерлейкина; IL-1 β , интерлейкин 1 β ; NLR, pod-подобный рецептор; NF- κ B,

ядерный фактор κВ; АФК, активные формы кислорода; TLR, toll-подобные рецепторы; TNFα, фактор некроза опухоли альфа [20].

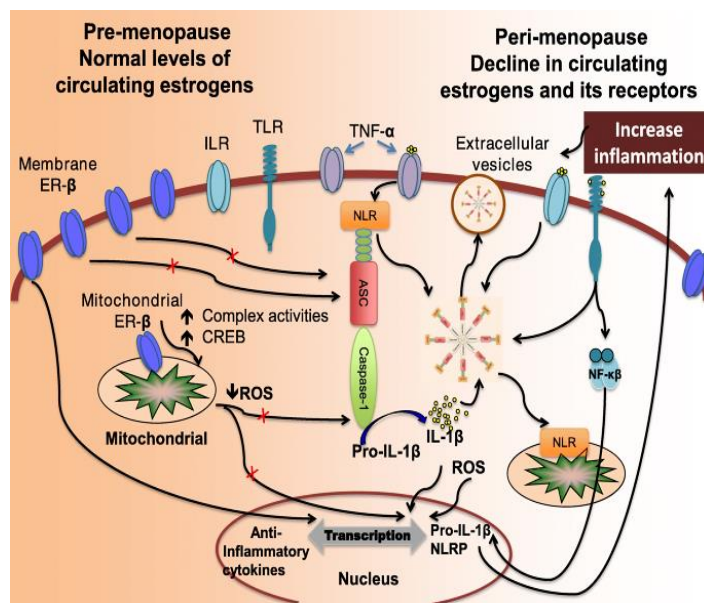


Рисунок 6. Болезнь Альцгеймера и механизм активации инфламмосы в нейроне вовремя, пре- и перименопаузе [20]

Появляется все больше убедительных доказательств того, что снижение уровня эстрогена во время менопаузального перехода приводит к системному воспалительному состоянию. Это состояние характеризуется системными провоспалительными цитокинами, получаемыми из репродуктивных тканей, изменением клеточного иммунного профиля, повышенной доступностью белков инфламмосы в ЦНС и провоспалительной микросредой, которая делает мозг более восприимчивым к ишемическим и другим стрессорам. Эти провоспалительные процессы, по-видимому, ставят под угрозу роль ER-β в защите мозга от ишемического повреждения и нарушают функции митохондрий, которые модулируют активацию инфламмосы. Это состояние создает предпосылки для нейродегенеративных / невровазкулярных заболеваний в позднем возрасте с сопутствующей когнитивной дисфункцией или снижением. Использование ER-β-селективных агонистов может представлять собой более безопасную и эффективную мишень для будущих терапевтических исследований, чем ER-α-агонист или E2. Активация ER-β в головном мозге обеспечивает защиту от ишемии, стимулирует функции митохондрий и ингибирует активацию инфламмосы. Агонисты ER-β могут быть более безопасными, поскольку ER-β не обладает способностью стимулировать пролиферацию ткани молочной железы или эндометрия. Агонист ER-β может воздействовать как на церебро-, так и на сердечно-сосудистую систему, чтобы уменьшить ишемическую нагрузку. Таким образом, передача сигналов ER-β является руководством для будущих трансляционных исследований, направленных на снижение когнитивных нарушений и случаев ишемии головного мозга у женщин в постменопаузе, избегая при этом побочных эффектов, вызываемых хроническим лечением E2. Таким образом, модель репродуктивного старения как системной воспалительной фазы жизни имеет решающее значение для понимания неврологических изменений, которые могут происходить у женщин в менопаузе, и для разработки новых терапевтических целей для смягчения заболеваний, связанных с возрастом и репродуктивным старением [20].

В дополнение к их хорошо известной роли в женской репродуктивной системе, эстрогены могут действовать в мозге, регулируя широкий спектр поведения и физиологических функций у обоих полов. За последние несколько десятилетий генетически модифицированные модели на животных значительно расширили наши знания о роли сигналов рецепторов эстрогена (ER) в мозге в поведенческих и физиологических регуляторах. Однако меньше внимания уделялось рецепторам, связанным с эстрогеном (ERR), членам сиротских ядерных рецепторов, последовательности которых гомологичны ERS, но не обладают способностью связывать эстроген. Хотя эндогенные лиганды ERR еще предстоит определить, они, по-видимому, имеют общие транскрипционные мишени с ERS, и их экспрессия может напрямую регулироваться ERs через элемент эстроген-ответа, встроенный в регуляторную область генов, кодирующих ERR. Несмотря на широкое распространение ERR в мозге, мы только начали понимать фундаментальные роли, которые они играют на молекулярном, клеточном и цепном уровнях. Здесь мы рассматриваем недавние достижения в области исследований в понимании роли ER и ERR в мозге, с особым акцентом на ERR, и обсуждаем возможные перекрестные помехи между ER и ERR в поведенческих и физиологических регуляторах [21].

Известно, что эстрогены — это стероидные гормоны, которые регулируют широкий спектр физиологических функций, включая, но не ограничиваясь этим, репродукцию, физиологию сердечно-сосудистой системы, гомеостатическую регуляцию энергетического баланса, а также различные социальные и обучающие поведения. Традиционно считалось, что действие циркулирующего эстрогена опосредуется главным образом путем связывания с двумя специфическими рецепторами, рецепторами эстрогена α (ER α) и рецепторами эстрогена β (ER β), которые распознают и активируют транскрипцию генов посредством связывания с геномным элементом, называемым элементом эстроген-ответа (ERE), либо в виде гомодимера или гетеродимера с коактиваторами. Примечательно, что помимо их хорошо известной роли в регуляции транскрипции, недавно сообщалось, что эстрогены также быстро активируют внеклеточные сигнально-регулируемые киназы (ERKs) в соответствии с новым механизмом действия ERS, а также экспрессией рецептора 30, связанного с G-белком, который является сиротой (GPR30), который функционирует как новый тип ER. Таким образом, даже спустя почти столетие с момента их открытия точные механизмы, с помощью которых эстрогены регулируют различные физиологические функции, все еще не полностью поняты и остаются активной областью исследований [21].

Рецепторы α и β , связанные с эстрогеном (ERR α и ERR β), были двумя первыми сиротскими ядерными рецепторами, идентифицированными на основе сходства их последовательности с ER α . Вместе с ERR γ эти три рецептора входят в подсемейство ERR суперсемейства стероидных ядерных рецепторов III группы. Другие ядерные рецепторы III группы включают глюкокортикоидные, минералокортикоидные, прогестероновые и андрогенные рецепторы, а также ERS. Хотя ERR имеют общие гомологии последовательностей с ERS, эстрогены не являются их естественными лигандами, а ERR проявляют конститутивную активность и могут работать как регуляторы транскрипции в отсутствие лигандов. ERR содержат ДНК-связывающие домены (DBD), составляющие два высококонсервативных мотива цинковых пальцев, которые нацелены на рецептор на определенную последовательность ДНК (TCAAGGTCA), называемую элементом ответа, связанным с эстрогеном (ERRE) [21]. ERR связываются с ERRE в виде мономера или гомодимера или в виде гетеродимера с коактиваторами. В дополнение к ERRE, ERR могут также связываться с ERE и, наоборот, ER α , но не ER β , а также могут связываться с ERRE,

подразумевая общие транскрипционные сети, управляемые как ERRs, так и ERa. Неудивительно, что во многих тканях как ERa, так и ERR высоко экспрессируются, включая метаболически активные скелетные мышцы, жир и мозг, но координируются ли они и как они контролируют общие и / или отдельные транскрипционные события, остается неясным. По сравнению с ERs наши знания о роли ERR, зависящих от типа ткани и клеток, ограничены. Необходимы дальнейшие исследования, чтобы выявить транскрипционные сети, управляемые ERR в разных типах клеток, и исследовать, как они будут влиять на физиологию всего тела независимо или в координации с сигналом эстрогена [21].

Хорошо известно [21], что как ERS, так и ERR играют важную роль в физиологических регуляциях благодаря их обильной экспрессии в периферических тканях, особенно для метаболического гомеостаза и энергетического обмена (Рисунок 7) [21]. Все больше данных [21] указывает на то, что мозг также является одной из основных мишеней эстрогена (через ERs) для регулирования различных видов поведения и физиологических функций, включая репродукцию, энергетический гомеостаз, обучение и память. ERR имеют сходство с ERS, но эстроген не является их эндогенным лигандом, и перекрестным помехам между сигнализацией эстрогена и ERRs уделяется мало внимания. Существующие данные подтверждают идею о том, что передача сигналов эстрогена и ERR могут пересекаться посредством регуляции транскрипции или взаимного связывания с каждым чувствительным элементом или даже межклеточно, посредством регуляции синтеза эстрогена ароматазой. Тем не менее, роли ERR в мозге и функциональная сегрегация изоформ остаются в значительной степени неизвестными. Кроме того [21], функциональные совпадения между ER и ERR практически не затрагиваются на уровне поведения. Исследования профилирования экспрессии генов в периферических тканях и клеточных линиях показывают, что общие гены-мишени для обоих семейств рецепторов могут быть скромными, с высокой степенью независимости. Хотя паттерны экспрессии ERa и ERRa предполагают, что эти два рецептора могут локализоваться в некоторых областях мозга, неясно, в какой степени, если таковые имеются, они имеют общие транскрипционные мишени в мозге. Очевидно [21], что оба семейства участвуют в процессах, важных для функций мозга, таких как синаптическая передача, запуск нейронов и митохондриальный биогенез. Более полное понимание генов-мишеней и перекрестных помех транскрипции между этими рецепторами может дать более глубокое понимание эстрогензависимой и независимой регуляции функций мозга [21].

ER и ERR регулируют множество важных клеточных функций, и любое нарушение этих процессов может привести к различным патологическим состояниям. MitoBio, митохондриальный биогенез; β -OX, бета-окисление; FAO, окисление жирных кислот; Oxphos, окислительное фосфорилирование; ETC, цепь переноса электронов. Красная точка указывает на эстрогены, а “?” указывает на неизвестные лиганды для ERRs [21].

В настоящее время имеет место [22], клиническое применения эстрогенных растений, для предотвращения нейродегенерации, потери памяти и других симптомов у женщин после менопаузы.

Эстрогены, играют важную роль в поддержании гомеостаза и функции мозга. Дефицит эстрогена в головном мозге вызывает множество нежелательных симптомов, таких как нарушение обучения и памяти, расстройства сна и настроения, приливы и усталость. В поисках терапевтических альтернатив лекарственные растения и специфические синтетические и природные молекулы с эстрогенными эффектами являются альтернативными как для эффективного лечения, так и для профилактики побочных эффектов. На протяжении веков для облегчения симптомов менструации и менопаузы использовались различные

растения [22], такие как клюква, имбирь, хмель, расторопша, красный клевер, шалфей лекарственный, соя, черный кохош, тернера диффузная, ушува и Витекс. Эстрогенные лекарственные растения оказывают фармакологическое воздействие на когнитивные нарушения, вызванные дефицитом эстрогена во время менопаузы и старения [22].

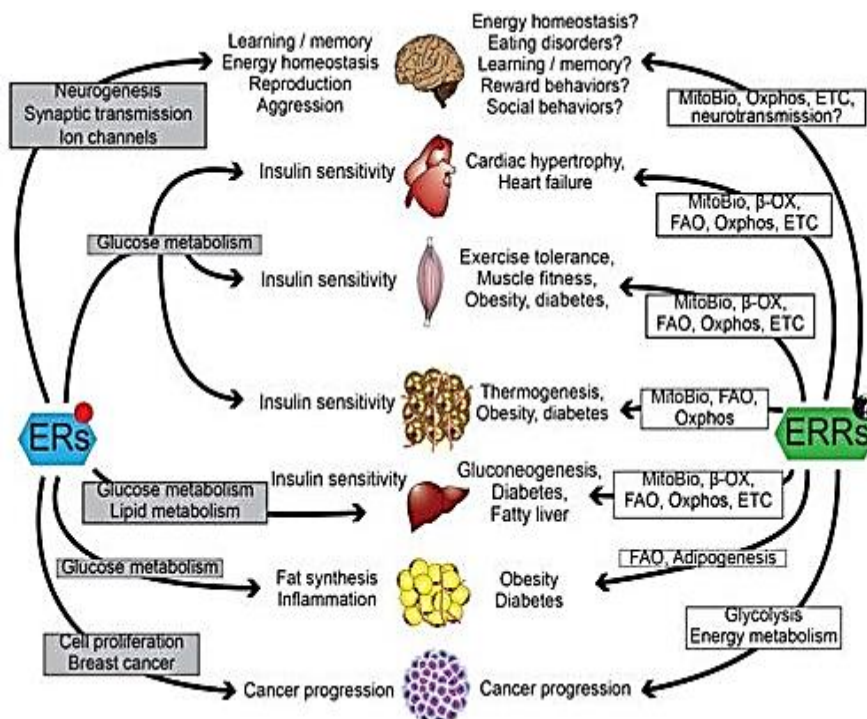


Рисунок 7. Нейрофизиологическая регуляция рецепторов эстрогена (ER) в мозге и рецепторов, связанным с эстрогеном (ERR) [21]

Человеческая ниша включает в себя личные взаимодействия внутри социальных групп, взаимодействия между социальными группами и сложную социальную динамику как на групповом, так и на более крупном уровне сообщества (Рисунок 8). Использование психоделиков увеличивало участие в формирующейся нише, в которой социальные переживания, такие как игра и смех, пение и танцы, фантазия и рассказывание историй и участие в религиозных ритуалах, стали обычными действиями. Коллективное использование психоделиков, возможно, таким образом обогатило социальную жизнь и укрепило герменевтическую и риторическую деятельность, улучшив управление групповой напряженностью (через эмоциональный катарсис) и укрепив социальные связи (путем запуска эндорфиновой системы), в конечном счете облегчив сложную социальность и коммуникацию во все больших человеческих группах. Коэволюционные процессы построения ниши и генной культуры объясняют, как диетическое и социальное включение психоделиков могло стать эволюционно значимым [23].

Вхождение в социально-когнитивную нишу включало увеличение познания, социальности, коммуникации и социального обучения. Рисунок 8 обобщает модель того, как эти основные аспекты формирующегося адаптивного комплекса человека были потенциально усилены случайным приемом психоделиков и периодической психоделической инструментализацией. Модель предполагает, что псилоцибин усилил бы необходимые способности для все более сложного социального взаимодействия и набор когнитивных способностей, поддерживающих социально-когнитивную нишу, включая аспекты творчества, невербального и лингвистического выражения и внушаемости (левая сторона рисунка 8). Эти

эффекты могли способствовать общему решению проблем, совместному добыванию пищи, ритуальному исцелению, традиционному представлению и символике (включая формирование мифа и идентичности) и практике инкультурации (например, обряды перехода) [23].

Модель инструментализации психоделиков ранними людьми и эволюционных последствий ее повторения из поколения в поколение. Левая сторона представляет процесс инструментализации, который может повторяться на протяжении жизни поколения гомининов. Правая сторона представляет процесс конструирования ниши, поддерживающей коэволюцию генной культуры между поколениями, поскольку популяции конструируют и наследуют трансформированные экологические и социальные среды, которые оказывают избирательное влияние на последующие поколения. Левая часть диаграммы изображает потенциальные селективные преимущества, предоставляемые использованием психоделиков в социально-экологических условиях, в которых эволюционировали наши предки. Правая сторона иллюстрирует процесс селективной обратной связи благодаря чему психоделическая инструментализация могла бы способствовать созданию и эволюции человеческой социально-когнитивной ниши. Четыре цветных прямоугольника слева представляют основные аспекты формирующегося адаптивного комплекса человека, создавшего социально-когнитивную нишу; они включают навыки и процессы, потенциально усиленные психоделической инструментализацией, с двунаправленными стрелками между прямоугольниками, представляющими взаимосвязь этих областей компетенции, которые совместно развивались в создании нашего уникального режима адаптации. Появление и сохранение этого адаптивного комплекса на протяжении всей эволюции человека позволило постепенно создавать социально модифицированные среды (представленные зеленым квадратом в правой части диаграммы), которые, в свою очередь, выбирались для улучшения тех же основных человеческих склонностей и возможностей (представленных стрелками со знаком плюс [+]), в которых устойчивая социально-когнитивная ниша [23].

Следующие разделы объединяют современное понимание социально-когнитивной ниши с недавними психоделическими исследованиями (в основном контролируемые экспериментальными исследованиями на людях, как в клинических популяциях, так и на здоровых добровольцах), чтобы проиллюстрировать, как психоделики могли адаптивно использоваться нашими предками. Исследователи [23] фокусируется на четырех взаимосвязанных целях психоделической инструментализации: управление психологическим стрессом и лечение проблем со здоровьем; улучшение социального взаимодействия и межличностных отношений; содействие коллективной ритуальной и религиозной деятельности; и улучшение группового принятия решений.

На клеточном и молекулярном уровнях – детерминанты старения для контроля начала и прогрессирования старения, включают потерю полезных компонентов и накопление вредных факторов. Эпигенетический прогресс в области выявления различных факторов, влияющих на процесс старения и долголетия, делают акцент, как эти детерминанты влияют на продолжительность жизни Homo Sapiens, являются современным медико-социальным инструментом, а также мультимодальным ключом междисциплинарного и межведомственного взаимодействия [24].

Более глубокое понимание индивидуальных вариаций траекторий жизни, даже среди генетически идентичных особей, и того, как эпигеномные изменения могут способствовать этим различным траекториям, будет иметь решающее значение для нашего понимания тайн старения и здорового долголетия [24].

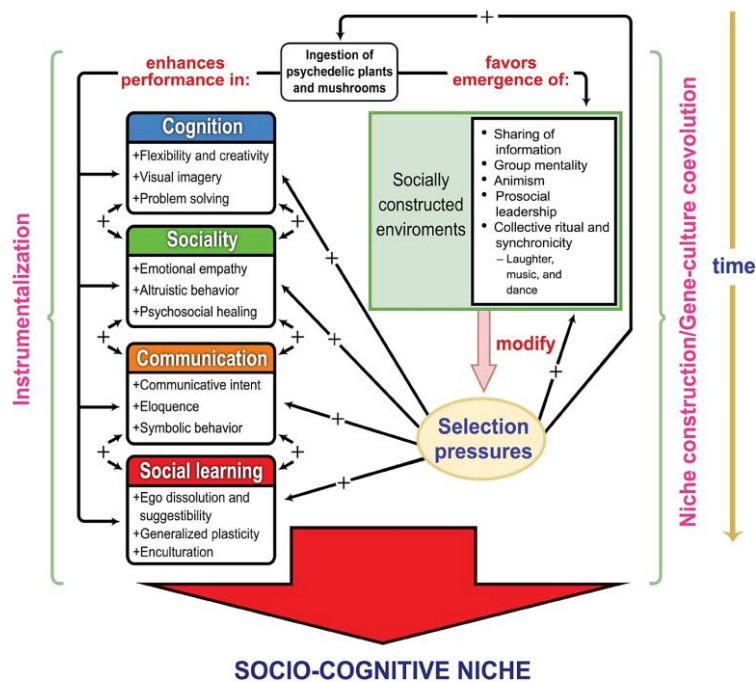


Рисунок 8. Эволюционная модель и социально-когнитивная парадигма мозга человека [23]

Сравнительные многочисленные и многоцентровые исследования показали, что уровни АФК и окислительного повреждения обратно коррелируют с продолжительностью жизни. Хотя эти исследования в целом поддерживают FRTA, этот тип эксперимента может продемонстрировать только корреляцию, а не причинно-следственную связь. Экспериментальные исследования, включающие манипулирование уровнями АФК в модельных организмах, в целом показали, что вмешательства, которые увеличивают АФК, имеют тенденцию уменьшать продолжительность жизни, в то время как вмешательства, которые уменьшают АФК, имеют тенденцию увеличивать продолжительность жизни. Однако есть также множество примеров, в которых наблюдается обратное: повышение уровня АФК приводит к увеличению продолжительности жизни, а снижение уровня АФК приводит к сокращению продолжительности жизни. Хотя эти исследования противоречат предсказаниям FRTA, эти эксперименты были проведены на очень ограниченном числе видов, все из которых имеют относительно короткую продолжительность жизни. В целом, данные свидетельствуют о том, что взаимосвязь между АФК и продолжительностью жизни является сложной, и что АФК могут оказывать как благотворное, так и пагубное влияние на продолжительность жизни в зависимости от вида и условий. Соответственно, взаимосвязь между АФК и старением трудно обобщить по всему древу жизни.

Ни один радиопротектор, который можно вводить до воздействия, не был одобрен для острого лучевого синдрома (ARS). Это отличает radioprotectors (уменьшить прямой ущерб, вызванный радиацией) и radiomitigators (минимизировать токсичность даже после того, как излучение было доставлено). Обсуждаются молекулы, разрабатываемые с целью достижения клинической практики и других неклинических применений. Анализируются также анализы для оценки биологических эффектов ионизирующих излучений.

Идеальный радиопротектор должен быть легкодоступным, доступным по цене и не приводить к серьезной токсичности в широком диапазоне доз. Он также должен демонстрировать отсутствие кумулятивных эффектов от повторных обработок, быть

способным к пероральному введению, оказывать защитное действие на широко распространенные системы органов и демонстрировать эффективность для различных типов излучения (X, гамма, электронное и нейтронное). Наконец, он должен обладать разумным фактором снижения дозы и способностью действовать через несколько механизмов. В настоящее время разрабатывается большое количество фармакологических средств для предотвращения, смягчения или лечения IR -индуцированной токсичности. Несмотря на то, что использование радиопротекторов является очень перспективным подходом как для случайного, так и для терапевтического воздействия, никакие доступные радиопротекторы не способны полностью предотвратить токсичность, связанную с IR. Поэтому использование природных соединений может быть хорошей стратегией в разработке идеальных радиопротекторов [25].

Глобальный доступ к медицинской визуализации и ядерной медицине, позволил разработке и внедрению радиопротекторной фармацевтики и диетологии [25].

Одной из областей интереса является то, что радиопротекторные агенты часто являются фитонутриентами, которые содержатся в хорошо сбалансированной диете, особенно в растительной диете [25]. Это наблюдение предполагает, что только модификация диеты может обеспечить радиопротекторные эффекты [25].

Современные нейротехнологии ядерной медицины, новая 5P Medicine and 5G technology сделали открытие в решении проблемы болезни Альцгеймера [25]. Десятилетний авторский опыт внедрения результатов исследований (алгоритмы/инструменты/изобретения) позволили проведению успешной медицинской реабилитации когнитивных нарушений и увеличению (здоровой/качественной/культурной/религиозной) продолжительности жизнедеятельности. Исследования Романчук Н.П. по смягчению влияния циркадианного стресса на здоровое долголетие HOMO SAPIENS открыли мультидисциплинарные адресные возможности психиатрам, неврологам, кардиологам, эндокринологам и гериатрам [25]. Генетическая и эпигенетическая терапия возрастозависимой эндотелиальной дисфункции при сосудистом старении, является стратегической, в мероприятиях активного долголетия. В исследованиях Романчук Н.П. [25] показано, что для нового нейрогенеза и нейропластичности, для управления нейропластичностью и биологическим возрастом человека, для современной нейрофизиологии и нейрореабилитации когнитивных нарушений и когнитивных расстройств необходимо достаточное функциональное и энергетическое питание мозга с использованием современных нейротехнологий ядерной медицины: радиопротекторной фармацевтики и нутрициологии, радиомодуляторов и радиомитигаторов. Исследуется увеличения комбинированного суммарного риска на мозг HOMO SAPIENS: патологического ускоренного старения мозга, церебрального COVID-19 воздействия, технологий ядерной медицины. Современные принципы рационального проектирования наноматериалов, оптимизируют терапевтическую эффективность, поэтому систематическое обобщение достижений в этой области, позволяет разрабатывать новые высокоэффективные нанорадиопротекторы с максимизацией лекарственной эффективности. Комбинированная медикаментозная платформа и обогащенная биоэлементология и нутрициология (мозга/микробиоты и генома/эпигенома), гибридная нейровизуализация и нейротехнологии ядерной медицины работают как превентивно, так и в долгосрочных программах медицинской реабилитации [26]. Культурная парадигма здоровья мозга HOMO SAPIENS в десятилетнем исследовании «Активное долголетие: биофизика генома, нутригеномика, нутригенетика, ревитализация» активизирует проникновение эволюционных и социально-когнитивных нейрокоммуникаций

мозга человека в современные нейротехнологии ядерной медицины, новую 5P Medicine and 5G technology [26].

Продолжающемся исследовании [26] следующих стратегических научно-практических направлений, установлено следующее: программа лечения и профилактики когнитивных нарушений и когнитивных расстройств «Болезнь Альцгеймера и ядерная медицина (БАЯМ-365 /22 / 77)» обеспечивает работу квалифицированного РАЗУМА, сопровождает создание и совершенствование не только когнитивного потенциала МОЗГА, но и управление когнитивной реабилитацией при болезни Альцгеймера. Эффективность стратегических мероприятий когнитивной реабилитации напрямую зависит от биоплатформы здоровой микробиоты и синхронизации работы «висцерального и когнитивного мозга». Нейросоциологическое и нейроэкономическое сопровождение новой когнитивной реабилитации при болезни Альцгеймера потребует реинкарнации информационного взаимодействия современного ЧЕЛОВЕКА в процессе всей жизнедеятельности [26].

Структурно-функциональное и когнитивное развитие нового мозга Homo Sapiens потребует количественного и качественного обеспечения технологий и инструментов в «адресной» доставке к нейрокоммуникативным «винчестерам» памяти наноматериалов биоэлементологии и нутрициологии мозга, фармакологии и радиобиологии [27]. В исследованиях Романчук Н.П. показано, что для нового нейрогенеза и нейропластичности, для управления нейропластичностью и биологическим возрастом человека, для современной нейрофизиологии и нейрореабилитации когнитивных нарушений и когнитивных расстройств необходимо достаточное функциональное и энергетическое питание мозга с использованием современных нейротехнологий ядерной медицины. Нейрогенетика, комбинированные и гибридные нейросетевые технологии нейровизуализации, 5P Medicine and 5G technology, нанорадиопротекторы с максимизацией лекарственной эффективности на биоплатформе здоровой микробиоты обеспечат синхронизацию работы «висцерального и когнитивного мозга» в стратегических мероприятиях когнитивной реабилитации [27].

Геронтология и гериатрия, гинекология/андрология и нейроэндокринология, нейрофизиология и нейросоциология маршрутизируют Homo Sapiens в активное/ здоровое/ качественное/религиозное/нравственное/сексуальное/нейрокоммуникативное долголетие.

Стероидные гормоны, рецепторы стероидных гормонов и нижестоящие сигнальные пути в мозге меняются с возрастом и способствуют прогрессированию заболевания. Эстроген и прогестерон - это два стероидных гормона, которые снижают кровообращение и работу мозга во время менопаузы [28]. Инсулиноподобный фактор роста 1 (IGF-1), который играет важную роль в нейропротекции, быстро снижается в сыворотке крови после менопаузы [28].

Эстроген может также влиять на сигналы NMDA—рецепторов посредством взаимодействия с метаболитными глутаматными рецепторами (mGluR) [28].

Комбинация эстрогенов, IGF-1 или других нейротрофических факторов в определенные временные интервалы, например, в период легких и умеренных когнитивных нарушений, предшествующей тяжелой нейродегенерации, может обеспечить терапевтическую стратегию у пациентов с болезнью Альцгеймера в постменопаузе [28].

В исследовании [29] показана роль половых гормонов, которая выходит за рамки регуляции и развития только репродуктивных функций, половые гормоны (эстрогены, андрогены, лютеинизирующий гормон, тестостерон) играют важную роль в поддержании здорового функционирования нейронов головного мозга, в развитии нейрональных сетей и когнитивных процессов. Доказана роль кортизола, эстрогена, тестостерона и окситоцина - в

возрастных изменениях функции головного мозга, в частности, в контексте когнитивного и социально-эмоционального старения [29].

Нейродегенеративные и возраст-ассоциированные хронические заболевания, при которых имеют место такие патофизиологические проявления как нестабильность генома и эпигенома, окислительный стресс, хроническое воспаление, укорочение теломер, утрата протеостаза, митохондриальные дисфункции, клеточное старение, истощение стволовых клеток и нарушение межклеточной коммуникации преимущественно инициируются несбалансированным питанием и дисбалансом симбиотической кишечной микробиоты, уровнем и возрастным соотношением женских и мужских половых гормонов [29].

Таким образом, биоэлектромагнитические характеристики светового воздействия на зрительный анализатор, являются самыми сильными синхронизирующим сигналами для циркадианной системы и оптимальной работы *Homo sapiens* brain. Оптимизация нейробиологических и хрономедицинских процессов, возможна при циркадианной выработке мелатонина и обеспечении его длительной концентрации в организме человека. Ключевым положительным фактором всех исследований является возраст начала менопаузальной гормонотерапии, раннее начало гормонотерапии в период менопаузы является защитным от болезни Альцгеймера. Нейроэндокринологические мультимодальные методы позволяют существенно увеличить продолжительность активной и качественной здоровой жизни человека. Время начала терапии экзогенными эстрогенами также высоко достоверно ассоциировалось с риском деменции: если заместительная гормональная терапия начиналась в первые 5 лет после наступления менопаузы, риск развития болезни Альцгеймера был существенно ниже. Комбинация эстрогенов, IGF-1 или других нейротрофических факторов в определенные временные интервалы, например, в период легких и умеренных когнитивных нарушений, предшествующей тяжелой нейродегенерации, может обеспечить терапевтическую стратегию у пациентов с болезнью Альцгеймера в постменопаузе. Кроме того, эстрогены действуют в головном мозге, регулируя широкий спектр поведения и физиологических функций у обоих полов.

Список литературы:

1. Романчук Н. П. Мозг *Homo sapiens* XXI века: нейрофизиологические, нейроэкономические и нейросоциальные механизмы принятия решений // Бюллетень науки и практики. 2021. Т. 7. №9. С. 228–270. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/70/23>
2. Романчук Н. П. Биоэлементология и нутрициология мозга // Бюллетень науки и практики. 2021. Т. 7. №9. С. 189–227. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/70/22>
3. Пятин В. Ф., Маслова О. А., Романчук Н. П., Булгакова С. В., Волобуев А. Н. Гемостаз и когнитивный мозг: 5П-медицина и хронотерапия артериальной гипертензии // Бюллетень науки и практики. 2021. Т. 7. №5. С. 127–183. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/66/16>
4. Романчук Н. П. Мозг человека и природа: современные регуляторы когнитивного здоровья и долголетия // Бюллетень науки и практики. 2021. Т. 7. №6. С. 146–190. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/67/21>
5. Пятин В. Ф., Маслова О. А., Романчук Н. П. Природа, социум и *Homo sapiens*: новая нейросоциология и нейрокоммуникации // Бюллетень науки и практики. 2021. Т. 7. №7. С. 106–127. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/68/16>
6. Colloc J. Fvsoomm a fuzzy vectorial space model and method of personality, cognitive dissonance and emotion in decision making // Information. 2020. V. 11. №4. P. 229. <https://doi.org/10.3390/info11040229>

7. Романчук Н. П., Пятин В. Ф. Мелатонин: нейрофизиологические и нейроэндокринные аспекты // Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 5. №7. С. 71–85. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/44/08>
8. Пятин В. Ф., Романчук Н. П., Романчук П. И., Волобуев А. Н. Мозг, глаза, свет: биоэлектромагнетизм света и нейрореабилитация когнитивных нарушений // Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 5. №12. С. 129–155. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/49/14>
9. Романчук Н. П., Романчук П. И. Нейрофизиология и нейрореабилитация когнитивных нарушений и расстройств. Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 5. № 11. С.176–196. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/48/19>
10. Романов Д. В., Романчук Н. П. Ранняя диагностика когнитивных нарушений.- Самара. 2014.-34с.
11. Волобуев А. Н., Романов Д. В., Романчук П. И. Природа и мозг человека: парадигмы обмена информацией // Бюллетень науки и практики. 2021. Т. 7. №1. С. 59–76. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/62/06>
12. Волобуев А. Н., Романчук Н. П., Булгакова С. В. Нейрогенетика мозга: сон и долголетие человека // Бюллетень науки и практики. 2021. Т. 7. №3. С. 93–135. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/64/12>
13. Булгакова С. В., Романчук П. И., Волобуев А. Н. Нейросети: нейроэндокринология и болезнь Альцгеймера // Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 5. №6. С. 112–128. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/43/16>
14. Булгакова С. В., Романчук П. И., Романчук Н. П., Пятин В. Ф., Романов Д. В., Волобуев А. Н. Болезнь Альцгеймера и искусственный интеллект: долговременная персонафицированная реабилитация и медико-социальное сопровождение // Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 5. №11. С. 136–175. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/48/18>
15. Булгакова С. В., Романчук Н. П. Иммунный гомеостаз: новая роль микро- и макроэлементов, здоровой микробиоты // Бюллетень науки и практики. 2020. Т. 6. №10. С. 206–233. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/59/22>
16. Романчук Н. П. Здоровая микробиота и натуральное функциональное питание: гуморальный и клеточный иммунитет // Бюллетень науки и практики. 2020. Т. 6. №9. С. 127–166. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/58/14>
17. Сиротко И. И., Волобуев А. Н., Романчук П. И. Генетика и эпигенетика болезни Альцгеймера: новые когнитивные технологии и нейрокоммуникации // Бюллетень науки и практики. 2021. Т. 7. №2. С. 89–111. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/63/09>
18. Романчук П. И., Волобуев А. Н. Современные инструменты и методики эпигенетической защиты здорового старения и долголетия Homo sapiens // Бюллетень науки и практики. 2020. Т. 6. №1. С. 43–70. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/50/06>
19. Романчук П. И. Возраст и микробиота: эпигенетическая и диетическая защита, эндотелиальная и сосудистая реабилитация, новая управляемая здоровая биомикробиота // Бюллетень науки и практики. 2020. Т. 6. №2. С. 67–110. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/51/07>
20. McCarthy M., Raval A. P. The peri-menopause in a woman's life: a systemic inflammatory phase that enables later neurodegenerative disease // Journal of neuroinflammation. 2020. V. 17. №1. P. 1–14. <https://doi.org/10.1186/s12974-020-01998-9>
21. Saito K., Cui H. Emerging roles of estrogen-related receptors in the brain: potential interactions with estrogen signaling // International journal of molecular sciences. 2018. V. 19. №4. P. 1091. <https://doi.org/10.3390/ijms19041091>

22. Moran V. E., Echeverria F., Barreto G. E., Echeverria J., Mendoza C. Estrogenic plants: to prevent neurodegeneration and memory loss and other symptoms in women after menopause // *Frontiers in pharmacology*. 2021. P. 993. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.644103>
23. Arce J. M. R., Winkelman M. J. Psychedelics, Sociality, and Human Evolution // *Frontiers in Psychology*. 2021. V. 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.729425>
24. Романчук П. И., Волобуев А. Н., Сиротко И. И. и др. Активное долголетие: биофизика генома, нутригеномика, нутригенетика, ревитализация. 2013. 416с
25. Романчук Н. П., Булгакова С. В., Тренева Е. В., Волобуев А. Н., Кузнецов П. К. Нейрофизиология, нейроэндокринология и ядерная медицина: маршрутизация долголетия Homo sapiens // *Бюллетень науки и практики*. 2022. Т. 8. №4. С. 251–299. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/77/31>
26. Романов Д. В., Романчук Н. П. Болезнь Альцгеймера и ядерная медицина: циркадианный стресс и нейровоспаление, нейрокоммуникации и нейрореабилитация // *Бюллетень науки и практики*. 2022. Т. 8. №5. С. 256–312. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/78/35>
27. Волобуев А. Н., Романчук Н. П., Маслова О. А., Пятин В. Ф., Романов Д. В. Проблемы ядерной медицины и когнитивной реабилитации // *Бюллетень науки и практики*. 2022. Т. 8. №6. С. 308–350. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/79/33>
28. Cheng Y. J., Lin C. H., Lane H. Y. From menopause to neurodegeneration—molecular basis and potential therapy // *International Journal of Molecular Sciences*. 2021. V. 22. №16. P. 8654. <https://doi.org/10.3390/ijms22168654>
29. Булгакова С. В., Романчук Н. П. Сексуальная активность и болезнь Альцгеймера: инструменты и технологии нейроэндокринной реабилитации // *Бюллетень науки и практики*. 2022. Т. 8. №7. С. 192–240. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/80/21>

References:

1. Romanchuk, N. (2021). Brain Homo sapiens XXI Century: Neurophysiological, Neuroeconomic and Neurosocial Decision-making Mechanisms. *Bulletin of Science and Practice*, 7(9), 228–270. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/70/23>
2. Romanchuk, N. (2021). Bioelementology and Nutritionology of the Brain. *Bulletin of Science and Practice*, 7(9), 189–227. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/70/22>
3. Pyatin, V., Maslova, O., Romanchuk, N., Bulgakova, S., & Volobuev, A. (2021). Hemostasis and Cognitive Brain: 5P-Medicine and Chronotherapy of Arterial Hypertension. *Bulletin of Science and Practice*, 7(5), 127–183. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/66/16>
4. Romanchuk, N. (2021). Human Brain and Nature: Current Cognitive Health and Longevity Regulators. *Bulletin of Science and Practice*, 7(6), 146–190. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/67/21>
5. Pyatin, V., Maslova, O., & Romanchuk, N. (2021). Nature, Society and Homo sapiens: a New Neurosociology of Neurocommunication. *Bulletin of Science and Practice*, 7(7), 106–127. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/68/16>
6. Colloc, J. (2020). Fvsoomm a fuzzy vectorial space model and method of personality, cognitive dissonance and emotion in decision making. *Information*, 11(4), 229. <https://doi.org/10.3390/info11040229>
7. Romanchuk, N., & Pyatin, V. (2019). Melatonin: Neurophysiological and Neuroendocrine Aspects. *Bulletin of Science and Practice*, 5(7), 71–85. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/44/08>

8. Pyatin, V., Romanchuk, N., Romanchuk, P., & Volobuev, A. (2019). Brain, Eyes, Light: Biological Electrical Magnetism of Light and Neurorehabilitation of Cognitive Impairment. *Bulletin of Science and Practice*, 5(12), 129–155. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/49/14>

9. Romanchuk, N. P., & Romanchuk, P. I. (2019). Neurophysiology and neurorehabilitation of cognitive disorders and disorders. *Bulletin of Science and Practice*, 5 (11). (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/48/19>

10. Romanov, D. V., & Romanchuk, N. P. (2014). Rannyaya diagnostika kognitivnykh narushenii. Samara. (in Russian).

11. Volobuev, A., Romanov, D., & Romanchuk, P. (2021). Nature and Human Brain: Information-sharing Paradigms. *Bulletin of Science and Practice*, 7(1), 59–76. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/62/06>

12. Volobuev, A., Romanchuk, N., & Bulgakova, S. Brain Neurogenetics: Human Sleep and Longevity. *Bulletin of Science and Practice*, 7(3), 93–135. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/64/12>

13. Bulgakova, S., Romanchuk, P., & Volobuev, A. (2019). Neural Networks: Neuroendocrinology and Alzheimer's Disease. *Bulletin of Science and Practice*, 5(6), 112–128. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/43/16>

14. Bulgakova, S., Romanchuk, P., Romanchuk, N., Pyatin, V., Romanov, D., & Volobuev, A. (2019). Alzheimer's Disease and Artificial Intelligence: Long-term Personalized Rehabilitation and Medical and Social Support. *Bulletin of Science and Practice*, 5(11), 136–175. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/48/18>

15. Bulgakova, S., & Romanchuk, N. (2020). Immune Homeostasis: New Role of Micro- and Macroelements, Healthy Microbiota. *Bulletin of Science and Practice*, 6(10), 206–233. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/59/22>

16. Romanchuk, N. (2020). Healthy Microbiota and Natural Functional Nutrition: Humoral and Cellular Immunity. *Bulletin of Science and Practice*, 6(9), 127–166. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/58/14>

17. Sirotko, I. Volobuev, A., & Romanchuk, P. (2021). Genetics and Epigenetics of Alzheimer's Disease: new Cognitive Technologies and Neurocommunication. *Bulletin of Science and Practice*, 7(2), 89–111. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/63/09>

18. Romanchuk, P., & Volobuev, A. (2019). Modern Tools and Methods of Epigenetic Protection of Healthy Aging and Longevity of the Homo sapiens. *Bulletin of Science and Practice*, 6(1), 43–70. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/50/06>

19. Romanchuk, P. (2020). Age and Microbiota: Epigenetic and Dietary Protection, Endothelial and Vascular Rehabilitation, the New Operated Healthy Biomicrobiota. *Bulletin of Science and Practice*, 6(2), 67–110. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/51/07>

20. McCarthy, M., & Raval, A. P. (2020). The peri-menopause in a woman's life: a systemic inflammatory phase that enables later neurodegenerative disease. *Journal of neuroinflammation*, 17(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s12974-020-01998-9>

21. Saito, K., & Cui, H. (2018). Emerging roles of estrogen-related receptors in the brain: potential interactions with estrogen signaling. *International journal of molecular sciences*, 19(4), 1091. <https://doi.org/10.3390/ijms19041091>

22. Moran, V. E., Echeverria, F., Barreto, G. E., Echeverria, J., & Mendoza, C. (2021). Estrogenic plants: to prevent neurodegeneration and memory loss and other symptoms in women after menopause. *Frontiers in pharmacology*, 993. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.644103>

23. Arce, J. M. R., & Winkelman, M. J. (2021). Psychedelics, Sociality, and Human Evolution. *Frontiers in Psychology, 12*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.729425>
24. Romanchuk, P., Volobuev, A., & Sirotko, I. (2013). Active longevity: biophysics of the genome, nutrigenomics, nutrigenetics, revitalization. (in Russian).
25. Romanchuk, N., Bulgakova, S., Treneva, E., Volobuev, A., & Kuznetsov, P. (2022). Neurophysiology, Neuroendocrinology and Nuclear Medicine: Homo sapiens Longevity Routing. *Bulletin of Science and Practice, 8(4)*, 251-299. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/77/31>
26. Romanov, D., & Romanchuk, N. (2022). Alzheimer's Disease and Nuclear Medicine: Circadian Stress and Neuroinflammation, Neurocomplication and Neurorehabilitation. *Bulletin of Science and Practice, 8(5)*, 256–312. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/78/35>
27. Volobuev, A., Romanchuk, N., Maslova, O., Pyatin, V., & Romanov, D. (2022). Nuclear Medicine Problems and Cognitive Rehabilitation. *Bulletin of Science and Practice, 8(6)*, 308–350. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/79/33>
28. Cheng, Y. J., Lin, C. H., & Lane, H. Y. (2021). From menopause to neurodegeneration—molecular basis and potential therapy. *International Journal of Molecular Sciences, 22(16)*, 8654. <https://doi.org/10.3390/ijms22168654>
29. Bulgakova, S. & Romanchuk, N. (2022). Sexual Activity and Alzheimer's disease: Neuroendocrine Rehabilitation Tools and Technologies. *Bulletin of Science and Practice, 8(7)*, 192–240. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/80/21>

Работа поступила
в редакцию 14.06.2022 г.

Принята к публикации
18.06.2022 г.

Ссылка для цитирования:

Пятин В. Ф., Маслова О. А., Романчук Н. П. Болезнь Альцгеймера и мелатонин/тестостерон/эстрогены: нейрофизиологическая и нейроэндокринологическая маршрутизация долголетия // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 97-128. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/15>

Cite as (APA):

Pyatin, V., Maslova, O., & Romanchuk, N. (2022). Alzheimer's Disease and Melatonin/Testosterone/Estrogens: Neurophysiological and Neuroendocrinological Routing of Longevity. *Bulletin of Science and Practice, 8(8)*, 97-128. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/15>

UDC 612.6.05

https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/16

MOLECULAR HETEROGENEITY OF CLASSICAL AND DUARTE GALACTOSEMIA

©*Aliyeva K., Dr. habil., ORCID: 0000-0002-5344-3302,*
Baku State University, Baku, Azerbaijan, aliyevakamilya@mail.ru
©*Hajiyeva N., ORCID: 0000-0002-4863-6206, Baku State University,*
Baku, Azerbaijan, niluferhaciyeva01@gmail.com

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГЕТЕРОГЕННОСТЬ КЛАССИЧЕСКОЙ ГАЛАКТОЗЕМИИ И ГАЛАКТОЗЕМИИ ДУАРТЕ

©*Алиева К. А., ORCID: 0000-0002-5344-3302, д-р биол. наук, Бакинский государственный университет, г. Баку, Азербайджан, aliyevakamilya@mail.ru*
©*Гаджиева Н. М., ORCID: 0000-0002-4863-6206, Бакинский государственный университет, г. Баку, Азербайджан, niluferhaciyeva01@gmail.com*

Abstract. For the first time we have conducted molecular-genetic analysis of GALT gene of galactosemia inherited disease in the newborn blood which found at the result of screening conducted maternity houses of Baku city of Azerbaijan Republic. For Azerbaijan people for the first-time identification of substitution of adenine nucleotide with guanine nucleotide in GALT gene position 563 was conducted. It led to substitution of glycine amino acid with arginine amino acid in position 188 of mutation protein. Galactosemia is an alteration that alters the way the body processes galactose. It may be due to a deficiency of any of the three enzymes of the galactose catabolic pathway; galactose-1-phosphate uridylyltransferase (Gal-1-PUT), galactokinase or uridylyl diphosphate (UDP)-galactose-4-epimerase. Individuals having galactosemia are intolerant to lactose and galactose in milk. In the lack of proper diagnosis and treatment, this disorder can lead to enlarged liver, cirrhosis, renal failure, cataracts, brain damage and even death. Long term complications can be prevented with early diagnosis following birth and by eliminating lactose and galactose containing nutrients from daily diet.

Аннотация. Впервые проведен молекулярно-генетический анализ гена ГАЛТ наследственного заболевания галактоземии в крови новорожденных, обнаруженного по результатам скрининга родильных домов города Баку Азербайджанской Республики. Для азербайджанцев впервые была проведена идентификация замещения аденинового нуклеотида гуаниновым нуклеотидом в положении 563 гена GALT. Он привел к замещению глицинаминовой кислоты аргининовой аминокислотой в положении 188 мутационного белка. Галактоземия изменяет способ обработки галактозы организмом. Это может быть связано с дефицитом любого из трех ферментов катаболического пути галактозы; галактоза-1-фосфатуридилтрансфераза (Гал-1-ПУТ), галактокиназа или уридилдифосфат (УДП) - галактоза-4-эпимераза. Люди с галактоземией непереносят лактозу и галактозу в молоке. При отсутствии правильной диагностики и лечения это расстройство может привести к увеличению печени, циррозу, почечной недостаточности, катаракте, повреждению мозга и даже смерти. Длительные осложнения можно предотвратить с помощью ранней диагностики после рождения и путем исключения лактозы и галактозосодержащих питательных веществ из ежедневной диеты.

Keywords: galactosemia, metabolic disorder, galactose-1-phosphatidyltransferase, polymerase-chain reaction, mutation.

Ключевые слова: галактоземия, нарушение обмена веществ, галактоза-1-фосфатидилтрансфераза, полимеразно-цепная реакция, мутация.

Introduction

Mutations that severely impair enzyme activity result in the classic galactosemia phenotype. If a child with GALT eats galactose, undigested sugars build up in the blood rather than being used for energy. The GALT (galactose-1-phosphate uridylyltransferase) gene, located on the short arm of chromosome 9(9p13), galactose-1-phosphate. A mutation of GALT gene known as the Duarte variant (Asn 314 Asp or N314D), reduces, but does not eliminate the activity of the enzyme. People with the Duarte variant usually have much milder signs and symptoms of galactosemia because the enzyme retains 5 to 20 percent of its normal activity. If GALT is left untreated, it can cause seizures, serious blood infections, liver damage, or even death. However, when the condition is identified early in life and proper treatment is begun immediately, children with GALT often can lead healthy lives. This hereditary condition is passed from parent to child as an autosomal recessive disease. This means that a child needs to inherit two copies of the defective gene (one from each parent) in order to have the disease. By galactose-1-phosphate uridylyltransferase enzyme deficit, the metabolism of galactose disaccharide: galactose cleavage into two glucose molecules is damaged. Cataract, hepatomegaly following with liver cirrhosis is observed in patients with later development of physical and mental retardation (1,2,3,4). Genetics of galactosemia disease is heterogeneous. Genes participating in galactose metabolism are located in the chromosomes 1, 9 and 17. Gene GAL1 is located in p13 of the short shoulder in chromosome 9. Gene GALK is positioned in site q23-q25 of the long shoulder of chromosome 17, and gene GALE is located in the short shoulder of the chromosome 1 in site p35-p36. Inheritance type for all three types of galactosemia gene is autosomal-recessive. Frequency for homozygotes is 1:15000-20000, and for heterozygotes 1:270-300 newborns (5,8,9,10).

In Russian Federation the following mutations for galactosemia gene are revealed and identified: GALT substitution of adenine nucleotide with guanine nucleotide in position 563, leading to substitution of glycine amino acid with arginine amino acid in position 188; and substitution of guanine nucleotide with adenine nucleotide in position 184, resulting in leucine amino acid substitution with methionine amino acid in position 62. In the USA, patients with mental retardation manifested these mutations both in homozygous and compound state (2,9,10). Molecular-genetic diagnostics of GALT gene of galactosemia inherited disease in Azerbaijan Republic people is not conducted till now. Aim of our study was DNA analysis of GALT gene founded at the result of screening conducted among newborns.

Materials and Methods

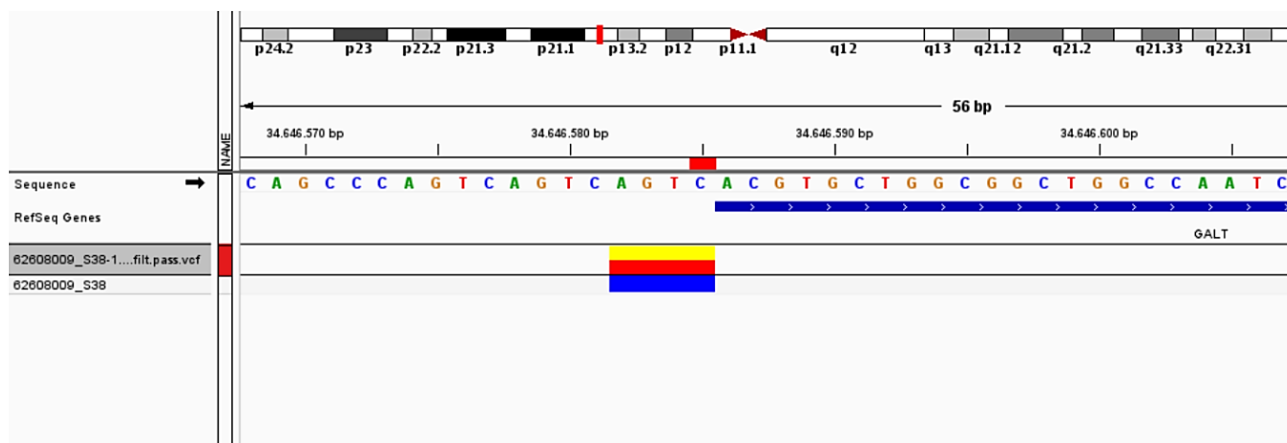
Material for our research was venous blood 2-ml sample from a newborn A.M. on anticoagulant EDTA. Molecular-genetic methods based on polymerase-chain reaction (PCR) and electrophoresis of genomic DNA, amplified DNA fragments and different fragments nucleotides were used for mutations' identification. Genomic DNA was isolated from venous blood sample by means of ready-made QIA amp genomic DNA and RNA kits, product of QIAGEN, Germany. Intactness and quantity of the isolated genomic DNA as well as of the amplificate (gene fragment) after PCR were identified with electrophoresis in 1.7% agarose gel by means of electrophoretic apparatus and power source (Power Pac Basic Gel Doc IMEZ) Imager, made by BioRad, USA. During electrophoresis, DNA

Ladder 100 bp was used as a marker for synthesized DNA fragments identification. PCR regime for gene GAL1 was 95oC-2 minutes, (95oC-30I, 60oC-30I, 76oC-2 minutes X 30 cycles), 72oC for 10 minutes and break at 4oC for 10 minutes. PCR was conducted in amplifier Professional Thermocycler manufactured by Biometra, Germany. Two primers (Forward и Reverse) were used to amplify each site of GALT (5 exons). For purification of DNA fragments after the first PCR step there was used a set of magnets: «A gen court AMPure XP PCR purification» and SPRIP late 96 Super Magnet Plate Purified DNA fragments were applied for next researches. The second PCR step was carried out in the following regime: 95oC for 2 minutes, (95oC-30I , 52oC-58oC– 30I, 78oC-2 minutes X 30 cycles), 72oC for 10 minutes and pause in the amplifierat 4oC for 10 minutes. Then a standard procedure was done in the GENOME Lab GeXPTM Sequencing apparatus to identify nucleotide sequences for each DNA fragment (6,8).

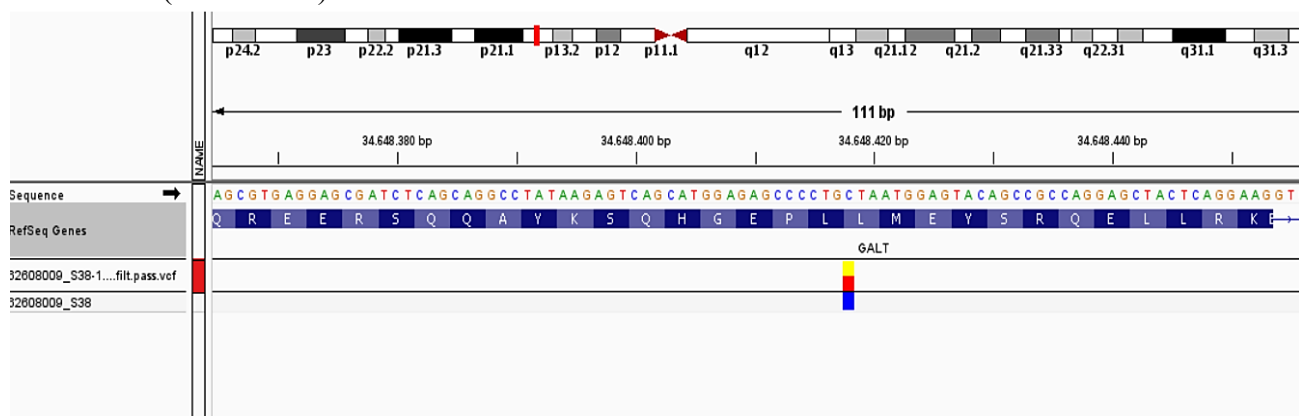
Results and discussion

Analysing of DNA molecule obtained from lymphocytes of newborn A.H.

1. It was defined the deletion of 4 nucleotide (c. 119–116 del GTCA) of promotor area of GALT gene of galactose-1-phosphaturidiltransphetase. Type of this genetic modification was determined as heterozygote.

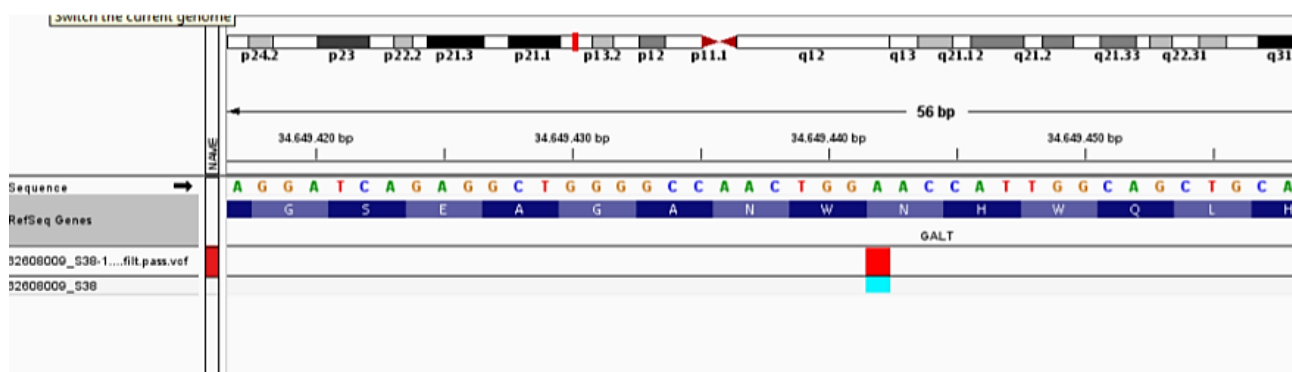


2. It was also defined single nucleotide polymorphism characterised replacing of cytosine with thymine at 625th codon (C > T) at 7th exon of GALT gene of the same patient. Clinically, this genetical modification was characterised as genetical version which is not cause to changes of sinless and amino-acid (c.652 C >T).



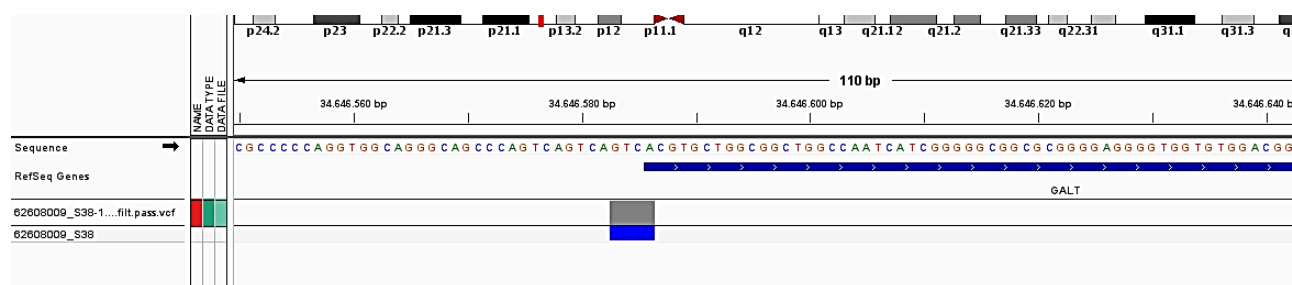
3. Another mutation of patient was replacing of adenine with guanine at 940-codon of 10th exon at the GALT gene (940 A>G). Together observing of -119-116 del GTCA deletion which found at the promotor area of GALT gene were given in world-wide references pathogenically. At 314th position

of protein Aspartic amino-acid was replaced with aspargin amino-acid (c.940 A >G; p Asn 314 Asp). It was found that type of this genetic modification is homozygote.

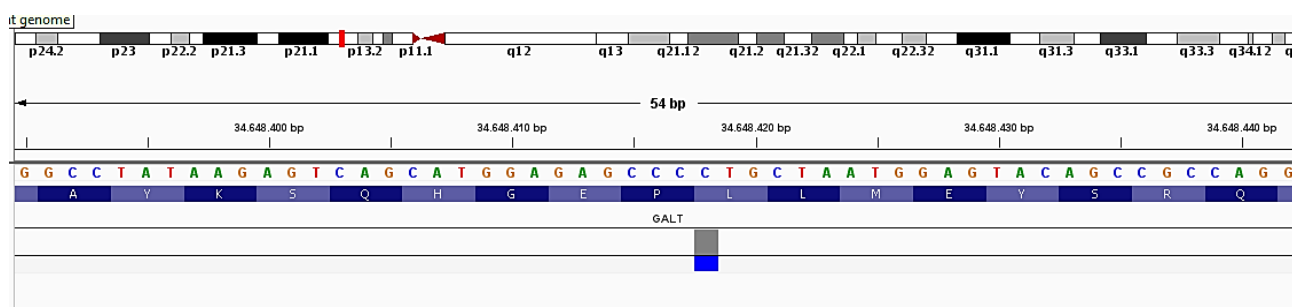


Observing of both forms at GALT gene- was accepted as a genetic reason of compound galactosemia disease. These changes are pathological modifications approving galactosemia disease. Mutation also found at the 3th subsequent of 13th segment of the small side (p) of 9th chromosome.

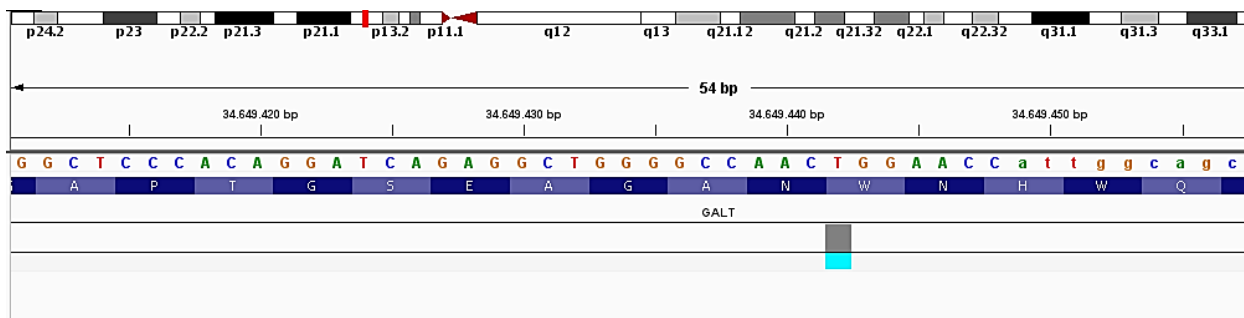
1. During molecular-genetic analysis of GALT gene of the second newborn A.K. it was found deletion at the beginning area of the 1st exon of 9th chromosome of gene.



2. Single nucleotide polymorphism at the 7th exon of GALT gene, at c.652 codon of C >T protein p (Leu 218) part replacing of one nucleotide occurred. Replacing of cytosine with thymine C >T at c.652 codon caused to mutation. Type of this genetic modification was determined as heterozygote. It is at the 3rd subsequent of (p)13 sequent of the small side of 9th chromosome. It doesn't effect to protein function clinically.



3. At the 10th exon of GALT gene single nucleotide polyimorphism was determined. At 940 codon with replacing of adenine with guanine (A>G) mutation was observed. It was determined that this genetic modification was duarte. The 314th protein position of protein p Asn amino-acid modified into amino-acid. These pathological changes which approved galactosemia disease is at the 3rd subsequent of (p)13 sequent of the small side of 9th chromosome. This changes cause to partial changes of GALT gene. Pathological case is duarte formof galactosemia disease.



References:

1. Bosch, A. M. (2011). Classic galactosemia: dietary dilemmas. *Journal of inherited metabolic disease*, 34(2), 257–260. <https://doi.org/10.1007/s10545-010-9157-8>
2. Bennett, M. J. (2010). Galactosemia diagnosis gets an upgrade. *Clinical chemistry*, 56(5), 690–692. <https://doi.org/10.1373/clinchem.2010.145359>
3. Shield, J. P. H., Wadsworth, E. J. K., MacDonald, A., Stephenson, A., Tyfield, L., Holton, J. B., & Marlow, N. (2000). The relationship of genotype to cognitive outcome in galactosaemia. *Archives of disease in childhood*, 83(3), 248–250. <http://dx.doi.org/10.1136/adc.83.3.248>
4. Galactosemia I type. Classic galactosemia. Diagnosis of galactosemia. Clinics of galactosemia. Medician house.
5. Report of scientific group of World Health Organization (1997). Fight with hereditary diseases. Jeneva, 133.
6. Gathof, B. S., Sommer, M., Podskarbi, T., Reichardt, J., Braun, A., Gresser, U., & Shin, Y. S. (1995). Characterization of two stop codon mutations in the galactose-1-phosphate uridylyltransferase gene of three male galactosemic patients with severe clinical manifestation. *Human genetics*, 96(6), 721-725. <https://doi.org/10.1007/BF00210306>
7. Application in formation. Purification of GENOME LABTM GeXPSequencing Productions using SPRIClean SEQRMagnetic Beards. CEQ 2000, CEQ 000XL, CEQ 8000, CEQ 8800 & GeXP Instruments BECKMAN COULTER. Application Team Europe.
8. Beutler, E. (1994). G6PD deficiency. *Blood*, 84(11), 3613–3636.
9. Gu, W., Zhang, F., & Lupski, J. R. (2008). Mechanisms for human genomic rearrangements. *Pathogenetics*, 1(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/1755-8417-1-4>
10. Herman, R., Kunisaki, S., Molitor, M., Gadepalli, S., Hirschl, R., & Geiger, J. (2011). The use of peritoneal venous shunting for intractable neonatal ascites: a short case series. *Journal of pediatric surgery*, 46(8), 1651–1654. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2011.05.014>

Список литературы:

1. Bosch A. M. Classic galactosemia: dietary dilemmas // Journal of inherited metabolic disease. 2011. V. 34. №2. P. 257-260. <https://doi.org/10.1007/s10545-010-9157-8>
2. Bennett M. J. Galactosemia diagnosis gets an upgrade // Clinical chemistry. 2010. V. 56. №5. P. 690-692. <https://doi.org/10.1373/clinchem.2010.145359>
3. Shield, J. P. H., Wadsworth, E. J. K., MacDonald, A., Stephenson, A., Tyfield, L., Holton, J. B., & Marlow, N. The relationship of genotype to cognitive outcome in galactosaemia // Archives of disease in childhood. 2000. V. 83. №3. P. 248-250. <http://dx.doi.org/10.1136/adc.83.3.248>
4. Galactosemia I type. Classic galactosemia. Diagnosis of galactosemia. Clinics of galactosemia. Medician house.

5. Report of scientific group of World Health Organization // Fight with hereditary diseases. Geneva. 1997. P. 133.
6. Gathof B. S., Sommer M., Podskarbi T., Reichardt J., Braun A., Gresser U., Shin Y. S. Characterization of two stop codon mutations in the galactose-1-phosphate uridylyltransferase gene of three male galactosemic patients with severe clinical manifestation // Human genetics. 1995. V. 96. №6. P. 721-725. <https://doi.org/10.1007/BF00210306>
7. Application in formation. Purification of GENOME LABTM GeXPSequencing Productions using SPRIClean SEQRMagnetic Beards. CEQ 2000, CEQ 000XL, CEQ 8000, CEQ 8800 &GeXP Instruments BECKMAN COULTER. Application Team Europe.
8. Beutler E. G6PD deficiency // Blood. 1994. V. 84. №11. P. 3613-3636.
9. Gu W., Zhang F., Lupski J. R. Mechanisms for human genomic rearrangements // Pathogenetics. 2008. V. 1. №1. P. 1-17. <https://doi.org/10.1186/1755-8417-1-4>
10. Herman R., Kunisaki S., Molitor M., Gadepalli S., Hirschl R., Geiger J. The use of peritoneal venous shunting for intractable neonatal ascites: a short case series // Journal of pediatric surgery. 2011. V. 46. №8. P. 1651-1654. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2011.05.014>

*Работа поступила
в редакцию 15.06.2022 г.*

*Принята к публикации
20.06.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Aliyeva K., Hajiyeva N. Molecular Heterogeneity of Classical and Duarte Galactosemia // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 129-134. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/16>

Cite as (APA):

Aliyeva, K., & Hajiyeva, N. (2022). Molecular Heterogeneity of Classical and Duarte Galactosemia. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 129-134. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/16>

УДК 616.092.4

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/17>

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ЖИВОТНЫХ ПОД ВЛИЯНИЕМ БАРОКАМЕРНОЙ ГИПОКСИИ

©Алдашукуров **Ы. А.**, ORCID: 0000-0003-4922-4673, Ошский государственный университет,
г. Ош, Кыргызстан, aldashukurov77@mail.ru

©Тухватшин **Р. Р.**, ORCID: 0000-0003-0525-9604, д-р мед. наук, Кыргызская государственная
медицинская академия им. И.К. Ахунбаева, г. Бишкек, Кыргызстан, rtuhvatshin@rambler.ru

MORPHOLOGICAL CHANGES IN THE BRAIN IN ANIMALS UNDER THE INFLUENCE OF PRESS CHAMBER HYPOXIA

©Aldashukurov **Y.**, ORCID: 0000-0003-4922-4673, Osh State University,
Osh, Kyrgyzstan, aldashukurov77@mail.ru

©Tukhvatshin **R.**, ORCID: 0000-0003-0525-9604, Dr. habil., I.K. Akhunbaev Kyrgyz State Medical
Academy, Bishkek, Kyrgyzstan, rtuhvatshin@rambler.ru

Аннотация. Предметом исследования стало изучение головного мозга лабораторных крыс. Целью исследования является изучение морфологических изменений нейронов головного мозга у животных под воздействием острой гипоксии. Изучение этой проблемы представляет значительный интерес с точки зрения познания физиологических закономерностей интегративного ответа организма на воздействие экстремальных факторов окружающей среды. Несмотря на более чем столетнюю историю систематического изучения гипоксии, в этой области до сих пор существует ряд принципиальных вопросов, требующих ответа. Результаты проведенных экспериментальных исследований показали, что в строме оказались отек и набухания, отек перицеллюлярный, в виде пустот вокруг клеточных элементов, как нервных, так и нейросекреторных. Дистрофические изменения серого вещества коры головного мозга отмечаются в верхней зоне, то есть в зоне, расположенной ближе к мягкой мозговой оболочке. Признаки повреждения нейроцитов встречались во всех слоях мозжечка и видны как в клетках молекулярного, ганглионарного, так и зернистого слоев. Поражения сосудистой стенки проявлялись в виде гомогенизации сосудистой стенки, когда структура стенки не прослеживалась. Именно в таких тканях сосуда отмечались выраженные параваскулярные отеки, небольшие экстравазаты. Изменения в сосудах более крупного калибра не так ярко выражены, хотя они также полнокровны и застойны. В ткани мозга также выражен периваскулярный и перицеллюлярный отек.

Abstract. In this paper, the subject of research is the study of the brain of laboratory rats. The aim of the study is to study the morphological changes in brain neurons in animals under the influence of acute hypoxia. The study of this problem is of considerable interest from the point of view of understanding the physiological patterns of the body's integrative response to the impact of extreme environmental factors. Despite more than a century of systematic study of hypoxia in this area, there are still a number of fundamental questions that need to be answered. The results of the experimental studies showed that, in the stroma, there were edema and swelling, pericellular edema, in the form of voids around the cellular elements, both nervous and neurosecretory. Dystrophic changes in the gray matter of the cerebral cortex are noted in the upper zone, that is, in the zone located closer to the pia mater. Signs of damage to neurocytes were found in all layers of the cerebellum and are visible both in the cells of the molecular, ganglionic, and granular layers.

The lesions of the vascular wall were manifested as homogenization of the vascular wall, when the structure of the wall was not traced. It was in such tissues of the vessel that pronounced paravascular edema and small extravasations were noted. Changes in vessels of a larger caliber are not so pronounced, although they are also full-blooded and stagnant. Perivascular and pericellular edema is also expressed in the brain tissue.

Ключевые слова: кора, мозжечок, гипоталамус, гипоксия, дистрофия, нейроны.

Keywords: cortex, cerebellum, hypothalamus, hypoxia, dystrophy, neurons.

Гипоксия – типовой патологический процесс, характеризующийся снижением содержания кислорода в крови (гипоксемией) и тканях, развитием комплекса вторичных неспецифических метаболических и функциональных расстройств, а также реакцией адаптации [5]. В настоящее время много внимания уделяется изучению интервально-ритмической тренировки организма. Из всех органов наиболее чувствительными к нехватке в организме кислорода являются головной мозг и сердце [6]. В то же время под влиянием гипоксии имеют место вариации биоэлектрической активности коры головного мозга, а при подъеме на высоту происходят изменения многих показателей электрокардиограммы. Есть сведения, однозначно свидетельствующие о существовании взаимосвязи между такими показателями, как биоэлектрическая активность нейронов и значение напряжения кислорода [7]. Однако этих данных недостаточно для достоверного утверждения о существовании прямой положительной корреляции между концентрацией кислорода в коре головного мозга и динамикой электрокортикограммы, вследствие того что они относятся к импульсной электрической активности отдельных нейронов, и этот факт имеет большое значение [8].

Цели и задачи: изучить морфологических изменений нейронов головного мозга у животных под воздействием острой гипоксии. Получить сведения о изменении структур нейронов головного мозга у животных под воздействием барокамерной гипоксии на высоте 6000 метров над уровнем море.

Материалы и методы исследования

Эксперименты были проведены на 16 белых лабораторных крысах с соблюдением Хельсинкской декларации Всемирной ассоциации от 2000 г. Все животные были разделены на 2 группы. Первую контрольную группу составили 8 крыс, во вторую экспериментальную группу вошли 8 крыс получившие острую гипоксию. Моделирование острой гипоксии осуществлялось в барокамере. Подъем животных длился 15 минут, с постепенным повышением высоты со скоростью 5–6 метров в секунду до 6000 метров над уровнем моря [1]. Содержались в стандартных условиях вивария масса животных к началу эксперимента составляла 150–220 г. Уход и содержание экспериментальных животных были стандартными – 12 часовой период освещения при комнатной температуре (18–22°C). В течение всего периода проведения экспериментов крысы содержались в пластмассовых контейнерах размером 60×30×20 по 8 животных в каждой [2].

Методика подготовки гистологических срезов проводилась в республиканской лаборатории патологической анатомии. Крыс забивали под нембуталовым наркозом в соответствии с этическими нормами, декапитировали, извлекали мозг и помещали в морозильник на один день. После этого выделяли срезы коры головного мозга, мозжечка и гипоталамуса [3]. Фиксировали в 10–15% формалине в течение 24 часа, в спирт-формалине — 24 часа, в жидкости Карнуа — 2–4 часа, в 96 % спирте — 24 часа. Затем заливали в парафин

и наклеивали в колодки. Из парафиновых блоков изготавливали микроскопические срезы толщиной 5–7 микрон и окрашивали серебрение по Футу на предметном стекле. Окраску проводили по схеме: 1) окрашивали при комнатной температуре; 2) споласкивали в водопроводной воде 1-2 минуты; 3) дифференцировали чистым 96 % спиртом; 4) просветляли в эвкалиптовом масле; 5) промывали ксилолом; 6) заключали в бальзам [4].

Результаты и обсуждение

Головной мозг экспериментальных животных данной группы вначале был изучен макроскопически. В отличие от нормы мозг подопытных животных полнокрывный, вещество мозга плотно заполнял полость черепа, поверхность его сглажена, мягкая мозговая оболочка прозрачная, более плотно прилегает к ткани мозга. При выделении гипоталамической области для гистологического исследования отмечается резкое полнокрывие сосудов сосудистого сплетения желудочков и некоторое повышение количества спинномозговой жидкости в желудочках. При вскрытии их жидкость выходила с напором, хотя полости желудочков были не расширены. Очаговых изменений не было. Данные изменения свидетельствовали о более выраженной реакции сосудов головного мозга на гипоксию.

Мягкая мозговая оболочка представлена прослойками продольно расположенных коллагеновых и эластических волокон, между которыми видны уплощенные единичные клетки. Структура волокон в целом сохранена, однако в отдельных наблюдениях отмечается очаговое утолщение оболочки, где структура волокон не просматривается.

Серое вещество коры головного мозга представлено несколькими слоями нейроцитов и их отростками, которые видны при окраске по Футу. Нейроциты различной формы и размеров, в зависимости от зоны локализации и по структуре незначительно отличаются от нормы. Чаще всего нейроциты подвергались дистрофическим изменениям в верхней зоне, то есть в зоне расположенной ближе к мягкой мозговой оболочке. Здесь чаще, чем в других зонах, встречались нервные клетки с явными признаками повреждения в виде изменения размеров и количества гранул самих нейроцитов. В отдельных нервных клетках сохранилась только клеточная оболочка в виде тонкой мембраны, при отсутствии ядра и хроматина. Надо обратить внимание, на то, что деструктивные изменения в нейроцитах более выражены в тех случаях, когда выражен перипеллюлярный отек. В верхней части серого вещества коры также выражен отек — набухание, в 3-х наблюдениях этой группы отмечалось выраженное сетчатое разрежение с выпадением вещества мозга (Рисунок 1).

Нейроциты глубоких слоев коры головного мозга сохранились намного лучше, чем аналогичные клетки поверхностных слоев. Здесь четко просматриваются большие пирамидальные нейроциты и многоформные нейроциты. Дистрофические изменения в них выражены значительно слабее и проявляются в виде вакуолизации цитоплазмы или в некоторой смазанности клеточных мембран. В отличие от нейроцитов, локализованных под мягкой мозговой оболочкой вокруг пирамидальных и гиганто-пирамидальных нейроцитов, не отмечено перипеллюлярного отека (Рисунок 2).

При окраске по Футу отчетливо просматриваются отростки пирамидальных и гиганто-пирамидальных нейроцитов без каких-либо изменений. Местами отростки как бы прерываются и создается впечатление разрушения их. Проследить отростки нейроцитов невозможно на всем их протяжении, так как они представляют образования, имеющие извилистый ход. Структура мозжечка сохранена и отчетливо просматриваются все слои нейроцитов корковой части органа. В отличие от коры головного мозга, в клетках коры мозжечка изменения дистрофического характера выражены значительно слабее.

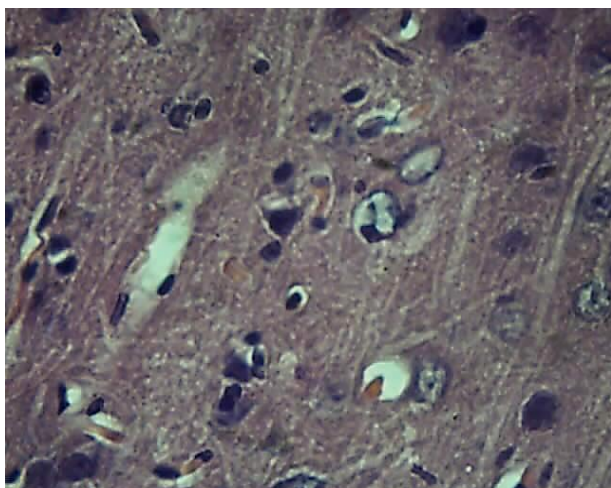


Рисунок 1. Морфологическое состояние гиппокампа при гипоксии. Деструкция нейросекреторных клеток. Окраска Г+Э. Увеличение x 460

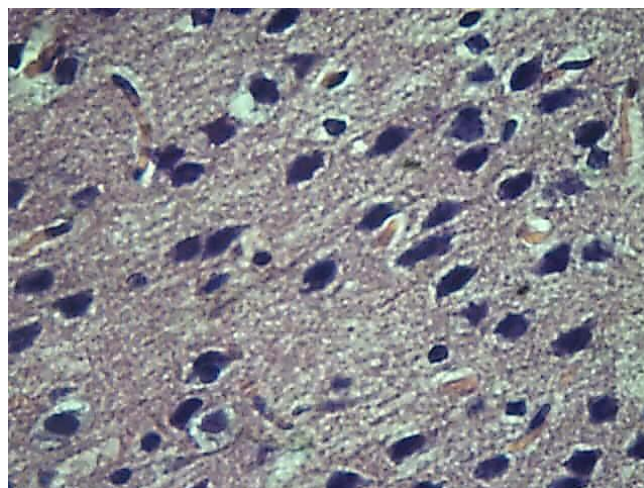


Рисунок 2. Морфологическое состояние мозжечка при гипоксии. Гигантопирамидальный слой нейроцитов. Отек глии. Окраска Г+Э. Увеличение x 460

Оболочка мозжечка, так же, как и коры, представлена прослойками соединительнотканых волокон различной толщины, структура которых на всем протяжении отчетливо просматривается. В единичных клетках коры отмечается явления дистрофии в виде смазанности клеточных оболочек, перичеллюлярных отеков, изменения размеров и число хроматина в нейронах.

Какой-либо закономерности в проявлениях дистрофии не обнаруживались, признаки повреждения нейроцитов встречались во всех слоях и видны как в клетках молекулярного, ганглионарного, так и зернистого слоев.

Перичеллюлярный отек наиболее отчетливо выражен вокруг корзинчатых нейроцитов. Большая часть данных клеток обычного строения, однако встречаются и нейроны значительно уменьшенные в размерах.

Оценить данное явление как вариант нормы и как следствие воздействия гипоксии затруднительно. Видимо это вариант нормы, так как корзинчатые мелкие клетки сохранили все «атрибуты» данных клеток, включали до нескольких отростков. Изменения в сосудистой системе и связанные с ней сдвиги в ткани мозга были наиболее выраженными и яркими во всей морфологической картине. Они имели место во всех 8-ми наблюдениях и были однотипными. Вне зависимости от зоны гипоталамуса, кровеносные сосуды резко полнокровны, причем, чем меньше диаметр сосудов, тем выраженное полнокровие. Сосуды небольшого калибра и капилляры растянуты, стенки их истончены, эндотелий местами слущен. Просвет сосудов выполнен обычной кровью, но в отдельных сосудах только плазма без форменных элементов.

В 4 наблюдениях в капиллярах просматривались склеившиеся эритроциты «сладж-феномен», что не наблюдалось в предыдущей группе. Поражения сосудистой стенки проявлялись в виде гомогенизации сосудистой стенки, когда структура стенки не прослеживалась. Именно в таких ткани сосуда отмечались выраженные параваскулярные отеки, а в 3х случаях из 8ми с краев, небольшие экстравазаты. Изменения в сосудах более крупного калибра не так ярко выражены, хотя они также полнокровны и застойны. В ткани мозга данной группы также выражен периваскулярный и перичеллюлярный отек.

Таким образом, просматривается четкая связь нарушений кровенаполнения и изменения сосудистых стенок с отеком и кровоизлиянием в их строение. Отмечено, что сосудистые

изменения, связанные с гипоксией, развиваются быстрее. Таким образом, недостаток кислорода приводит к более выраженным и ранним изменениям, прежде всего в сосудистом русле. А изменения в ткани мозга вторичны.

При гистологическом исследовании выявлены изменения количественного соотношения функционально активных, крупных нейросекреторных клеток и малоактивных мелких клеток. Причем в функционально активных клетках картина разная; в одних обычное содержимое гранул в гипоталамусе, в других их количество увеличено. Число мелких функционально малоактивных клеток визуально больше, чем в контрольной группе. Обращает внимание однородность в цитоплазме малых клеток, различность в клеточной мембране. Отмечается нарушения локализации и соотношения клеток и стромы, то есть дисконфлексация ткани. Несмотря на изменение секреторных и нервных клеток, все же превалирующее количество клеток обычного строения.

Состояние нейросекреторных и других клеток с отклонениями от нормы можно оценить как дистрофические, то есть как проявление поломки, которые охватили, прежде всего функционально активную часть клеточных элементов, причем реакция была неоднозначной; в одних — признаки активации, усиления функции, увеличения числа гранул; в других – явления дегрануляции, или слияние гранул, укрупнения и гомогенизация их. В малых клетках такие изменения практически не выражены.

Выводы

При острой гипоксии более выраженные патологические структурные сдвиги отмечаются в гипоталамусе, особенно в его нейросекреторной части.

Структурные сдвиги в строме выражены слабее, чем в сосудах и секреторных элементах. Основными, выходящими на передний план, изменениями в строме оказались отек и набухания, отек перицеллюлярный, в виде пустот вокруг клеточных элементов, как нервных, так и нейросекреторных. Обращает внимания, что явления дистрофии в виде дегрануляции, распада ядер, более выражены в клетках, вокруг которых значительный отек. Видимо повреждение клеток и перицеллюлярный отек взаимосвязаны. Помимо перицеллюлярного отека имел место и отек стромы, который выражен в разных зонах гипоталамуса по-разному. Местами отмечается «выпадение» участков ткани мозга или их разрежение, либо отсутствие структурных элементов.

Список литературы:

1. Гуцин Я. А., Мужикян А. А. Влияние фиксирующих жидкостей на микроскопическую структуру органов мелких лабораторных животных // Международный вестник ветеринарии. 2014. №3. С. 88–95.
2. Гуцин Я. И., Мужикян А. А. Влияние различных методов эвтаназии на гистологическую картину легких мелких лабораторных животных // Международный вестник ветеринарии. 2014. №4. С. 96–104.
3. Кумара Г. Л. Иммуногистохимические методы. М., 2011. 223 с.
4. Мужикян А. А., Макарова М. Н., Гуцин Я. А. Особенности патологоанатомического исследования группы экспериментальных животных // Международный вестник ветеринарии. 2014. №1. С. 75–80.
5. Мужикян А. А., Макарова М. Н., Гуцин Я. А. Особенности гистологической обработки органов и тканей лабораторных животных // Международный вестник ветеринарии. 2014. №2. С. 103–109.

6. Молов А. А., ШагуMOV К. Ю., Борукаева И. Х., Абазова З. Х., Костюченко Л. Н. Адаптация головного мозга и сердца к недостатку кислорода // Современные проблемы науки и образования. 2019. №2. С. 133–133.

7. Рыбакова А. В., Макарова М. Н. Санитарный контроль экспериментальных клиник (вивариев) в соответствии с локальными и международными требованиями // Международный вестник ветеринарии. 2015. №4. С. 81–89.

8. McInnes E. (ed.). Pathology for toxicologists: principles and practices of laboratory animal pathology for study personnel. – John Wiley & Sons, 2017.

References:

1. Gushchin, Ya. A., & Muzhikyan, A. A. (2014). Vliyanie fiksiruyushchikh zhidkostey na mikroskopicheskuyu strukturu organov melkikh laboratornykh zhivotnykh. *Mezhdunarodnyi vestnik veterinarii*, (3), 88–95. (in Russian).

2. Gushchin, Ya. I., & Muzhikyan, A. A. (2014). Vliyanie razlichnykh metodov evtanazii na gistologicheskuyu kartinu legkikh melkikh laboratornykh zhivotnykh. *Mezhdunarodnyi vestnik veterinarii*, (4), 96–104. (in Russian).

3. Kumara, G. L. (2011). Immunogistokhimicheskie metody. Moscow. (in Russian).

4. Muzhikyan, A. A., Makarova, M. N., & Gushchin, Ya. A. (2014). Osobennosti patologoanatomicheskogo issledovaniya gruppy eksperimental'nykh zhivotnykh. *Mezhdunarodnyi vestnik veterinarii*, (1), 75–80. (in Russian).

5. Muzhikyan, A. A., Makarova, M. N., & Gushchin, Ya. A. (2014). Osobennosti gistologicheskoi obrabotki organov i tkanei laboratornykh zhivotnykh. *Mezhdunarodnyi vestnik veterinarii*, (2), 103–109. (in Russian).

6. Molov, A. A., Shkhagumov, K. Yu., Borukaeva, I. Kh., Abazova, Z. Kh., & Kostyuchenko, L. N. (2019). Adaptatsiya golovnogo mozga i serdtsa k nedostatku kisloroda. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, (2), 133–133. (in Russian).

7. Rybakova, A. V., & Makarova, M. N. (2015). Sanitarnyi kontrol' eksperimental'nykh klinik (vivariyev) v sootvetstvii s lokal'nymi i mezhdunarodnymi trebovaniyami. *Mezhdunarodnyi vestnik veterinarii*, (4), 81–89. (in Russian).

8. McInnes, E. (Ed.). (2017). *Pathology for toxicologists: principles and practices of laboratory animal pathology for study personnel*. John Wiley & Sons.

*Работа поступила
в редакцию 02.07.2022 г.*

*Принята к публикации
07.07.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Алдашукуров Ы. А., Тухватшин Р. Р. Морфологические изменения головного мозга у животных под влиянием барокамерной гипоксии // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 135-140. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/17>

Cite as (APA):

Aldashukurov, Y., & Tukhvatshin, R. (2022). Morphological Changes in the Brain in Animals Under the Influence of Press Chamber Hypoxia. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 135-140. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/17>

УДК 616-092.9

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/18>

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ЛАБОРАТОРНЫХ КРЫС ПРИ УРАНОВОЙ НАГРУЗКЕ

©Алдашукуров Ы. А., ORCID: 0000-0003-4922-4673, Ошский государственный университет,
г. Ош, Кыргызстан, aldashukurov77@mail.ru

MORPHOLOGICAL CHANGES IN THE BRAIN IN LABORATORY RATS UNDER URANIUM LOAD

©Aldashukurov Y., ORCID: 0000-0003-4922-4673, Osh State University,
Osh, Kyrgyzstan, aldashukurov77@mail.ru

Аннотация. Исследованы структурные изменения клеток головного мозга у белых лабораторных крыс под влиянием радионуклидов. В исследованиях были использованы белые лабораторные крысы. Известно, что ионизирующее излучение повреждает ДНК, РНК и белки непосредственно, но более часто повреждение этих молекул происходит под действием высокоактивных свободных радикалов, которые образуются под влиянием радиации в результате радиолитического распада воды. Большие дозы радиации могут вызвать смерть клеток, в то время как более низкие дозы негативно влияют на эндогенные системы молекулярного восстановления, гомеостаз и пролиферацию клеток. Повреждение этих и других клеточных компонентов может привести к прогрессирующей гипоплазии тканей, атрофии и в конечном итоге к фиброзу. Однако теперь ясно, что уничтожение клеток само по себе не может объяснить многие тканевые реакции, потому что эти реакции также зависят от сложных событий, включая воспалительные, хронические окислительные и иммунные реакции, а также от повреждения сосудов и внеклеточного матрикса. В целом, ранние реакции, например кожные или гастроинтестинальные, состоят в уничтожении стволовых клеток/ранних клеток-предшественников, из которых развиваются функционально зрелые клетки ткани, а также в воспалительных реакциях. С другой стороны, поздние реакции (например, в легких, почках и головном мозге) включают сложные и динамические взаимодействия между разнообразными типами клеток в тканях и органах и включают инфильтрирующие иммунные клетки, продукцию цитокинов и факторов роста, часто в виде персистирующих циклических каскадов, и хронического оксидативного стресса.

Abstract. In this work, structural changes in brain cells in white laboratory rats under the influence of radionuclides were studied. White laboratory rats were used in the studies. It is known that ionizing radiation damages DNA, RNA and proteins directly, but more often these molecules are damaged by highly active free radicals, which are formed under the influence of radiation as a result of water radiolysis. Large doses of radiation can cause cell death, while lower doses adversely affect endogenous molecular repair systems, homeostasis, and cell proliferation. Damage to these and other cellular components can lead to progressive tissue hypoplasia, atrophy, and eventually fibrosis. However, it is now clear that cell killing alone cannot explain many tissue responses because these responses also depend on complex events including inflammatory, chronic oxidative and immune responses, as well as vascular and extracellular matrix damage. In general, early reactions, such as skin or gastrointestinal, consist in the destruction of stem/early progenitor cells from which functionally mature tissue cells are derived, as well as in inflammatory reactions. On the other hand,

late responses (e. g., in the lungs, kidneys, and brain) involve complex and dynamic interactions between diverse cell types in tissues and organs, and involve infiltrating immune cells, production of cytokines and growth factors, often in persistent cyclic cascades, and chronic oxidative stress.

Ключевые слова: мозжечок, кора, гипоталамус, радионуклиды, мозговая оболочка, нейроны, повреждение.

Keywords: cerebellum, cortex, hypothalamus, radionuclides, meninges, neurons, damage.

Ионизирующая радиация повреждает ткани по-разному, что зависит от многих факторов: дозы радиации, степени и вида внешнего воздействия, области тела человека или животных, подвергшейся облучению [5].

В данное время на территории Кыргызстана размещено 72 объекта складирования радиоактивных отходов (РАО) горнорудной промышленности. Общий объем РАО = 132 млн. м³, занимаемая площадь 6 214 000 м² (621 Га). Урановые хвостохранилища (Майлуу-Суу – 23; Каджисай – 1; Мин-Куш – 3; Кара-Балта – 1) содержат радионуклиды уранового ряда, суммарная активность ≈ 130 тыс. Кюри. Кроме того, в Майлуу-Сууйском месторождении, в отличие от других месторождений по содержанию урана богатые от 0,2–0,5% до 20% и очень богатые от 0,5% и выше составляли до 5% всех запасов урана [6], т.е. высокотоксичные радионуклиды были в большом количестве. Эти отходы до сих пор дают о себе знать, так как полностью не захоронены. Наиболее проблематичным является Майлуу-Сууйское месторождение, его отвалы и хвостохранилища расположены вдоль берега одноименной реки, некоторые из них внутри жилых кварталов города. Кроме того, в этой зоне с 1944 г произошло более 250 оползней, в том числе, со смывом урановых хвостохранилищ и отвалов. Из них наиболее опасным был оползень, произошедший в 1958 г вследствие аварийного разуплотнения дамбы хвостохранилища, в реку Майлуу-Суу было выброшено и смыто до 600 тыс м³ радиоактивно опасных веществ, распространившихся по руслу реки через территорию Кыргызстана в сторону густонаселенной Ферганской долины. Что представляет существенную опасность распространения радионуклидов водным путем по пойме реки Майлуу-Суу, далее по Сыр-Дарье по всей Центральной Азии [7].

Цели и задачи: Разработать этиопатогенетические механизмы развития радиационных эффектов в головном мозге обусловленных поступлением радионуклидов урана в организм животных. Изучить изменение структур нейронов головного мозга у животных под воздействием радионуклидов в дозе 10 мл/кг массы тела.

Материалы и методы исследования

Эксперименты были проведены на 16 белых лабораторных крысах с соблюдением Хельсинкской декларации Всемирной ассоциации от 2000 г. Все животные были подразделены на 2 группы. Первую контрольную группу составили 8 крыс, во вторую экспериментальную группу вошли 8 крыс получившие соли урана из расчета 10 мг/кг. Содержались в стандартных условиях вивария масса животных к началу эксперимента составляла 150–220 г. Уход и содержание экспериментальных животных были стандартными — 12-часовой период освещения при комнатной температуре (18–22 °С).

В течение всего периода проведения экспериментов крысы содержались в пластмассовых контейнерах размером 60×30×20 по 8 животных в каждой.

Методика подготовки гистологических срезов проводилась в республиканской лаборатории патологической анатомии. Крыс забивали под нембуталовым наркозом в соответствии с этическими нормами, декапитировали, извлекали мозг и помещали в морозильник на один день. После этого выделяли срезы коры головного мозга, мозжечка и гипоталамуса [3]. Фиксировали в 10–15% формалине в течение 24 часа, в спирт-формалине — 24 часа, в жидкости Карнуа — 2–4 часа, в 96 % спирте — 24 часа. Затем заливали в парафин и наклеивали в колодки. Из парафиновых блоков изготавливали микроскопические срезы толщиной 5–7 микрон и окрашивали серебрение по Футу на предметном стекле. Окраску проводили по схеме: 1) окрашивали при комнатной температуре; 2) споласкивали в водопроводной воде 1-2 минуты; 3) дифференцировали чистым 96 % спиртом; 4) просветляли в эвкалиптовом масле; 5) промывали ксилолом; 6) заключали в бальзам [4].

Результаты и обсуждение

Морфологические исследования головного мозга экспериментальных животных с урановой нагрузкой начинали с макроскопического изучения головного мозга и его отделов, обращая особое внимание на область гипоталамуса [1, 2].

При внешнем осмотре мозга экспериментальных животных обращали внимание, прежде всего на кровенаполнение сосудов. Вне зависимости от зоны, отмечается выраженное полнокровие, создавая впечатление, что кровеносные сосуды специально залиты, так как даже мельчайшие сосуды четко проступали (Рисунок 1). Это особенно хорошо было видно в мягкой мозговой оболочке. Мягкая мозговая оболочка прозрачна, в отличие от контрольной группы животных содержание спинномозговой жидкости заметно больше. Ткань мозга вне зависимости от зон полнокровна, при разрезе липнет к лезвию скальпеля, что говорит об ее отечности. Полнокровные сосуды в веществе мозга видны в виде точек красного цвета, хотя в норме они незаметны. Выраженное полнокровие сосудов особенно заметно на сосудах хориальной оболочки желудочков головного мозга. Какого-либо различия в кровенаполнении различных отделов головного мозга, в том числе области гипоталамуса не заметно. В отличие от нормы, в 6–ти наблюдениях экспериментальных животных отмечается некоторое увеличение содержания спинно-мозговой жидкости не только под мягкой мозговой оболочкой, но и в желудочках. Очаговых изменений в ткани мозга не обнаружили. Значительно разнообразнее и выраженнее изменения в ткани головного мозга, в частности области гипоталамуса.

В отличие от нормы оболочка мозга представлена прослойками соединительно-тканевых волокон разной толщины, структура которых просматривается практически на всем протяжении. Среди волокон расположены уплощенные ядра соединительно-тканевых клеток. Каких-либо структурных отклонений в волокнистых образованиях оболочки мозга не видно. В отдельных наблюдениях отмечалось избыточное накопление жидкости между мягкой мозговой оболочкой и тканью мозга.

Серое вещество коры головного мозга состоит из нескольких прослоек нервных клеток и их отростков, среди которых имеются клетки стромы. Закономерность расположения слоев нейроцитов не нарушена. Нейроциты отличаются по форме и размерам, что позволяет их дифференцировать. Нейроциты одного и того же слоя коры несколько отличаются друг от друга, прежде всего размерами и содержанием гранул. Чаще всего эти изменения встречаются в нейроцитах горизонтальной молекулярной пластинки и в пирамидальных нейроцитах. В этих слоях чаще, чем в более глубоких слоях встречаются явления перипеллюлярного отека и сетчатого разрежения. Клетки гиганто-пирамидальной ганглиозной пластинки практически не

изменены. В сером веществе коры в верхних слоях нейроцитов встречаются остатки нейроцитов, от которых сохранились только клеточные оболочки — так называемые клетки тени (Рисунок 2).

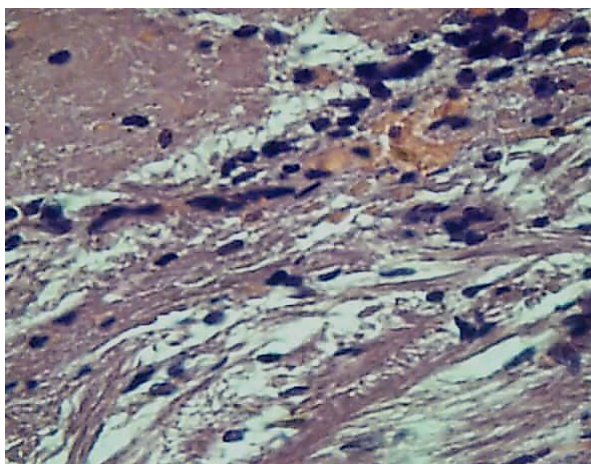


Рисунок 1. Морфологическое состояние головного мозга при радиации. Отек мягкой мозговой оболочки, развожнение, полнокровие и стаз в капиллярах. Окраска Г+Э. увеличение x 460

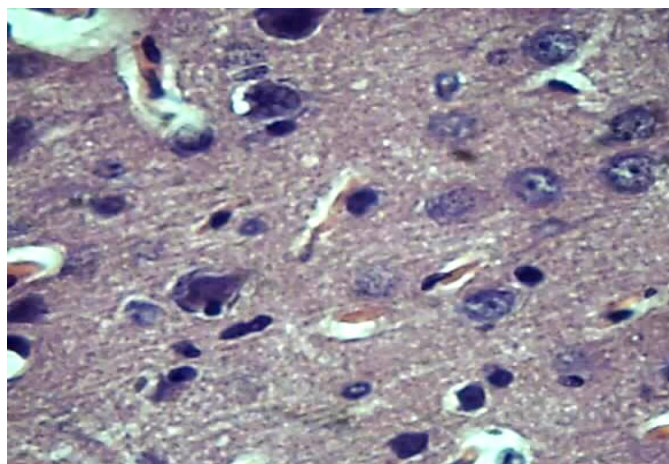


Рисунок 2. «Клетки тени». Периваскулярный отек. Окраска Г+Э. Увеличение x 460

В более глубоких слоях коры такие клетки не обнаружены. Появляются они только в области секретирующих нейроцитов.

По сравнению с контрольной группой, структура мозжечка сохранена и слои нейроцитокоры отчетливо просматриваются, так же как и нейроциты, составляющие кору.

Оболочка мозжечка представлена продольно расположенными прослойками соединительно-тканых волокон, в основном эластических. Структура волокон сохранена.

В отличие от нормы в глубине извилин отмечается скопление жидкости, окрашивающейся в бледно-розовый цвет, иногда с элементами крови – эритроцитами. Сосуды под мягкой мозговой оболочкой полнокровны, застойны. Местами отмечается неравномерное утолщение сосудистой стенки.

Топография нейроцитов коры мозжечка сохранена, однако в самих нервных клетках отмечаются дистрофические изменения. По сравнению с нормой и предыдущей группой наблюдений, значительно увеличилось количество мелких клеток с перичеллюлярным отеком во всех 3-х слоях коры. В части нейроцитов отмечалось либо исчезновения гранул, либо их слияние с формированием глыбок. Чаще чем в норме, встречались клетки, в которых сохранились только клеточная оболочка и единичные внутриклеточные гранулы. Отчетливо выраженный перичеллюлярный отек имеет место вокруг корзинчатых клеток белого вещества.

При окраске препаратов по Футу отростки корзинчатых клеток четко прослеживаются. Из-за разного количества гранул корзинчатые клетки окрашены разной интенсивностью. В отличие от контрольной группы более выражен отек стромы, что делает ткань мозжечка рыхлой, придавая своеобразный «сетчатый» вид.

Известно, что нейросекреторные клетки головного мозга более лабильны по сравнению с нервными клетками и их реакция на воздействия факторов внешней среды более выражены. Структурная организация головного мозга в целом и гипоталамической области в частности, сохранена. Однако, обращает внимание соотношение различных клеточных элементов в

экспериментальной группе по сравнению с контрольными животными, кровенаполнение и состояние нейросекреторных и нервных клеток. Отклонения от нормы данных показателей и характеризует морфологию гипоталамической области экспериментальных животных.

Изменение в кровеносной системе гипоталамуса были наиболее выраженными, что доказывает многочисленные утверждения о лабильности именно сосудистой системы. Значительные морфологические сдвиги имели место во всех 8-ми случаях и были идентичным — выраженное полнокровие во всех зонах гипоталамуса, особенно сосудов наименьшего калибра – капилляров. Капилляры растянуты, стенки их истончены, между эндотелиальными клетками наблюдается значительный разрыв, иногда эндотелий слущен. Вокруг таких сосудов зона просветления – зона периваскулярного отека. В более крупных сосудах, хотя также полнокровны, однако изменения их стенок менее выражены, периваскулярный отек зачастую не выражен. В 3х случаях из 8ми наблюдений отмечается гомогенизация сосудистой стенки, когда структура стенки не просматривается. В таких случаях стенка сосуда кажется значительно утолщенной. Эндотелий таких сосудов слущен, периваскулярный отек выражен. Отмечаются небольшие очаги кровоизлияний, преимущественно около измененных сосудов, то есть прослеживается определенная взаимосвязь изменений сосудистого русла с экстравазатами. Гистологические изменения сосудов одинаковы вне зависимости от зон гипоталамуса, однако отек сосудистой оболочки мозга выражен значительно и проявляется накоплением жидкости под мягкой мозговой оболочкой.

В 2-х наблюдениях данной группы имело место кровоизлияния в мягкую мозговую оболочку. Таким образом, изменения в сосудах гипоталамуса подопытных животных выражены наиболее ярко и выходит на первый план в морфологической картине гипоталамуса.

При исследовании гипоталамуса основное внимание уделялось той его части, которая относится к гипоталамо–нейрогипофизарной системе, то есть области супраоптических и паравентрикулярных ядер переднего гипоталамуса. Гистологические исследования выявило определенные сдвиги соотношения клеточных элементов в сторону увеличения малоактивных в функциональном отношении секреторных элементов, образующих супраоптические и паравентрикулярные ядра. Как известно, функционально наиболее активными в секреторирующих клетках являются более крупными, с увеличенным содержанием гранул в цитоплазме. Снижение функциональной активности обычно приводит к уменьшению размеров клеток и содержанию гранул.

Практически во всех случаях отмечалось заметное уменьшение числа функционально активных клеток. В то же время количество малоактивных клеток заметно увеличивалось. Изменились не только размеры нейросекреторных клеток, но и их строение.

По сравнению с нормой, чаще встречались клетки с дегрануляцией цитоплазмы, даже при сохранении размеров клеток, причем исчезновения гранул наблюдалось как в секреторных, так и глиальных клетках. В отличие от контроля в гипоталамусе подопытных животных появились «клетки тени», когда от клетки сохранилась только клеточная оболочка при полном исчезновении содержимого. Это касалось как секреторных, так и глиальных клеток.

Отмечена также некоторая дисконпенсация клеток, то есть нарушение нормальной структуры — беспорядочность локализации, в отдельных нервных клетках, сохранивших нормальные размеры несоразмерно, уменьшены ядра. Описываемые изменения касаются в основном той части гипоталамуса, где продуцируется вазопрессин, окситоцин и внутримозговой серотонин.

Строма гипоталамуса оказалось структурной, наименее подверженной к изменениям. Во всех наблюдениях в подопытной группе структурные сдвиги однотипны и сводились в основном к той или иной мере выраженному отеку. Можно отметить 2 типа отека, перичеселлярный и диффузный или так называемое набухание. Диффузный отек местами довольно выраженный, причем без определенной топографической закономерности. Лишь в зоне супраоптических и паравентрикулярных ядер заметны разрыхления волокнистых структур.

Выводы

Радионуклиды поражают прежде всего размеры нейроцитов коры головного мозга и на содержание гранул, а на серое вещество коры до полного разрушения нейроцитов, от которых сохраняются только клеточные оболочки – так называемые клетки тени (рисунок–2).

Сосуды головного мозга, под влиянием радионуклидов изменяются, одинаково вне зависимости от зоны гипоталамуса, отек сосудистой оболочки мозга выражен значительно и проявляется накоплением жидкости под мягкой мозговой оболочкой.

Список литературы:

1. Bushberg J. T. The AAPM/RSNA physics tutorial for residents. X-ray interactions // *Radiographics*. 1998. V. 18. №2. P. 457–468. <https://doi.org/10.1148/radiographics.18.2.9536489>
2. Hlouschek J. et al. Targeting SLC25A10 alleviates improved antioxidant capacity and associated radioresistance of cancer cells induced by chronic-cycling hypoxia // *Cancer Letters*. 2018. V. 439. P. 24–38. <https://doi.org/10.1016/j.canlet.2018.09.002>
3. Корыстова А. Ф., Кублик Л. Н., Левитман М. Х., Самохвалова Т. В., Шапошникова В. В., Корыстов Ю. Н. Ионизирующая радиация увеличивает активность ангиотензинпревращающего фермента в аорте крыс // *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины*. 2018. Т. 165. №2. С. 178–182.
4. Тухватшин Р. Р. и др. Особенности влияния нарастающей информационной и радионуклидной нагрузки на головной мозг (обзор литературы) // *Вестник КГМА им. ИК Ахунбаева*. 2017. №5. С. 140–145.
5. Васильев Р. О., Трошин Е. И., Югатова Н. Ю., Цыганов А. В. Клинико-гематологические изменения у крыс на фоне воздействия лучистой энергии // *Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии и биотехнологии*. 2019. С. 72–74.
6. Тункатарова Э. И., Бектурганова Б. Ш., Джакшылыкова Ж. Б. Биогеохимия основных микроэлементов экосистем Сон-Кульской котловины // *Вестник Киргизско-Российского Славянского университета*. 2021. Т. 21. №4. С. 191–195.
7. Аумолдаева З. М., Тухватшин Р. Р., Абаева Т. С., Исупова А. А., Жексенова А. Н. Влияние токсичных металлов на обмен веществ у экспериментальных животных // *Известия вузов Кыргызстана*. 2017. №8. С. 34–36.

References:

1. Bushberg, J. T. (1998). The AAPM/RSNA physics tutorial for residents. X-ray interactions. *Radiographics*, 18(2), 457–468. <https://doi.org/10.1148/radiographics.18.2.9536489>
2. Hlouschek, J., Ritter, V., Wirsdörfer, F., Klein, D., Jendrossek, V., & Matschke, J. (2018). Targeting SLC25A10 alleviates improved antioxidant capacity and associated radioresistance of cancer cells induced by chronic-cycling hypoxia. *Cancer Letters*, 439, 24–38. <https://doi.org/10.1016/j.canlet.2018.09.002>

3. Korystova, A. F., Kublik, L. N., Levitman, M. Kh., Samokhvalova, T. V., Shaposhnikova, V. V., & Korystov, Yu. N. (2018). Ioniziruyushchaya radiatsiya uvelichivaet aktivnost' angiotenzinprevrashchayushchego fermenta v aorte krysa. *Byulleten' eksperimental'noi biologii i meditsiny*, 165(2), 178–182. (in Russian).

4. Tukhvatshin, R. R. (2017). Osobennosti vliyaniya narastayushchei informatsionnoi i radionuklidnoi nagruzki na golovnoi mozg (obzor literatury). *Vestnik KGMA im. IK Akhunbaeva*, (5), 140–145. (in Russian).

5. Vasil'ev, R. O., Troshin, E. I., Yugatova, N. Yu., & Tsyganov, A. V. (2019). Klinikogematologicheskie izmeneniya u krysa na fone vozdeistviya luchistoi energii. In *Aktual'nye problemy veterinarnoi meditsiny, zootekhnii i biotekhnologii* (pp. 72–74). (in Russian).

6. Tunkatarova, E. I., Bekturganova, B. Sh., & Dzhakshylykova, Zh. B. (2021). Biogeokhimiya osnovnykh mikroelementov ekosistem Son-Kul'skoi kotloviny. *Vestnik Kyrgyzsko-Rossiiskogo Slavyanskogo universiteta*, 21(4), 191–195. (in Russian).

7. Aumoldaeva, Z. M., Tukhvatshin, R. R., Abaeva, T. S., Isupova, A. A., & Zheksenova, A. N. (2017). Vliyanie toksichnykh metallov na obmen veshchestv u eksperimental'nykh zhivotnykh. *Izvestiya VUZov Kyrgyzstana*, (8), 34–36. (in Russian).

Работа поступила
в редакцию 05.07.2022 г.

Принята к публикации
10.07.2022 г.

Ссылка для цитирования:

Алдашукуров Ы. А. Морфологические изменения головного мозга у лабораторных крыс при урановой нагрузке // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 141-147. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/18>

Cite as (APA):

Aldashukurov, Y. (2022). Morphological Changes in the Brain in Laboratory Rats Under Uranium Load. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 141-147. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/18>

УДК 616.149

https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/19

ОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПОРТОСИСТЕМНОГО ШУНТИРОВАНИЯ ПРИ ПОРТАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ

©**Султангазиев Р. А.**, Клиническая больница управления делами Президента и Правительства Кыргызской Республики, г. Бишкек, Кыргызстан, rsultangaziev@mail.ru

©**Сагымбаев М. А.**, Кыргызский научно-исследовательский институт курортологии и восстановительного лечения, с. Таш-Добо, Кыргызстан

©**Абиров К. Э.**, Клиническая больница управления делами Президента и Правительства Кыргызской Республики, г. Бишкек, Кыргызстан

©**Тогочуев А. А.**, Клиническая больница управления делами Президента и Правительства Кыргызской Республики, г. Бишкек, Кыргызстан

©**Эркинбаев Ж. С.**, Клиническая больница управления делами Президента и Правительства Кыргызской Республики, г. Бишкек, Кыргызстан

©**Абирова Р. Э.**, Кыргызская государственная медицинская академия им. И.К. Ахунбаева, г. Бишкек, Кыргызстан

LONG-TERM RESULTS OF PORTOSYSTEMIC SHUNTING IN PORTAL HYPERTENSION

©**Sultangaziyev R.**, Clinical Hospital for Case Management President and Government of the Kyrgyz Republic, Bishkek, Kyrgyzstan, rsultangaziev@mail.ru

©**Sagymbaev M.**, Kyrgyz Research Institute of Balneology and Rehabilitation Treatment, Tash-Dobo, Kyrgyzstan

©**Abirov K.**, Clinical Hospital for the Administration of the President and Government of the Kyrgyz Republic, Bishkek, Kyrgyzstan

©**Togochuev A.**, Clinical Hospital for the Administration of the President and Government of the Kyrgyz Republic, Bishkek, Kyrgyzstan

©**Erkinbaev Zh.**, Clinical Hospital for the Administration of the President and Government of the Kyrgyz Republic, Bishkek, Kyrgyzstan

©**Abirova R.**, I.K. Akhunbaev Kyrgyz State Medical Academy, Kyrgyzstan

Аннотация. Наиболее серьезным осложнением портальной гипертензии является кровотечение из варикозно-расширенных вен пищевода и желудка (ВРВПЖ). В КР трансплантология находится в стадии становления, нет регуляторного органа в стране, занимающегося контролем трансплантаций за рубежом, поэтому пациенты самостоятельно выезжают за пределы страны для пересадки печени. Ввиду плохого материального положения летальность в процессе ожидания и накопления средств доходит до 95%. В своей хирургической практике в КБ УДПиП КР выполняем операции портосистемного шунтирования (ПСШ) у пациентов с внутрпеченочными и внепеченочными формами ПГ. Целью работы ставилась оценка отдаленных результатов операций спленоренального венозного шунтирования у больных с циррозом печени. Основным методом явилось изучение результатов вмешательств по формированию портосистемных шунтов в различные сроки после операции в плановом порядке и по обращаемости пациентов. Анализ наших собственных данных по выживаемости показал, что наибольшее число летальных исходов больных с ПГ отмечено в первый месяц после оперативного лечения. Наиболее частой причиной этого послужили возникающие в послеоперационный период осложнения в виде

тромбоза анастомозов, что напрямую зависит от хирургической техники формирования шунтов. И вторая основная причина, это создание анастомозов с большим окном, когда возникают условия для большего парциального сброса крови в системный кровоток, технически это контролируется при формировании анастомоза адекватного диаметра, для поддержания гепатопетального кровотока. В последующие сроки до 1,5 лет наблюдения выживаемость составила 74,1%, что связано с тем, что основная часть больных — 79 (51,6%) до операции ПСШ относились к классу «А» по Чайлд-Пью, с менее выраженными системными осложнениями в организме и соответственно с большими адаптационными возможностями. Сравнительное удлинение жизни этих пациентов дает шансы на попадание в список по трансплантации.

Abstract. The most serious complication of portal hypertension is bleeding from esophageal and gastric varices (EVV). In the Kyrgyz Republic, transplantation is in its infancy, there is no regulatory body in the country that controls transplant abroad, so patients independently travel outside the country for liver transplants. Due to the poor financial situation, the lethality in the process of waiting and accumulating funds reaches 95%. In our surgical practice at the Clinical Hospital of the UDP&P KR, we perform portosystemic shunting (PSB) in patients with intrahepatic and extrahepatic forms of PH. The aim of the work was to evaluate the long-term results of splenorenal venous bypass surgery in patients with liver cirrhosis. The main method was to study the results of interventions for the formation of portosystemic shunts at various times after the operation in a planned manner and according to the patient's appeal. An analysis of our own data on survival showed that the greatest number of deaths in patients with PH was noted in the first month after surgical treatment. The most common reason for this was complications arising in the postoperative period in the form of anastomotic thrombosis, which directly depends on the surgical technique for forming shunts. And the second main reason is the creation of anastomoses with a large window, when conditions arise for a greater partial discharge of blood into the systemic circulation, this is technically controlled when an anastomosis of adequate diameter is formed to maintain hepatopetal blood flow. In the subsequent periods of up to 1.5 years of follow-up, the survival rate was 74.1%, which, in our opinion, is due to the fact that the majority of patients — 79 (51.6%) before the PSS operation belonged to Child-Pugh A class, with less pronounced systemic complications in the body and, accordingly, with greater adaptive capabilities. Comparative lengthening of the life of these patients gives chances to get into the transplantation list.

Ключевые слова: портальная гипертензия, цирроз печени, портосистемный шунт, спленоренальный анастомоз.

Keywords: portal hypertension, cirrhosis of the liver, portosystemic shunt, splenorenal anastomosis.

За последнее десятилетие во всех странах мира отмечается рост числа больных ЦП, являющимся наиболее частой причиной развития портальной гипертензии (ПГ), что связано с ростом потребления алкоголя, неправильным питанием, увеличением заболеваемости вирусными гепатитами и количества потребляемых лекарств [8, 11, 17]. Средняя продолжительность жизни больных циррозом печени при отсутствии какой-либо коррекции портальной гипертензии не превышает 19 мес [3, 18, 20]. Портальная гипертензия — синдром, возникающий при затруднении вследствие различных причин кровотока в системе воротной

вены и характеризующийся повышением портального давления, замедлением скорости кровотока в бассейне воротной вены, спленомегалией, варикозным расширением вен пищевода и желудка, асцитом и геморроем [7]. Портальная гипертензия определяется изменением портального градиента венозного давления между воротной и нижней полой вены более 5–12 мм рт. ст. [5, 14, 19]. Синдром портальной гипертензии в 90 % случаев обусловлен хроническими заболеваниями печени (в частности, циррозом), которые в последние годы имеют тенденцию к росту во всем мире [12]. Среди осложнений портальной гипертензии можно назвать асцит, печеночную энцефалопатию, гепаторенальный синдром, но самым частым и самым грозным является кровотечение из варикозно-расширенных вен пищевода и желудка (ВРВПЖ), от которого погибают от 14,5 до 90% больных [2, 5, 6, 15].

Риск рецидива кровотечения без вмешательства составляет 65 % в течение 2 лет [6]. В стадии декомпенсации цирротического процесса кровотечение из варикозно-расширенных вен пищевода отмечается в 60% наблюдений [1]. Показанием к наложению спленоренального анастомоза являются перенесенные в анамнезе кровотечения из варикозно-расширенных вен пищевода II–III степени выраженности, на фоне высокого портального давления (выше 250–300 мм вод. ст.), как при внутripеченочном, так и внепеченочном блоке [10].

Существует множество методов профилактики, но единственным радикальным методом лечения больных с внутripеченочной ПГ является трансплантация печени [2, 4, 8, 16]. Мировой опыт ортотопической пересадки печени свидетельствует о ее высокой эффективности при лечении ранее бесперспективных состояний у пациентов с тяжелыми заболеваниями печени [3, 6, 15, 16].

Поэтому вмешательства по декомпрессии портальной системы являются наиболее эффективным и доступным способом устранения портальной гипертензии [4, 9, 13, 18].

Проблема выбора метода хирургической коррекции портальной гипертензии в каждом индивидуальном случае создает большие сложности для практикующего хирурга-гепатолога, поэтому в данной работе произведена попытка изучить связь между техническими моментами самого вмешательства и проявлениями отдаленных результатов после операции.

Материалы и методы

Работа основана на результатах обследования и лечения 191 больного с портальной гипертензией, находившихся в отделениях хирургической гастроэнтерологии и эндокринологии Национального госпиталя при Министерстве здравоохранения Киргизской Республики, а также в отделении общей хирургии Государственного Учреждения Клиническая больница Управления Делами Президента и Правительства Киргизской Республики за 1997–2016 годы. Из этого числа 38 (19,9%) пациентов из-за тяжелого состояния получили консервативное лечение, а 153 (80,1%) человека оперированы.

В зависимости от пола больные в основной группе распределились в соотношении: мужчины — 74 (48,4%), женщин — 79 (51,6%), и в контрольной группе: мужчины — 21 (55,3%), женщин — 17 (44,7%) (Таблица 1).

Таблица 1

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БОЛЬНЫХ С ПОРТАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ ПО ПОЛУ И ВОЗРАСТУ

Пол	Возраст					Всего больных	
	До 20 лет	21-30	31-40	41-50	51 и старше	абс.	%
Мужчин	17(8,9%)	36(18,8%)	16(8,3%)	9(4,7%)	17(8,9%)	95	49,7
Женщин	9(4,7%)	23(12%)	26(13,6%)	19(9,9%)	19(9,9%)	96	50,3
Итого	26(13,6%)	59(30,8%)	42(21,9%)	28(14,6%)	36(18,8%)	191	100

Среди больных преобладали лица молодого трудоспособного возраста 21–40 лет — 91 (59,5%) пациент.

Внепеченочная портальная гипертензия диагностирована у 23 (15,0%) пациентов все они были возраста до 25 лет, у 6 (3,9%) больных на фоне внепеченочной портальной гипертензии был выявлен хронический гепатит, аутоиммунный гепатит выставлен 7(4,6%) пациентам. С алкогольным циррозом печени был 1 (0,7%) пациент 54 лет, с алкогольным стажем более 30 лет.

Изучены причины возникновения портальной гипертензии, результаты представлены в Таблице 2, у 116 (75,82%) пациентов причиной циррозов печени явились вирусные гепатиты.

Внепеченочная портальная гипертензия диагностирована у 23 (15,0%) пациентов все они были возраста до 25 лет, у 6 (3,9%) больных на фоне внепеченочной портальной гипертензии был выявлен хронический гепатит, аутоиммунный гепатит выставлен 7(4,6%) пациентам. С алкогольным циррозом печени был 1 (0,7%) пациент 54 лет, с алкогольным стажем более 30 лет.

Таблица 2

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ ПО ЭТИОЛОГИИ ПОРТАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ

Этиопатогенез заболевания	Основная группа		Контрольная группа	
	Количество больных	%	Количество больных	%
Цирроз печени вирусной этиологии	116	75,8	27	71,1
ВПГ	23	15,0	6	15,8
ВПГ+Хронический гепатит	6	3,9	1	2,6
Аутоиммунный гепатит	7	4,6	2	5,3
Алкогольный цирроз печени	1	0,7	2	5,3
Всего	153	100,0	38	100,0

Учитывая то, что большую долю больных в группе составили пациенты с вирусными гепатитами изучено распределение по видам вируса. Серологическими методами выявлены маркеры вирусных гепатитов, данные представлены в Таблице 3.

Таблица 3

ТИПЫ ВИРУСНОГО ГЕПАТИТА ЯВИВШИХСЯ ПРИЧИНОЙ ЦИРРОЗА ПЕЧЕНИ

Типы вирусного гепатита	Основная группа		Контрольная группа	
	Количество больных	%	Количество больных	%
Вирусный гепатит «В»	43	37,1%	13	48,1
Вирусный гепатит «D»	38	32,8%	5	18,5
Вирусный гепатит «С»	26	22,4%	6	22,2
Вирусный гепатит «В+D»	7	6,0%	3	11,1
Вирусный гепатит «В+С»	2	1,7%	0	0,0
Всего	116	100,0%	27	100,0

Вирусные гепатиты микст-этиологии выявлены были серологически у 9 (7,8%) пациентов, у 7(6,0%) из них гепатит «В + D», и у 2 (1,7%) вирусный гепатит «В+С». Моновирус ВГ«В» выявлен причиной у 43 (37,1%), ВГ«D» выявлен у 38 (32,8%), ВГ«С» выявлен у 26 (22,4%).

Подавляющие большинство больных — 81 (52,9%), относились к классу «А». Этим больным вмешательства выполнялись после полного клинического обследования, без какой-либо подготовки. Больным класса «А-В» — 39 (25,5%) пациентов, уже проводилась предоперационная подготовка — в среднем 6 суток стационарного лечения. 26 (17,0%) больным класса «В» стационарная предоперационная подготовка с медикаментозной коррекцией транзиторного асцитического синдрома и гепатопротекцией длилась в среднем 11,6 койко-дней. Вмешательства проводились только после получения положительного клинического результата. Длительность стационарной подготовки для получения положительной динамики с увеличением суточного диуреза, уменьшением асцитического синдрома, нормализацией функции сердечно-сосудистой деятельности у 7 (4,6%) больных класса «В-С» составила в среднем $27,4 \pm 37$ койко-дня.

В выборке значились только пациенты, которым были произведены шунтирующие операции, мы в своей практике для оценки тяжести состояния пациента и прогнозов течения болезни использовали модифицированную в отделении портальной гипертензии Российского Научного Центра хирургии им Б.А. Петровского классификацию Чайлд-Пью. Пациенты распределились следующим образом (Таблица 4).

Таблица 4

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БОЛЬНЫХ СОГЛАСНО МОДИФИЦИРОВАННОЙ
 В РНЦХ ИМ Б.А. ПЕТРОВСКОГО КЛАССИФИКАЦИИ ЧАЙЛД-ПЬЮ

Группа по классификации	Класс «А»	Класс «А-В»	Класс «В»	Класс «В-С»	Класс «С»	Всего
Основная группа						
Количество больных	81	39	26	7	-	153
%	52,9	25,5	17,0	4,6	-	100,0
Контрольная группа						
Количество больных	20	5	9	2	2	38
%	52,6	13,1	23,7	5,3	5,3	100,0

Подавляющие большинство больных — 81 (52,9%), относились к классу «А». Этим больным вмешательства выполнялись после полного клинического обследования, без какой-либо подготовки. Больным класса «А-В» — 39 (25,5%) пациентов, уже проводилась предоперационная подготовка — в среднем 6 суток стационарного лечения. 26 (17,0%) больным класса «В» стационарная предоперационная подготовка с медикаментозной коррекцией транзиторного асцитического синдрома и гепатопротекцией длилась в среднем 11,6 койко-дней. Вмешательства проводились только после получения положительного клинического результата. Длительность стационарной подготовки для получения положительной динамики с увеличением суточного диуреза, уменьшением асцитического синдрома, нормализацией функции сердечно-сосудистой деятельности у 7 (4,6%) больных класса «В-С» составила в среднем $27,4 \pm 37$ койко-дня.

В анамнезе 5 (3,3%) больных ранее были оперированы в других лечебных учреждениях по поводу кровотечения из ВРВ пищевода и желудка. одному больному произведена была гастротомия с прошиванием вен кардиального отдела пищевода, одному спленэктомия, 3(1,9%) пациентам спленэктомия в сочетании с гастротомией и прошиванием вен кардиального отдела пищевода.

С кровотечениями из ВРВ пищевода и желудка поступили 37 (24,2%). Всем больным портосистемное шунтирование выполнялось при стабильной гемодинамике и нормальных показателей крови.

При оценке тяжести кровопотери нами учитывались клинические проявления, данные лабораторных, инструментальных и специальных методов исследования. Согласно классификации А. И. Горбашко больные распределены следующим образом (Таблица 5):

Таблица 5

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БОЛЬНЫХ С КРОВОТЕЧЕНИЯМИ
 ИЗ ВРВП ПО ТЯЖЕСТИ КРОВОПОТЕРИ

Степень тяжести кровопотери	Основная группа		Контрольная группа	
	Количество пациентов	%	Количество больных	%
Легкая степень	11	29,7	3	33,3
Средняя степень	17	45,9	1	11,1
Тяжелая степень	9	24,4	5	55,6
Всего	37	100,0	9	100,0

У 21 (13,7%) пациента кровотечения носили рецидивирующий характер, что во многом и обусловило тяжесть состояния пациентов (Таблица 9).

С кровотечениями из ВРВ пищевода и желудка поступили 37 (24,2%). Всем больным портосистемное шунтирование выполнялось при стабильной гемодинамике и нормальных показателей крови. У 21 (13,7%) пациента кровотечения носили рецидивирующий характер, что во многом и обусловило тяжесть состояния пациентов, выявлена прямо пропорциональная зависимость тяжести кровопотери от количества рецидивов кровотечения.

Результаты обсуждения.

Результаты оперативных вмешательств у этих больных изучены в сравнительном аспекте. В процессе анализа определяющим критерием были не только выживаемость, но наличие или редукция степени варикозно расширенных вен пищевода (ВРВП).

Всем 153 больным выполнены различные виды порто-системных шунтов.

Таблица 6

ВИДЫ ВЫПОЛНЕННЫХ ПОРТОСИСТЕМНЫХ ШУНТОВ
 У БОЛЬНЫХ С ПОРТАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ

Хирургические методы лечения	Количество оперированных больных		Умерло больных, в раннем послеоперационном периоде	
Проксимальный спленоренальный анастомоз	78	50,9%	5	3,3%
Спленоренальный анастомоз «бок в бок»	25	16,3%	0	
Дистальный спленоренальный анастомоз	17	11,1%	5	3,3%
Спленоренальный анастомоз с аутовенозной вставкой из плечевой вены	13	8,5%	0	
Мезентерикокавальный анастомоз	11	7,2%	0	
Супраренальный спленоренальный анастомоз	5	3,3%	0	
Мезентерикоренальный анастомоз	4	2,7%	1	0,7%
Всего	153	100,0%	11	7,2%

Как видно из Таблицы 6, формирование проксимального спленоренального анастомоза со спленэктомией выполнено у 78 (50,9%) больных, из них 5 (3,3%) пациентов умерло в раннем послеоперационном периоде.

Из-за топографической особенности локализации селезеночной вены в поджелудочной железе спленоренальный анастомоз «бок в бок» сформирован у 25 (16,3%) больных.

Дистальный спленоренальный анастомоз сформирован у 14 (11,1%) больных, из них в раннем послеоперационном периоде умерли 5 (3,3%) пациентов. Спленоренальный анастомоз с аутовенозной вставкой из вены плеча выполнено 13 (8,5%) больным, из них одной больной спленоренальный анастомоз сформирован «Н» образной вставкой без спленэктомии. Мезентерико-кавальный анастомоз выполнен 11 (7,2%) пациентам.

Супраренальный спленоренальный анастомоз выполнен 5(3,3%) пациентам, в среднем диаметр левой надпочечниковой вены колебался в пределах 7–10 мм. длина же в пределах 20-25 мм.

Мезентерико-ренальный анастомоз выполнен 4 (2,6%) пациентам. Мезентерико-ренальный анастомоз накладывался между культей нижней брыжеечной вены с левой почечной веной при диаметре последнего не меньше 7 мм. для порционной разгрузки.

В настоящее время на диаметре соустья акцентируется особое внимание. Мы в своей практике наиболее часто выполняем парциальные спленоренальные анастомозы или мезентерико-кавальные анастомозы, сохраняющие в определенной степени пассаж брыжеечной венозной крови к печени. При циррозе печени ограничиваем диаметр соустья до 10 мм., сохраняя редуцированный воротный кровоток к печени, а при внепеченочной портальной гипертензии, наоборот, сосудистое соустье формируем диаметром от 10 до 12 мм.

Результаты обсуждения

Изучены отдаленные результаты вмешательств по формированию портосистемных шунтов в различные сроки после операции в плановом порядке и по обращаемости пациентов (Таблица 7).

Таблица 7

ОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ

Виды ПСШ	Сроки					Всего
	До 1 года	1-3 года	3-5 лет	5-10 лет	Свыше 10 лет	
ПСРА	35(25,9%)	28(20,7%)	15(11,1%)	4(3,0%)	2(1,5%)	84
СРА «бок в бок»	10(7,9%)	1(0,7%)	-	-	-	11
ДСРА	5(3,7%)	2(1,5%)	1(0,7%)	1(0,7%)	-	9
СРААВВ	2(1,5%)	4(3,0%)	2(1,5%)	2(1,5)	-	10
МКА	6(4,4%)	3(2,2%)	3(2,2%)	-	-	12
ССРА	3(2,2%)	2(1,5%)	1(0,7%)	-	-	6
МРА	2(1,5%)	1(0,7%)	-	-	-	3
<i>Итого</i>	<i>63(46,7%)</i>	<i>41(30,4%)</i>	<i>22(16,3%)</i>	<i>7(5,2%)</i>	<i>2(1,5%)</i>	<i>135</i>

В послеоперационном периоде до одного года всего обследовались 63 (46,7%) пациента, из них умерли 12 (7,8%) больных. Таким образом, послеоперационная летальность в первый год после операции составила 7,84%. Из 12 умерших 5 (3,7%) больных скончались от рецидива пищеводного кровотечения, а 4 (2,6%) от нарастающей острой печеночной недостаточности (Таблица 8).

Таблица 8

ПРИЧИНЫ ЛЕТАЛЬНОСТИ В ОТДАЛЕННЫЕ СРОКИ

Вид операции	Основные причины послеоперационной летальности (n=26)				
	Кол-во оперированных	Рецидив ГЭК	Прогрессирование печеночной недостаточности	Печеночная энцефалопатия	Гепатоцеллюлярная карцинома
СРААВВ	10	4 (40,0%)	6 (60,0%)	-	1(0,7%)
ПСРА	84	3(3,6%)	8 (9,5%)	4 (4,76%)	
СРА «бок в бок»	11	-	-	1(9,09%)	
<i>Всего</i>	<i>105</i>	<i>7</i>	<i>14</i>	<i>5</i>	<i>3(2,0%)</i>

Причиной развития печеночной энцефалопатии послужило техническая погрешность при создании ПСШ, то есть широкий ПСРА диаметр которого составлял больше 13 мм.

В отдаленном послеоперационном периоде после формирования ПСШ контрольная ЭГДС была выполнена 93(60,8%) больным из 147(96,1%) пациентов, которым в дооперационном периоде была определена степень ВРВП. В сравнительном аспекте получен следующий результат: у больных с I степенью ВРВП в отдаленном послеоперационном периоде обследовались 17(18,3%) из 93 больных из них у 12(12,9%) больных не оказалось ВРВП, а у 5(5,4%) больных сохранилось I степень ВРВП. Со II степенью ВРВП обследовались 29(31,2%) пациентов из 93(100%) больных, из них у 10(10,7%) не оказалось ВРВП. У 15(16,1%) больных уменьшилось до I степени ВРВП, у 2(2,1%) сохранилась II степень ВРВП, а у 2(2,1%) наоборот ВРВП увеличилась до III степени за счет тромбоза, сформированного портосистемного шунта.

Больные с III степенью ВРВП всего обследовались 47(50,5%) из 93(100%) пациентов, из них у 12(12,9%) больных не оказалось ВРВП, а у 19(20,4%) больных ВРВП уменьшилось до I степени. У 13(14%) больных ВРВП уменьшилось до II степени. За счет тромбоза портосистемного шунта с последующей реканализацией у 3(3,2%) сохранилась III степень ВРВП.

Из представленных данных становится очевидной динамика снижения ВРВП после операций ПСШ. У большинства больных 34 (36,6%) из 93 (100%) варикозные вены пищевода исчезли, а у 39 (41,9%) больных ВРВП уменьшилось до I степени. В пяти (5,4%) случаях из 93 (100%) больных ВРВП прогрессировало за счет тромбоза ПСШ.

Другая картина сложилась при анализе отдаленных результатов в контрольной группе. В течение сроков до одного года, от различных осложнений течения основного заболевания несмотря на консервативное лечение умерло 89,5% больных. Основные показатели приведены в Таблице 9.

Как видно из Таблицы 9, треть больных 12(31,6%) умерли в ближайшие 9 месяцев от рецидивов пищеводных кровотечений. 15 (39,5%) пациентов от прогрессирующей печеночной недостаточности. 4 (10,5%) пациента умерли от полисерозита с напряженным перикардитом. И остальные 7 (18,4%) пациентов умерли от различных осложнений с основным клиническим проявлением в виде напряженного диуретикорезистентного асцита.

Таким образом, анализ выживаемости показал, что наибольшее число летальных исходов больных с ПГ отмечено в первый месяц после оперативного лечения.

В последующие сроки до 1,5 лет наблюдения выживаемость составила 74,1%, что на наш взгляд связано с тем, что основная часть больных — 79 (51,6%) до операции ПСШ относились к «А» классу согласно модифицированной классификации Чайлд-Пью.

Таблица 9

ОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ У ПАЦИЕНТОВ КОНТРОЛЬНОЙ ГРУППЫ

Причины смерти	Сроки					Всего
	До 3 мес	6 мес	9 мес	до 1 года	Свыше 1 года	
Рецидивы ГЭК	3 (7,9%)	5(13,2%)	4(10,5%)	-	-	12(31,6%)
Напряженный диуретикорезистентный асцит	-	-	2(5,3%)	5(13,2%)	-	7 (18,4%)
Полисерозит с напряженным перикардитом	-	-	-	4(10,5%)	-	4 (10,5%)
Прогрессирующая острая печеночная недостаточность	-	5(13,2%)	4(10,5%)	2(5,3%)	4(10,5%)	15 (39,5%)
<i>Итого:</i>	<i>3(7,9%)</i>	<i>10(26,3%)</i>	<i>10(26,3%)</i>	<i>11(28,9%)</i>	<i>4(10,5%)</i>	<i>38(100%)</i>

Обсуждение

Дистальный спленоренальный анастомоз является одним из наиболее часто выполняемых типов сосудистого шунтирования у пациентов с портальной гипертензией, однако, несмотря на его изученность и опыт многих авторов с положительными результатами, остаются до конца не решенными вопросы о размерах сосудистого соустья, величины градиента и объема порционного сброса от чего зависит степень декомпрессии.

Наиболее часто встречаемые состояния, трактуемые как поздние послеоперационные осложнения, являются рецидивы кровотечений из ВРВП, резистентный асцит и печеночная энцефалопатия. Основным тезисом требующим изучения являлось предположение о том, что возникающие в послеоперационном периоде осложнения зависят от инволюции ранних осложнений, возникновение которых в свою очередь зависят от хирургической техники и размерности формирования шунтов. С другой стороны эти состояния могут иметь место и при отсутствии эффекта от вмешательства, как результат течения цирротического процесса в печени.

Показанная прогностическая смертность в контрольной группе оказалась выше и в более ранние сроки до 1 года, что указывает на эффективность оперативного лечения для пациентов основной группы.

Таким образом, высокие показатели летальности, относительная сложность прогнозирования кровотечений, низкая выживаемость при ЦП определяют необходимость хирургического лечения для профилактики пищеводно-желудочных кровотечений.

Список литературы:

1. Бюрроуз Э. Портальная гипертензия // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. 2001. Т. 11. №4. С. 74–75.
2. Гальперин Э. И., Дюжева Т. Г. Лекции по гепатопанкреатобилиарной хирургии. М. : Видар, 2011. 536 с.
3. Готье С. В., Мойсюк Я. Г., Попцов В. Н., Корнилов М. Н., Ярошенко Е. Б., Погребниченко И. В., Цой Д. Л. Отдаленные результаты трансплантации трупной печени // Вестник трансплантологии и искусственных органов. 2014. Т. 16. №3. С. 45–53.
4. Ивашкин В. Т., Маевская М. В., Федосьина Е. А. Лечение осложнений цирроза печени: метод. рекомендации для врачей. М.: Литтерра, 2011. 59 с.

5. Котельникова Л. П. Результаты хирургического лечения осложнений портальной гипертензии // *Новости хирургии*. 2014. Т. 22. №4. С. 436–442.
6. Котив Б. Н., Дзидзава И. И., Солдатов С. А., Кашкин Д. П., Алентьев С. А., Смородский А. В., Онинцев И. Е. Результаты селективного и парциального портокавального шунтирования и прогностические факторы долгосрочной выживаемости больных циррозом печени // *Анналы хирургической гепатологии*. 2018. Т. 20. №2. С. 46–58.
7. Кулеша В. Ф. Портальная гипертензия. Благовещенск, 2011. 57 с.
8. Михеева О. М. Цирроз печени // *Клиническая геронтология*. 2010. Т. 16. №1–2. С. 39–47.
9. Руммо О. О. Трансплантация печени при синдроме портальной гипертензии // *Анналы хирургической гепатологии*. 2018. Т. 20. №1. С. 59–65.
10. Смородинский А. В., Ионцев В. И. Перспективы хирургического лечения осложнений портальной гипертензии при циррозе печени у больных декомпенсированной печеночной недостаточностью // *Вестник Российской военно-медицинской академии*. 2010. №1(29). С. 210–216.
11. Шерцингер А. Г., Жигалова С. Б., Лебезев В. М., Манукьян Г. В., Киценко Е. А. Современное состояние проблемы хирургического лечения больных портальной гипертензией // *Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова*. 2013. №2. С. 30–34.
12. Шерцингер А. Г., Манукьян Г. В., Жигалова С. Б., Манукьян В. Г., Черкасов В. А. Модификация операции МД Пациоры у больных портальной гипертензией // *Хирургия. Журнал им. НИ Пирогова*. 2012. №10. С. 9–13.
13. Berzigotti A., Ashkenazi E., Reverter E., Abraldes J. G., Bosch J. Non-invasive diagnostic and prognostic evaluation of liver cirrhosis and portal hypertension // *Disease markers*. 2011. V 31. №3. P. 129–138. <https://doi.org/10.3233/DMA-2011-0835>
14. Fattovich G. Natural history of hepatitis B // *Journal of hepatology*. 2003. V. 39. P. 50–58.
15. Health Resources Services Administration, U.S. Department of Health & Human Services: Organ Procurement and Transplantation Network. <http://optn.transplant.hrsa.gov>.
16. Garcia-Tsao G., Abraldes J. G., Berzigotti A., Bosch J. Portal hypertensive bleeding in cirrhosis: Risk stratification, diagnosis, and management: 2016 practice guidance by the American Association for the study of liver diseases // *Hepatology*. 2017. V. 65. №1. P. 310–335.
17. Krystallis C., Masterton G. S., Hayes P. C., Plevris J. N. Update of endoscopy in liver disease: more than just treating varices // *World journal of gastroenterology: WJG*. 2012. V. 18. №5. P. 401. <https://doi.org/10.3748%2Fwjg.v18.i5.401>
18. Mukherjee S., Rogers M. A., Buniak B. Comparison of indocyanine green clearance with Child's-Pugh score and hepatic histology: a multivariate analysis // *Hepato-gastroenterology*. 2006. V. 53. №67. P. 120–123.
19. Takamatsu M., Furutake M., Hisa T., Ueda M. Obstructive jaundice caused by a portal cavernoma // *Japanese journal of radiology*. 2010. V. 28. №10. P. 754–758. <https://doi.org/10.1007/s11604-010-0480-7>
20. Yang L. et al. Two surgical procedures for esophagogastric variceal bleeding in patients with portal hypertension // *World Journal of Gastroenterology: WJG*. 2013. V. 19. №48. P. 9418. <https://doi.org/10.3748%2Fwjg.v19.i48.9418>

References:

1. Byurrouz, E. (2001). Portal'naya gipertenziya. *Rossiiskii zhurnal gastroenterologii, gepatologii, koloproktologii*, 11(4), 74–75. (in Russian).

2. Gal'perin, E. I., & Dyuzheva, T. G. (2011). *Leksii po gepatopankreatobiliarnoi khirurgii*. Moscow. (in Russian).
3. Got'e, S. V., Moisyuk, Ya. G., Poptsov, V. N., Kornilov, M. N., Yaroshenko, E. B., Pogreblichenko, I. V., & Tsoi, D. L. (2014). Otdalennye rezul'taty transplantatsii trupnoi pecheni. *Vestnik transplantologii i iskusstvennykh organov*, 16(3), 45–53. (in Russian).
4. Ivashkin, V. T., Maevskaya, M. V., & Fedos'ina, E. A. (2011). *Lechenie oslozhnenii tsirroza pecheni: metod. rekomendatsii dlya vrachei*. Moscow. (in Russian).
5. Kotel'nikova, L. P. (2014). Rezul'taty khirurgicheskogo lecheniya oslozhnenii portal'noi gipertenzii. *Novosti khirurgii*, 22(4), 436–442. (in Russian).
6. Kotiv, B. N., Dzidzava, I. I., Soldatov, S. A., Kashkin, D. P., Alent'ev, S. A., Smorodskii, A. V., & Onintsev, I. E. (2018). Rezul'taty selektivnogo i partial'nogo portokaval'nogo shuntirovaniya i prognosticheskie faktory dolgosrochnoi vyzhivaemosti bol'nykh tsirrozm pecheni. *Annaly khirurgicheskoi gepatologii*, 20(2), 46–58. (in Russian).
7. Kulesha, V. F. (2011). Portal'naya gipertenziya. *Blagoveshchensk*. (in Russian).
8. Mikheeva, O. M. (2010). Tsirrozm pecheni. *Klinicheskaya gerontologiya*, 16(1–2), 39–47. (in Russian).
9. Rummo, O. O. (2018). Transplantatsiya pecheni pri sindrome portal'noi gipertenzii. *Annaly khirurgicheskoi gepatologii*, 20(1), 59–65. (in Russian).
10. Smorodinskii, A. V., & Iontsev, V. I. (2010). Perspektivy khirurgicheskogo lecheniya oslozhnenii portal'noi gipertenzii pri tsirroze pecheni u bol'nykh dekompensirovannoi pechenochnoi nedostatochnost'yu. *Vestnik Rossiiskoi voenno-meditsinskoi akademii*, (1(29)), 210–216. (in Russian).
11. Shertsinger, A. G., Zhigalova, S. B., Lebezev, V. M., Manuk'yan, G. V., & Kitsenko, E. A. (2013). Sovremennoe sostoyanie problemy khirurgicheskogo lecheniya bol'nykh portal'noi gipertenziei. *Khirurgiya. Zhurnal im. N. I. Pirogova*, (20), 30–34. (in Russian).
12. Shertsinger, A. G., Manuk'yan, G. V., Zhigalova, S. B., Manuk'yan, V. G., Cherkasov, V. A. (2012). Modifikatsiya operatsii MD Patsiory u bol'nykh portal'noi gipertenziei. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova*, (10), 9–13. (in Russian).
13. Berzigotti, A., Ashkenazi, E., Reverter, E., Abraldes, J. G., & Bosch, J. (2011). Non-invasive diagnostic and prognostic evaluation of liver cirrhosis and portal hypertension. *Disease markers*, 31(3), 129–138. <https://doi.org/10.3233/DMA-2011-0835>
14. Fattovich, G. (2003). Natural history of hepatitis B. *Journal of hepatology*, 39, 50–58.
15. Health Resources Services Administration, U.S. Department of Health & Human Services: Organ Procurement and Transplantation Network. <http://optn.transplant.hrsa.gov>.
16. Garcia-Tsao, G., Abraldes, J. G., Berzigotti, A., & Bosch, J. (2017). Portal hypertensive bleeding in cirrhosis: Risk stratification, diagnosis, and management: 2016 practice guidance by the American Association for the study of liver diseases. *Hepatology*, 65(1), 310–335.
17. Krystallis, C., Masterton, G. S., Hayes, P. C., & Plevris, J. N. (2012). Update of endoscopy in liver disease: more than just treating varices. *World journal of gastroenterology: WJG*, 18(5), 401. <https://doi.org/10.3748%2Fwjg.v18.i5.401>
18. Mukherjee, S., Rogers, M. A., & Buniak, B. (2006). Comparison of indocyanine green clearance with Child's-Pugh score and hepatic histology: a multivariate analysis. *Hepato-gastroenterology*, 53(67), 120–123.
19. Takamatsu, M., Furutake, M., Hisa, T., & Ueda, M. (2010). Obstructive jaundice caused by a portal cavernoma. *Japanese journal of radiology*, 28(10), 754–758. <https://doi.org/10.1007/s11604-010-0480-7>

20. Yang, L., Yuan, L. J., Dong, R., Yin, J. K., Wang, Q., Li, T., ... & Lu, J. G. (2013). Two surgical procedures for esophagogastric variceal bleeding in patients with portal hypertension. *World Journal of Gastroenterology: WJG*, 19(48), 9418. <https://doi.org/10.3748%2Fwjg.v19.i48.9418>

Работа поступила
в редакцию 07.07.2022 г.

Принята к публикации
11.07.2022 г.

Ссылка для цитирования:

Султангазиев Р. А., Сагымбаев М. А., Абилов К. Э., Тогочуев А. А., Эркинбаев Ж. С., Абилова Р. Э. Отдаленные результаты портосистемного шунтирования при портальной гипертензии // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 148-159. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/19>

Cite as (APA):

Sultangaziyev, R., Sagymbaev, M., Abirov, K., Togochuev, A., Erkinbaev, Zh., & Abirova, R. (2022). Long-term Results of Portosystemic Shunting in Portal Hypertension. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 148-159. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/19>

УДК 614.2(575.2)

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/20>

АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ НОРМАТИВНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ В СИСТЕМЕ НЕПРЕРЫВНОГО МЕДИЦИНСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В КИРГИЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

©*Качыбекова Л. И.*, канд. мед. наук, Кыргызский государственный медицинский институт переподготовки и повышения квалификации им. С.Б. Даниярова,
г. Бишкек, Кыргызстан, l.kachybekova@mail.ru

©*Орозалиев С. С.*, канд. мед. наук, Кыргызский государственный медицинский институт переподготовки и повышения квалификации им. С.Б. Даниярова,
г. Бишкек, Кыргызстан, samat_orozaliev@mail.ru

TOPICAL ASPECTS OF STUDYING THE REGULATORY FRAMEWORK FOR MEDICAL REHABILITATION IN THE CONTINUOUS MEDICAL EDUCATION SYSTEM IN THE KYRGYZ REPUBLIC

©*Kachybekova L.*, M.D., Kyrgyz State Medical Institute of Retraining and Advanced Training,
Bishkek, Kyrgyzstan, l.kachybekova@mail.ru

©*Orozaliev S.*, Kyrgyz State Medical Institute of Retraining and Advanced Training, Bishkek,
Kyrgyzstan, samat_orozaliev@mail.ru

Аннотация. Системой непрерывного медицинского образования Кыргызстана охвачены практикующие медицинские работники, а также специалисты подразделений финансового и кадрового обеспечения организаций здравоохранения, которые в своей обычной деятельности применяют нормативные документы в сфере реабилитации лиц с инвалидностью. Указанные вопросы изучаются на межвузовской кафедре медицинского права и медико-социальной экспертизы при Кыргызском государственном медицинском институте переподготовки и повышения квалификации им. С.Б. Даниярова. Устойчивый рост инвалидности, и соответствующий рост потребности в реабилитационных услугах стимулирует актуальность внедрения в программы непрерывного медицинского образования изучение ключевых нормативных правовых актов. Авторы демонстрируют востребованность и актуальность курсов правовых знаний по реабилитации, инвалидности, и Международной классификации функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья.

Abstract. Continuous medical education system of Kyrgyzstan covers medical practitioners, as well as financial and human resources specialists of health care organizations, who use regulatory documents related to rehabilitation of persons with disabilities, in their regular activities. These issues are studied at the interuniversity department of medical law and medical and social expertise at the Kyrgyz State Medical Institute of Retraining and Advanced Training. The steady growth of disability rate and increasing need in rehabilitation services stimulates the introduction of key regulatory documents from the national legal package into continuous medical education curricula. The authors demonstrate the demand for and relevance of legal knowledge courses with the inclusion of regulatory acts on disability rehabilitation, and the International Classification of Functioning, Disability and Health.

Ключевые слова: непрерывное медицинское образование, нормативные правовые акты, реабилитация.

Keywords: continuous medical education, regulatory documents, rehabilitation.

В системе непрерывного медицинского образования Кыргызстана, флагманом которой является Киргизский государственный медицинский институт переподготовки и повышения квалификации им. С.Б. Даниярова (КГМИПиПК им. С. Б. Даниярова), важное место занимает изучение на межвузовской кафедре медицинского права и медико-социальной экспертизы национальных нормативных правовых актов, регулирующих вопросы инвалидности и реабилитации лиц с инвалидностью.

В институте получают непрерывное профессиональное образование медицинские работники всех специальностей, а также специалисты подразделений финансового и кадрового обеспечения. На межвузовской кафедре медицинского права и медико-социальной экспертизы КГМИПиПК им.С.Б. Даниярова в процессе обучения формируются однородные группы слушателей в зависимости от групп должностей организации здравоохранения: руководители и резерв кадров, врачи всех специальностей, главные и старшие медицинские сестры, сотрудники отделов кадров.

Межвузовская кафедра медицинского права и медико-социальной экспертизы КГМИПиПК им.С.Б. Даниярова призвана решать следующие задачи: интегрировать в систему последиplomного образования медицинских работников программу дополнительного профессионального образования по правовым вопросам охраны здоровья граждан в Киргизской Республике и медико-социальной экспертизы; сформировать фокусные группы специалистов системы здравоохранения, владеющих правовыми знаниями, и способных распространять полученные знания в среде работников здравоохранения (координаторы здравоохранения, преподаватели предмета медицинского права медицинских и юридических ВУЗов и колледжей, работников МСЭК); повышение квалификации медицинских работников по вопросам временной и стойкой нетрудоспособности, по актуальным аспектам медико-социальной экспертизы и медицинской реабилитации; дать понимание межсекторального взаимодействия по указанным вопросам и обучить медицинских работников практическому применению полученных знаний в обычной практике [1].

Устойчивый рост показателей инвалидности, существующая в стране позитивная тенденция по социальной интеграции лиц с инвалидностью, и ратификация Кыргызстаном Конвенции о правах инвалидов стимулирует актуальность внедрения в программы непрерывного медицинского образования (НМО) изучение нормативного обеспечения системы реабилитации лиц с инвалидностью [2, 3].

Цель исследования. Изучение возможности внедрения современных подходов и расширения профессиональных знаний медицинских работников в сфере реабилитации лиц с инвалидностью в общем объеме правовых знаний, для последующего практического применения на рабочих местах.

Материал и методы исследования.

Изучены нормативные акты системы инвалидности и реабилитации Кыргызстана, прав и гарантий лиц с инвалидностью, положение, учебные программы и отчеты межвузовской кафедры медицинского права и медико-социальной экспертизы КГМИПиПК им.С.Б. Даниярова за период 2019–2021 годы, с применением следующих методов исследования: аналитический, экспертной оценки, документальный, статистический. Обработка данных производилась на персональном компьютере с использованием программ Microsoft Office.

Результаты и обсуждение.

Система реабилитации лиц с инвалидностью регламентируется пакетом нормативно-правовых актов, включающий Конституцию, Законы Киргизской Республики, постановления Правительства Киргизской Республики (с 2022 г. — Кабинет Министров) и стратегические документы по развитию социальной сферы, приказы государственных органов в здравоохранении, социальной защите и образовании. Всего пакет содержит более 70 наименований. В сфере реабилитации лиц с инвалидностью ключевыми законами которого являются Конституция Киргизской Республики, и Законы Киргизской Республики от 3 апреля 2008 г №38 «О правах и гарантиях лиц с ограниченными возможностями здоровья», от 9 января 2005 г №6 «Об охране здоровья граждан в Киргизской Республике».

Конституция Киргизской Республики имеет социальную направленность, которая отражена в ст. 19. Основные принципы социальной политики страны закреплены в ст. 44, которая гарантирует «социальное обеспечение за счет государства в старости, в случае болезни, инвалидности, утраты трудоспособности, потери кормильца», а также, что «3. Государство обеспечивает функционирование системы социальной защиты лиц с ограниченными возможностями здоровья, основанной на полном и равном осуществлении ими прав и свобод человека и гражданина, их социальную интеграцию без какой-либо дискриминации, создание доступной среды для лиц с ограниченными возможностями здоровья и улучшения качества их жизни.». Принципиально важным для системы реабилитации является абзац данной статьи, который гласит «5. Социальная деятельность государства не должна принимать форму государственного попечительства, ограничивающего экономическую свободу, активность и возможности гражданина самому достигать экономического благополучия для себя и своей семьи» [4].

Закон КР от 3 апреля 2008 г №38 «О правах и гарантиях лиц с ограниченными возможностями здоровья» регламентирует вопросы социальных и политических прав лиц с ограниченными возможностями здоровья (примечание. ЛОВЗ — в национальном законодательстве применяется указанное определение лица с инвалидностью); реабилитации ЛОВЗ в рамках индивидуальной программы реабилитации для проведения социальной, трудовой интеграции ЛОВЗ; права на доступ к объектам инфраструктуры. В ст. 50, 51 данного Закона дается определение индивидуальной программе реабилитации (ИПР) и принципам разработки и реализации ИПР таким, как индивидуальность; непрерывность; последовательность; преемственность; комплексность. Кроме того, установлена ответственность лиц и структур, реализующих ИПР [5].

Закон КР от 9 января 2005 г №6 «Об охране здоровья граждан в Киргизской Республике» определяет правовые, экономические и социальные основы охраны здоровья населения страны. Ст. 21. «Виды медико-санитарной помощи» данного Закона в числе других основных видов медико-санитарной помощи, включает медицинскую реабилитацию. В ст. 26. «Медицинская реабилитация» гарантируется оказание медицинской реабилитации «гражданам, страдающим врожденными и приобретенными заболеваниями, а также гражданам, имеющим нарушения здоровья, обусловленные острыми, хроническими заболеваниями и последствиями травм», которая оказывается в организациях здравоохранения и учреждениях социальной защиты населения [6].

Из правительственных решений в сфере реабилитации лиц с инвалидностью на межвузовской кафедре медицинского права и медико-социальной экспертизы КГМИПиПК им. С. Б. Даниярова изучаются следующие постановления Правительства КР:

- постановление Правительства КР от 20 ноября 2015 г №790, которым утверждена Программа государственных гарантий по обеспечению граждан медико-санитарной помощью. В числе других гарантированных видов медико-санитарной помощи для лиц с инвалидностью, им предоставляется как льготной категории, восстановительная и физиотерапевтическая помощь бесплатно и в размере 50% от стоимости медицинской услуги (3 группа инвалидности);

- постановление Правительства КР от 24 октября 2016 г №560 «Об утверждении Государственной базовой программы реабилитации лиц с ограниченными возможностями здоровья», которое определяет порядок формирования ИПР. ИПР выдается в обязательном порядке во всех случаях установления инвалидности и формируется по итогам оценки статуса функциональных нарушений, ограничений категорий жизнедеятельности, негативного или позитивного влияния окружающей среды. Реализация ИПР направлена на максимально возможную социальную интеграцию лица с инвалидностью с соблюдением их прав и гарантий. Медицинским работникам в профессиональной практике необходимо знание механизмов и инструментов управления ИПР; бесплатной и платной части ИПР; разделение ИПР взрослого и ИПР ребенка с инвалидностью;

- постановление Правительства КР от 14 декабря 2016 г №675 «Положение о признании гражданина лицом с ограниченными возможностями здоровья», которое устанавливает порядок и условия медико-социальной экспертизы и разработки ИПР. Таким образом, в функции медико-социальных экспертных комиссий включены функции по разработке ИПР, осуществление контроля за их реализацией, оценка соответствия трудоустройства лиц с инвалидностью, с определением условий и вида труда, работы и профессии, доступных по состоянию здоровья [7].

За последнее десятилетие (2012–2022 гг.) в Кыргызстане принята или пересмотрена основная масса нормативных и стратегических документов в области инвалидности и реабилитации. Многие, из которых соответствуют общепризнанным международным современным подходам, но имеют несовершенную систему мониторинга по их реализации. Совершенствование нормативно-правовых документов само по себе не решает проблему, поскольку НПА не подкреплены необходимыми ресурсами, и не содержат четких механизмов реализации, что приводит к неисполнению действующего законодательства государственными и муниципальными структурами. Реальная картина обеспечения прав и гарантий лиц с инвалидностью в Кыргызстане показывает значительное расхождение с существующими НПА.

Учитывая вышеописанную ситуацию, при проведении курсов на межвузовской кафедре медицинского права и медико-социальной экспертизы КГМИПиПК им. С. Б. Даниярова, для медицинских работников акцентируется изучение методического руководства «Порядок формирования, реализации и координации индивидуальных программ реабилитации лиц с ограниченными возможностями здоровья с вопросами взаимодействия», которое детально, поэтапно расписывает процедуру разработки и реализации ИПР [8]. Данное методическое руководство позволяет дать гайдлайн по распределению зон взаимодействия и ответственности, детализации рабочих процессов в рамках реабилитационного маршрута лица с инвалидностью. Указанное руководство может быть рекомендовано, кроме специалистов систем здравоохранения, специалистам образования, социальной защиты, муниципальных структур, неправительственных организаций, а также самим лицам с инвалидностью и их семьям.

МСЭК являются исходной структурой в реабилитации лица с инвалидностью, разрабатывая ИПР по итогам оценки инвалидности и включают в ИПР рекомендации специалистов систем здравоохранения, образования и социальной защиты. Качество ИПР зависит от качества оценки инвалидности. Следующим этапом является реализация ИПР в государственных, муниципальных, неправительственных структурах и организациях, независимо от организационно-правовых форм и форм собственности. К реализации ИПР могут привлекаться сами лица с инвалидностью и их ближайшее окружение (семья, друзья, местная община).

Изучение нормативного обеспечения реабилитации лиц с инвалидностью акцентируется на практических знаниях процедуры формирования реабилитационных программ, объемом и кругом функциональных обязанностей медицинских работников, дисциплинарной, административной и уголовной ответственностью. Другими, не менее важными задачами являются: привитие слушателям знаний, умений и навыков по применению положений нормативного обеспечения по реабилитации; формирование профессиональных компетенций для понимания основ современных моделей инвалидности, основ системы реабилитации; формирование навыков применения нормативных актов в процессе реализации клинично-экспертно-реабилитационного маршрута лица с инвалидностью (государственные и муниципальные структуры, представители общин, неправительственные организации, люди с инвалидностью и члены их семей); формирование понимания организационных основ системы доступной среды; формирование навыков мотивации у населения, направленной на сохранение и укрепление своего здоровья и здоровья членов семьи; умение мотивировать на реабилитацию.

Это позволяет медицинским работникам иметь возможность сразу по прибытии на рабочее место применять полученные знания на практике.

В целях повышения потенциала медицинских работников в области реабилитации, в 2021 г в программы непрерывного медицинского образования включено изучение Международной классификации функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья (МКФ) [9]. Это многоцелевая классификация Всемирной организации здравоохранения, разработанная в 2001 году для использования в различных дисциплинах и областях. МКФ является:

- основой для изучения показателей здоровья и показателей, связанных со здоровьем, результатов вмешательств и их эффективности;
- единым языком для описания показателей здоровья и показателей, связанных со здоровьем, с целью улучшения взаимопонимания в социальной сфере, включая лиц с инвалидностью;
- интегральной информацией, понятной в разных странах, сферах здравоохранения, социальных службах, труда и занятости.
- единой схемой кодирования для информационных систем здоровья [10].

Эти аспекты МКФ взаимосвязаны, поэтому как вопрос межсекторального значения, МКФ должен изучаться специалистами здравоохранения, образования и социального развития, особенно в реабилитации.

Введенный курс «Основы МКФ» требует комплексного изучения и осмысления медицинских, социальных и юридических дисциплин для формирования у слушателей мировоззренческих основ современного специалиста и глубоких профессиональных знаний в вопросах инвалидности и реабилитации. Программа и учебный план курса «Основы МКФ» направлены на формирование базовых медико-социальных знаний, положений в сфере оценки

инвалидности и реабилитации лиц с инвалидностью. Фокусируется понятие биомедицинской и биопсихосоциальной модели инвалидности, понимание основ международного и национального законодательства в области инвалидности и реабилитации, цели и задачи МКФ, структуры и коды МКФ, значение МКФ в системе медицинской реабилитации, примеры использования МКФ.

Темы лекций освещают понимание основных современных моделей инвалидности; основ МКФ как единого инструмента в социальном секторе при работе в вопросах инвалидности и социальной интеграции лиц с инвалидностью.

Темы практических занятий закрепляют теоретический и лекционный материал, и направлены на формирование практических навыков по применению принципов МКФ; знание основ кодирования по МКФ; совместного использования МКБ 10 и МКФ в ходе реализации программ реабилитации лиц с инвалидностью.

Структура программы строится по принципу – от общего к частному и состоит из трех тем. Слушатели изучают основы международного законодательства и стратегических программ в оценке инвалидности и реабилитации ЛОВЗ, дается понимание основ МКФ. Далее акцент делается на применение МКФ в рутинной деятельности медицинских работников, особенностях взаимодействия между организациями здравоохранения и структурами социального развития в рамках процедуры медико-социальной экспертизы, формирования и реализации программ реабилитации.

По итогам изучения курса «Основы МКФ» предполагается, что слушатели должны знать основные нормативные правовые акты международного и национального значения в сфере инвалидности, теоретические основы, структуру, домены и категории, принципы кодирования, сферы применения МКФ. А также понимать основные концепции современных моделей инвалидности; возможности МКФ в сфере оценки инвалидности и реабилитации лица с инвалидностью.

Контроль знаний слушателей подразделяется на предварительный, текущий и итоговый. Текущий контроль усвоения курса осуществляется на семинарских занятиях в виде устного опроса по вопросам семинарского занятия, проверки самостоятельных работ (реферат, презентация) по МКФ, решения ситуационных задач и примеров кодирования. Выполнение всех заданий является обязательным для слушателей. Итоговый контроль усвоения дисциплины осуществляется в форме тестирования.

Таблица

ДИНАМИКА КОЛИЧЕСТВА КУРСОВ И СЛУШАТЕЛЕЙ
(межвузовская кафедра медицинского права
и медико-социальной экспертизы КГМИПиПК им.С.Б. Даниярова за 2019-2021 гг)

годы	Обучено слушателей		% выполнения	Количество курсов
	По плану	Фактически		
2019	180	168	93	17
2020	156	172	110	21
2021	192	319	123	30

Проведенный анализ учебной деятельности кафедры демонстрирует возросший интерес к проводимым курсам за последние три года. Однако, в процессе курсов выявлен недостаточный фокус на правила коммуникаций медицинских работников и лиц с инвалидностью, особенности общения с лицами, имеющими различные сенсорные или

ментальные функциональные нарушения. В указанном курсе недостаточно раскрыты особенности правового статуса ЛОВЗ, их права и гарантии.

Выводы

Таким образом, проведенный в ходе данного исследования, анализ изучения нормативного правового обеспечения вопросов реабилитации медицинскими работниками в рамках непрерывного медицинского образования, позволил подтвердить актуальность и востребованность курсов по изучению нормативных актов системы реабилитации лиц с инвалидностью.

В планах межвузовской кафедры медицинского права и медико-социальной экспертизы КГМИПиПК им. С. Б. Даниярова, заложено расширение изучения законодательных и теоретических вопросов инвалидности и реабилитации, этических аспектов коммуникации между медицинскими работниками и лицом с инвалидностью, в частности особенности общения с лицами, имеющими различные сенсорные или ментальные функциональные нарушения.

Список литературы:

1. Концепция развития непрерывного медицинского и фармацевтического образования в Киргизской Республике на период 2022–2026 гг. <https://www.farma.kg/legislation/27>
2. Суйуналиева Б. Ш., Владимирова О. Н, Багдасарян Д. С. Инвалидность и реабилитация в Киргизской Республике // Физическая и реабилитационная медицина. 2020. Т. 2. №2. С. 24–34.
3. Адылбаева В. А., Орозалиев С. С., Качыбекова Л. И. Конвенция о правах инвалидов, аспекты ее применения в системе здравоохранения Кыргызстана) // Вестник киргизско-русского славянского университета. 2022. Т. 22. №3 С. 44–50.
4. Конституция Киргизской Республики // Нормативные акты Киргизской Республики. <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/99502>
5. Закон Киргизской Республики от 3 апреля 2008 г №38 «О правах и гарантиях лиц с ограниченными возможностями здоровья» // Нормативные акты Киргизской Республики. <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/99502>
6. Закон Киргизской Республики от 9 января 2005 г №6 «Об охране здоровья граждан в Киргизской Республике» // Нормативные акты Киргизской Республики. <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/99502>
7. Качыбекова Л. И. Аналитический обзор нормативно - правовой базы, регламентирующей деятельность системы медико-социальной экспертизы Кыргызстана // Научные ведомости Белгородского университета. 2018. №3 (41). С. 457–463.
8. Методическое руководство «Порядок формирования, реализации и координации индивидуальных программ реабилитации лиц с ограниченными возможностями здоровья с вопросами взаимодействия». Приказ Министерства труда и социального развития от 6 июля 2018 года, №10.
9. International Classification of Functioning, Disability and Health. <https://goo.su/6ndheNf>
10. Мельникова Е. В., Буйлова Т. В., Бодрова Р. А., Шмонин А. А., Мальцева М. Н., Иванова Г. Е. Использование международной классификации функционирования (МКФ) в амбулаторной и стационарной медицинской реабилитации: инструкция для специалистов // Вестник восстановительной медицины. 2017. №6(82). С. 7–20.

References:

1. Kontsepsiya razvitiya nepreryvnogo meditsinskogo i farmatsevticheskogo obrazovaniya v Kyrgyzskoi Respublike na period 2022–2026 gg. (in Kyrgyz). <https://www.farma.kg/legislation/27>
2. Suiunalieva, B. Sh., Vladimirova, O. N., & Bagdasaryan, D. S. (2020). Invalidnost' i reabilitatsiya v Kyrgyzskoi Respublike. *Fizicheskaya i reabilitatsionnaya meditsina*, 2(2), 24–34. (in Russian).
3. Adylbaeva, V. A., Orozaliev, S. S., & Kachybekova, L. I. (2022). Konventsiya o pravakh invalidov, aspekty ee primeneniya v sisteme zdavookhraneniya Kyrgyzstana. *Vestnik kyrgyzsko-rossiiskogo slavyanskogo universiteta*, 22(3), 44–50. (in Kyrgyz).
4. Konstitutsiya Kyrgyzskoi Respubliki. In *Normativnye akty Kyrgyzskoi Respubliki*. (in Kyrgyz). <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/99502>
5. Zakon Kyrgyzskoi Respubliki ot 3 aprelya 2008 g №38 “O pravakh i garantiyakh lits s ogranichennymi vozmozhnostyami zdorov'ya”. In *Normativnye akty Kyrgyzskoi Respubliki*. (in Kyrgyz). <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/99502>
6. Zakon Kyrgyzskoi Respubliki ot 9 yanvarya 2005 g №6 “Ob okhrane zdorov'ya grazhdan v Kyrgyzskoi Respublike”. In *Normativnye akty Kyrgyzskoi Respubliki*. (in Kyrgyz). <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/99502>
7. Kachybekova, L. I. (2018). Analiticheskii obzor normativno - pravovoi bazy, reglamentiruyushchei deyatel'nost' sistemy mediko-sotsial'noi ekspertizy Kyrgyzstana. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo universiteta*, (3 (41)), 457–463. (in Russian).
8. Metodicheskoe rukovodstvo “Poryadok formirovaniya, realizatsii i koordinatsii individual'nykh programm reabilitatsii lits s ogranichennymi vozmozhnostyami zdorov'ya s voprosami vzaimodeistviya”. Prikaz Ministerstva truda i sotsial'nogo razvitiya ot 6 iyulya 2018 goda, 10. (in Kyrgyz).
9. International Classification of Functioning, Disability and Health. <https://goo.su/6ndheNf>
10. Mel'nikova, E. V., Builova, T. V., Bodrova, R. A., Shmonin, A. A., Mal'tseva, M. N., & Ivanova, G. E. (2017). Ispol'zovanie mezhdunarodnoi klassifikatsii funktsionirovaniya (MKF) v ambulatornoi i statsionarnoi meditsinskoi reabilitatsii: instruktsiya dlya spetsialistov. *Vestnik vosstanovitel'noi meditsiny*, (6(82)), 7–20. (in Russian).

*Работа поступила
в редакцию 02.07.2022 г.*

*Принята к публикации
07.07.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Качыбекова Л. И., Орозалиев С. С. Актуальные аспекты изучения нормативного обеспечения медицинской реабилитации в системе непрерывного медицинского образования в Киргизской Республике // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 160-167. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/20>

Cite as (APA):

Kachybekova, L., & Orozaliev, S. (2022). Topical Aspects of Studying the Regulatory Framework for Medical Rehabilitation in the Continuous Medical Education System in the Kyrgyz Republic. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 160-167. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/20>

УДК 616.62–008.22–02:616.83–053.2

https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/21

ЛЕЧЕНИЕ НЕЙРОГЕННОЙ ДИСФУНКЦИИ МОЧЕВОГО ПУЗЫРЯ В УСЛОВИЯХ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО СТАЦИОНАРА

©Исмаилова У. А., Киргизский научно-исследовательский институт курортологии и
восстановительного лечения, г. Бишкек, Кыргызстан

©Кулов Б. Б., д-р мед. наук, Киргизский научно-исследовательский институт курортологии
и восстановительного лечения, г. Бишкек, Кыргызстан

TREATMENT OF NEUROGENIC BLADDER DYSFUNCTION IN THE CONDITIONS OF A SPECIALIZED HOSPITAL

©Ismailova U., Kyrgyz Research Institute of Balneology and Rehabilitation Treatment,
Bishkek, Kyrgyzstan

©Kulov B., Dr. habil., Kyrgyz Research Institute of Balneology and Rehabilitation Treatment,
Bishkek, Kyrgyzstan

Аннотация. Распространенность нейрогенной дисфункции мочевого пузыря и ее значимость в развитии расстройств мочеиспускания и недержания мочи у пациентов, а также недостаточная эффективность традиционных методов лечения указывают на актуальность и необходимость решения этой проблемы, что определило цель и задачи исследования. Обследовано 76 больных (59 мужчин и 37 женщин), находившихся на реабилитационном лечении в отделе нейроурологии Киргизского научно-исследовательского института курортологии и восстановительного лечения. Средний возраст пациентов на момент обследования составил ($M \pm 6$) $54,8 \pm 2,3$ лет. При выявлении признаков мочевого инфекции проводили антибиотикотерапию в соответствии с результатами бактериологического исследования мочи до полной эрадикации возбудителя.

Abstract. The prevalence of neurogenic bladder dysfunction and its significance in the development of urination disorders and urinary incontinence in patients, as well as the lack of effectiveness of traditional methods of treatment, indicate the relevance and need to solve this problem, which determined the purpose and objectives of the study. 76 patients (59 men and 37 women) who were undergoing rehabilitation treatment at the Department of Neurourology of the Kyrgyz Research Institute of Balneology and Rehabilitation Treatment were examined. The mean age of the patients at the time of examination was ($M \pm 6$) 54.8 ± 2.3 years. When signs of urinary infection were detected, antibiotic therapy was performed in accordance with the results of bacteriological examination of urine until the pathogen was completely eradicated.

Ключевые слова: нейрогенный мочевой пузырь, уродинамика, заболевания нервной системы, спинной мозг, реабилитация, иглорефлексотерапия.

Keywords: neurogenic bladder, urodynamics, diseases of the nervous system, spinal cord, rehabilitation, acupuncture.

Характер уродинамических нарушений у больных НДНМП зависит от уровня поражения нервной системы. Классификация нейрогенных нарушений мочеиспускания, предложенная проф. Н. Maderbacher в 1990 г., отражает эту зависимость [1].

Более простой и адаптированной для клинического использования представляется классификация J.M. Panicker и соавт. [2], вошедшая в рекомендации Европейской ассоциации урологов по нейроурологии [3]. Согласно этой классификации, характер дисфункции нижних мочевых путей при неврологических заболеваниях определяется локализацией и характером патологии. Группа А включает область выше моста (А), группа В – область между мостом и спинным мозгом, а группа С – крестцовый отдел спинного мозга и подкрестцовую область. В классификации представлены ожидаемые дисфункциональные состояния системы «детрузор – сфинктер» [4].

По результатам метаанализа A. Rufflon и соавт., выполненного в 2013 году, известно, что гиперактивность детрузора имеют 58,2% (50,5–65,9) больных РС, 49,7% (37,3–62,2) пациентов с повреждением спинного мозга SCI, 58,6% (34,3–83,0) страдающих болезнью Паркинсона и 64,7% (54,2–75,3) людей, перенесших инсульт [5].

Цель исследования: оптимизировать лечение нейрогенной дисфункции мочевого пузыря для повышения его эффективности и улучшения качества жизни больных.

Материал и методы исследования

В исследование были включены 76 больных (59 мужчин и 37 женщин), находившихся на реабилитационном лечении в отделе нейроурологии Кыргызского НИИ курортологии и восстановительного лечения. Средний возраст пациентов на момент обследования составил ($M \pm 6$) 54,8 \pm 2,3 лет. В группу контроля было включено 30 больных.

1 группа N-32	2 группа N-30	3 группа N-16
<i>биологически активные точки</i>		
REN6-3X IV, 36 (III), 4 (II), 23 (XI), 28, 39 BL-23-28, 31-32-33-34-35-39 (VII), 6 (IX) RP-4-6-10 в сочетании с аурикулярными точками (АТ). Использовались АТ: 13 (надпочечники), 25 (ствол мозга), 34 (кора головного мозга), 88 (двенадцатиперстная кишка). Лечебные процедуры проводились на спине.	При гипорефлексии ТК применялся II вариант возбуждающего метода (до 2-4 игл на процедуру с экспозицией от 5 до 15 минут). При асимметричном типе дисфункции использовалось сочетание II варианта тормозного метода на мышечные группы с повышенным уровнем Uмакс и II вариант возбуждающего метода на БАТ по каналу мочевого пузыря.	Во впадине между задним краем латеральной лодыжки и ахилловым сухожилием на уровне центра лодыжки. В центре подколенной ямки, где пальпируется пульсация подколенной артерии. На 0,3 сантиметра кнаружи от наружного угла ногтевого ложа 5 пальца стопы. На наружной поверхности граница тыл-подошва на уровне перехода тела фаланги в основание основной фаланги V пальца. На наружной поверхности граница тыл-подошва на уровне перехода головки в тело V плюсневой кости.
<i>Время воздействия</i>		
составляло от 5 до 30 минут; каждый день. Курс состоял из 8 процедур.	Время воздействия при гиперрефлекторном типе дисфункции ТК составляло - 60 с, гипорефлекторном типе – 3 мин., асимметричном – 4-5 мин., в зависимости от спазма различных групп мышц. Курс состоял из 8 процедур.	Курс состоял от 5 до 30 минут; каждый день 8 процедур.

Результаты и обсуждение

Для оценки эффективности дифференцированной комплексной рефлексотерапии, а также факторов, оказывающих влияние на результаты лечения, пациенты были разделены на три клинические группы, сопоставимые по основным клинико-функциональным характеристикам. Во всех группах проводилась базовая терапия выявленной патологии, в которую были включены назначение лекарственного препарата.

В первой группе (32 больных) проводилась иглорефлексотерапия с воздействием стальными иглами на биологически активные точки (БАТ): для повышения эффективности иглорефлексотерапии (ИРТ) использовали индивидуальный подбор БАТ в зависимости от установленного типа дисфункции.

Во второй группе (30 больных) проводилась: при гиперрефлекторном типе использовали II вариант тормозного метода (до 5–7 игл на процедуру с экспозицией на 30–60 минут).

В третьей группе (16 больных) получали стандартную ИРТ. Точки пяти элементов.

Всем больным проведено стандартизированное общеклиническое урологическое обследование, включающее сбор анамнеза; физикальный осмотр; лабораторные анализы (общий анализ крови и мочи, биохимический анализ крови, по показаниям — бактериологическое исследование мочи); рентгенографию грудной клетки; ультразвуковое исследование (УЗИ) органов брюшной полости, почек, мочевого пузыря (у мужчин — предстательной железы). При выявлении признаков мочевой инфекции проводили антибиотикотерапию в соответствии с результатами бактериологического исследования мочи до полной эрадикации возбудителя.

Вывод

Проведенный анализ показал, что у всех больных, вошедших в исследование при нейрогенной дисфункции мочевого пузыря, в целом, так же эффективны. Наш опыт показал, что клинические признаки эффективности обусловлены значительным уменьшением объема остаточной мочи и частоты необходимости опорожнения мочевого пузыря. Для объективной оценки характера мочеиспускания, и исключения инфравезикальной обструкции выполняли урофлоуметрию. У всех больных максимальная скорость мочеиспускания (Q_{max}) превышала 17 мл/сек: средние значения — $20,8 \pm 0,6$ мл/сек; у женщин — $23,8 \pm 0,4$ мл/сек; у мужчин — $16,2 \pm 0,3$ мл/сек.

Список литературы:

1. Madersbacher H. The various types of neurogenic bladder dysfunction: an update of current therapeutic concepts // *Spinal Cord*. 1990. V. 28. №4. P. 217–229. <https://doi.org/10.1038/sc.1990.28>
2. Panicker J. N., Fowler C. J., Kessler T. M. Lower urinary tract dysfunction in the neurological patient: clinical assessment and management // *The Lancet Neurology*. 2015. V. 14. №7. P. 720–732. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(15\)00070-8](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(15)00070-8)
3. Blok B. et al. *Neuro-urology* // Arnhem: European Association of Urology. 2015.
4. Клинические рекомендации EAU, 2019. [EAU_2019_rus.pdf](#)
5. Ruffion A. et al. Systematic review of the epidemiology of urinary incontinence and detrusor overactivity among patients with neurogenic overactive bladder // *Neuroepidemiology*. 2013. V. 41. №3–4. P. 146–155. <https://doi.org/10.1159/000353274>

References:

1. Madersbacher, H. (1990). The various types of neurogenic bladder dysfunction: an update of current therapeutic concepts. *Spinal Cord*, 28(4), 217–229. <https://doi.org/10.1038/sc.1990.28>

2. Panicker, J. N., Fowler, C. J., & Kessler, T. M. (2015). Lower urinary tract dysfunction in the neurological patient: clinical assessment and management. *The Lancet Neurology*, 14(7), 720-732. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(15\)00070-8](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(15)00070-8)

3. Blok, B., Castro-Diaz, D., Del Popolo, G., Groen, J., Hamid, R., Karsenty, G., ... & Sartori, A. (2015). Neuro-urology. *Arnhem: European Association of Urology*.

4. Klinicheskie rekomendatsii EAU, 2019. EAU_2019_rus.pdf

5. Ruffion, A., Castro-Diaz, D., Patel, H., Khalaf, K., Onyenwenyi, A., Globe, D., ... & Edwards, M. (2013). Systematic review of the epidemiology of urinary incontinence and detrusor overactivity among patients with neurogenic overactive bladder. *Neuroepidemiology*, 41(3-4), 146-155. <https://doi.org/10.1159/000353274>

Работа поступила
в редакцию 07.07.2022 г.

Принята к публикации
11.07.2022 г.

Ссылка для цитирования:

Исмаилова У. А., Кулов Б. Б. Лечение нейрогенной дисфункции мочевого пузыря в условиях специализированного стационара // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 168-171. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/21>

Cite as (APA):

Ismailova, U., & Kulov, B. (2022). Treatment of Neurogenic Bladder Dysfunction in the Conditions of a Specialized Hospital. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 168-171. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/21>

УДК 616.12-008.331.4

https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/22

СОПУТСТВУЮЩИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ У БЕРЕМЕННЫХ ЖЕНЩИН, ПРОЖИВАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГОРЬЯ НА ФОНЕ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПОТЕНЗИИ

©*Субанова А. И., Ошский государственный университет,
г. Ош, Кыргызстан, subanova1965@gmail.com*

CONCOMITANT DISEASES IN PREGNANT WOMEN LIVING IN HIGH ALTITUDE CONDITIONS ON THE BACKGROUND OF ARTERIAL HYPOTENSION

©*Subanova A., Osh State University, Osh, Kyrgyzstan, subanova1965@gmail.com*

Аннотация. Нами проведено клиническое обследование беременных и рожениц, проживающих в двух различных климатических районах: г. Ош и в высокогорье Чон-Алайского района Ошской области. Основными причинами осложнений во время беременности, родов и раннего послеродового периода являются такие экстремальные факторы, как гипоксия и кровотечение, а также сопутствующие заболевания беременных. Кровотечения, связанные с акушерской патологией, приводящие к летальным исходам беременности составляют 26%, 30–35%. Гипоксия плода и асфиксия новорожденного встречаются в 12–15% случаев, сопутствующие заболевания в 7–10% случаев. В случае беременности в условиях высокогорья, гипоксия, связанная с патологией беременности, может усиливаться внешней — гипобарической.

Abstract. We conducted a clinical examination of pregnant women and women in labor living in two different climatic regions of Osh city and in the highlands of the Chon-Alai district of the Osh region. The main causes of complications during pregnancy, childbirth and the early postpartum period are such extreme factors as hypoxia and bleeding, as well as concomitant diseases of pregnant women. Bleeding associated with obstetric pathology, leading to fatal pregnancy outcomes, is 26%, 30–35%. Fetal hypoxia and asphyxia of the newborn occur in 12–15% of cases, comorbidities in 7–10% of cases. In the case of pregnancy in high altitude conditions, hypoxia associated with the pathology of pregnancy may be exacerbated by external hypobaric hypoxia.

Ключевые слова: высокогорье, гипоксия, беременные женщины, плод, артериальная гипотензия, новорожденные.

Keywords: high mountains, hypoxia, pregnant women, fetus, arterial hypotension, newborns.

Физиологически протекающая беременность характеризуется усилением активности функциональных систем, повышением неспецифической резистентности организма матери, что обеспечивает нормальную жизнедеятельность плода. Во время беременности формируется особая функциональная система мать-плод, благодаря деятельности которой осуществляется нормальное развитие плода. Изменения гомеостаза плода, компенсация тех или иных нарушений контролируются не только рецепторами матери, но и плода. Участие материнского организма в компенсации нарушений гомеостаза плода более выражено в первой половине беременности, а по мере роста и развития функциональных систем плода возрастает его роль

в формировании адаптивно-компенсаторных реакций [1, с. 296].

Основными причинами осложнений во время беременности, родов и раннего послеродового периода, по данным отечественных и зарубежных авторов, являются такие экстремальные факторы, как гипоксия и кровотечение. Кровотечения, связанные с акушерской патологией, приводящие к летальным исходам беременности составляют 26%, 30-35%. Гипоксия плода и асфиксия новорожденного встречаются в 4-6% случаев. В случае беременности в условиях высокогорья, гипоксия связанная с патологией беременности может усиливаться внешней — гипобарической.

При экстремальных воздействиях факторов высокогорья на фоне кровотечений у беременной, плода и новорожденного активизируются защитно-приспособительные реакции, лежащие в основе постоянно развивающейся адаптации. Однако адаптивно-компенсаторные реакции имеют определенные пределы и зависят от многих факторов. Степень адаптированности организма определяется конкретной платой — состояния здоровья для беременной женщины и плода. Надежным критерием адаптированности организма к повреждающим факторам является его уровень неспецифической резистентности.

В условиях высокогорья гипоксия является постоянно действующим фактором, что, несомненно, может оказывать модифицирующее влияние на течение беременности и развитие плода. Кроме того, в этих условиях дополнительно действуют гипобария, повышенные интенсивность солнечной радиации и ионизация воздуха, измененные по отношению к равнинным условиям температура и влажность, которые могут снизить резервы организма, которые и так многократно задействованы для сохранения беременности.

Артериальная гипотензия, является одной из ведущих проблем современного акушерства, определяя высокий уровень осложнений среди беременных, рожениц и родильниц. В отечественной и зарубежной литературе имеется большое количество работ, посвященных этиологии и патогенезу артериальной гипотензии и осложнений, связанных с ней. Данная патология может приводить к задержке развития плода, из-за снижения маточно-плацентарного кровотока. У беременных, страдающих артериальной гипотензией, в 3–5 раз чаще происходит самопроизвольное прерывание беременности в разные ее сроки. При этом также значительно чаще, чем у женщин с нормальным артериальным давлением, в анамнезе отмечаются спонтанные аборт, происходят преждевременные роды, несвоевременное излитие околоплодных вод, имеют место слабость родовой деятельности, кровотечения в родах, последовом и раннем послеродовом периоде, внутриутробная гипоксия плода, и асфиксия новорожденных, мертворождения, а так же повышенная ранняя перинатальная смертность [3, с. 330–332].

При артериальной гипотензии в 2 раза чаще возникают осложнения в родах, чем у женщин с нормальным артериальным давлением. Чаще бывают нарушения прикрепления и отделения плаценты, в 2,5 раза чаще обнаруживаются пороки развития плода [4, с. 19; 5, с. 239-245].

Нарушения сосудистого тонуса, в том числе артериальная гипотензия (АГ), остаются одной из ведущих проблем современного акушерства, определяя высокий уровень материнской и перинатальной заболеваемости и смертности. В то время как проблема артериальной гипертензии в последние годы стала одной из наиболее актуальных в медицине и, в частности, в акушерстве, вопросы патогенеза, клинических проявлений, осложнений течения беременности и родов, возможного неблагоприятного влияния на плод, а также лечения АГ, привлекают значительно меньшее внимание клиницистов [6, с. 36-45].

Материалы и методы исследования

Было проведено клиническое обследование беременных и рожениц, проживающих в двух различных климатических районах Чон-Алайском Ошской области и г. Ош. Для сравнения результатов, исследуемых разделили на 4 группы: 1 группа — здоровые (20 женщин); 2 группа — с гипотонией (20 женщин); 3 группа — с гипотонией и анемией (20 женщин); 4 группа — с кровотечением (10 женщин проживающих в высокогорье, а также столько же женщин проживающих в городских условиях г. Ош). Определили различные степени гипоксии во время беременности и после родов по общепринятым методам.

Полученный фактический материал подвергли компьютерной обработке с помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel с расчетом критерия Стьюдента.

Результаты и обсуждение

Проведено клиническое обследование беременных и рожениц, проживающих в двух различных климатических районах Кыргызстана – в г. Ош и Алайском районе Ошской области. В возрасте от 25,5 до 28,7 лет.

Отмечались характерные жалобы у беременных женщин, проживающих в Алайском районе. Частота различных жалоб на самочувствие нарастала к концу беременности. В частности, со стороны мышечной системы отмечалась слабость, со стороны ЦНС – были характерные проблемы с памятью и критичностью мышления. Женщин беспокоило чувство тревоги за свое состояние и протекающую беременность, что мешало им вовремя засыпать, а также ночные кошмары. Отмечались симптомы метеоризма, плохого аппетита, чувство тяжести в области сердца и периодические боли в голове.

Обследуемые отмечали, что эти явления зависели также от изменения погоды, причем, наиболее выражено они проявлялись в утреннее время. Женщины нередко испытывали трудности при выполнении повседневной работы, в частности уход за животными, приготовление пищи, стирка белья. Причем снижение работоспособности они связывали не только со своим эмоциональным состоянием, но и тем, что отмечали болезненные проявления со стороны поясницы, мышц рук и ног, отечность суставов.

Учитывая, что постоянным местом их проживания — горная местность, по которой они ранее передвигались без проблем, то с развитием беременности они отмечали у себя периодические головокружения и ухудшения зрения. Это приводило к тому, что они старались меньше двигаться. При резком вставании с постели или со стула иногда возникали кратковременные обмороки, что пугало их самих и родственников.

При обследовании пациентов эти жалобы проявлялись объективными симптомами. Анализ показал, что в их основе лежит горная гипоксия, которая усиливалась на фоне физической нагрузки и, естественно, в связи с беременностью. Данная симптоматика отражает состояние тонуса вегетативной нервной системы, который проявляется чередованием симпатических и парасимпатических реакций. Отмечается повышение АД, тахикардия, колебание температуры тела и т.д.

При обследовании было выявлено, что жительницы Алая значительно чаще имели в анамнезе заболевания ЖКТ, в частности, в группе женщины с артериальной гипотонией — в 8,0% случаев, в группе гипотония в сочетании с анемией — в 13% и женщины с кровотечением во время родов — в 9,0% (Рисунок 1).

Эти же заболевания сохранялись и в зрелом возрасте, причем также более часто встречались, чем у жительниц г. Ош (Рисунок 2). Во время беременности в группе женщин, проживающих в Алае, с диагнозом артериальная гипотония были выставлены диагнозы заболевания ЖКТ в 13,0% случаев, с диагнозом артериальная гипотония в сочетании с анемией

— 20,0 и 28,0% соответственно, а в группе женщин с развившимся кровотечением во время родов этот показатель составил 28,0% и 15,0% (Рисунок 3).

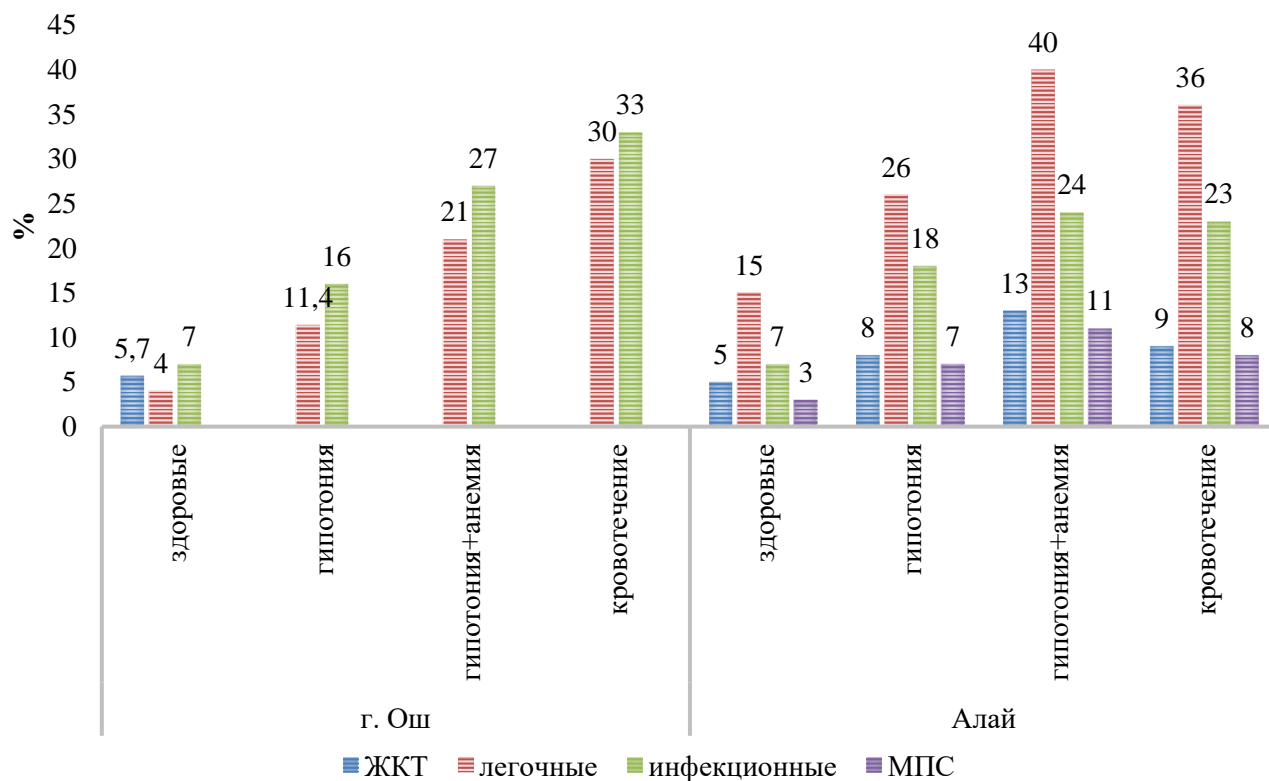


Рисунок 1. Показатели частоты различных назологий у обследованных женщин, перенесенных в детстве

Также у женщин с нарушениями сосудистого тонуса, проживающих в Алае значительно чаще, чем у женщин г. Ош в детстве отмечались легочные заболевания: с артериальной гипотонией — 26,0% случаев, против 14,4% — в г. Ош, при сочетанной патологии — артериальная гипотония и анемия — 40,0% против 21,0%. В зрелом возрасте легочные заболевания продолжали отмечаться реже (7,4%), в группе женщин с кровотечением — 20,0% и 15,0% соответственно (Рисунок 2).

При проспективном исследовании во время беременности у жительниц Алая легочные заболевания были подтверждены в группе здоровых женщин и с артериальной гипотонией, но в группах с артериальной гипотонией и в сочетании с анемией они были выше (11,2 и 17,0), а в группе с анемией ниже — 18,1% случаев. В то же время инфекционные заболевания встречались значительно реже.

Сравнение женщин, проживающих в г. Ош с жительницами Алая выявляет, что частота инфекционной патологии у здоровых лиц в детстве была одинаковой. Женщины с Алая в детстве перенесли инфекционные болезни примерно в такой же степени как и в г. Ош. Дополнительная патология, в виде анемии повысила число случаев перенесенных инфекционных болезней до 27,0% и 24,0% в г. Ош и Алае соответственно.

В зрелом возрасте инфекционные болезни у жительниц Алая были отмечены в история болезни достоверно ниже только в группе женщин с кровотечением (24,0% и 17,0%. Во время беременности отмечалось относительное увеличение частоты инфекционных заболеваний у горянок, в частности в группе здоровых — 28,0%. В группе с гипотонией — 11,0% против 4,0% в группе гипотония в сочетании с анемией — 19,0 против 8,0%.

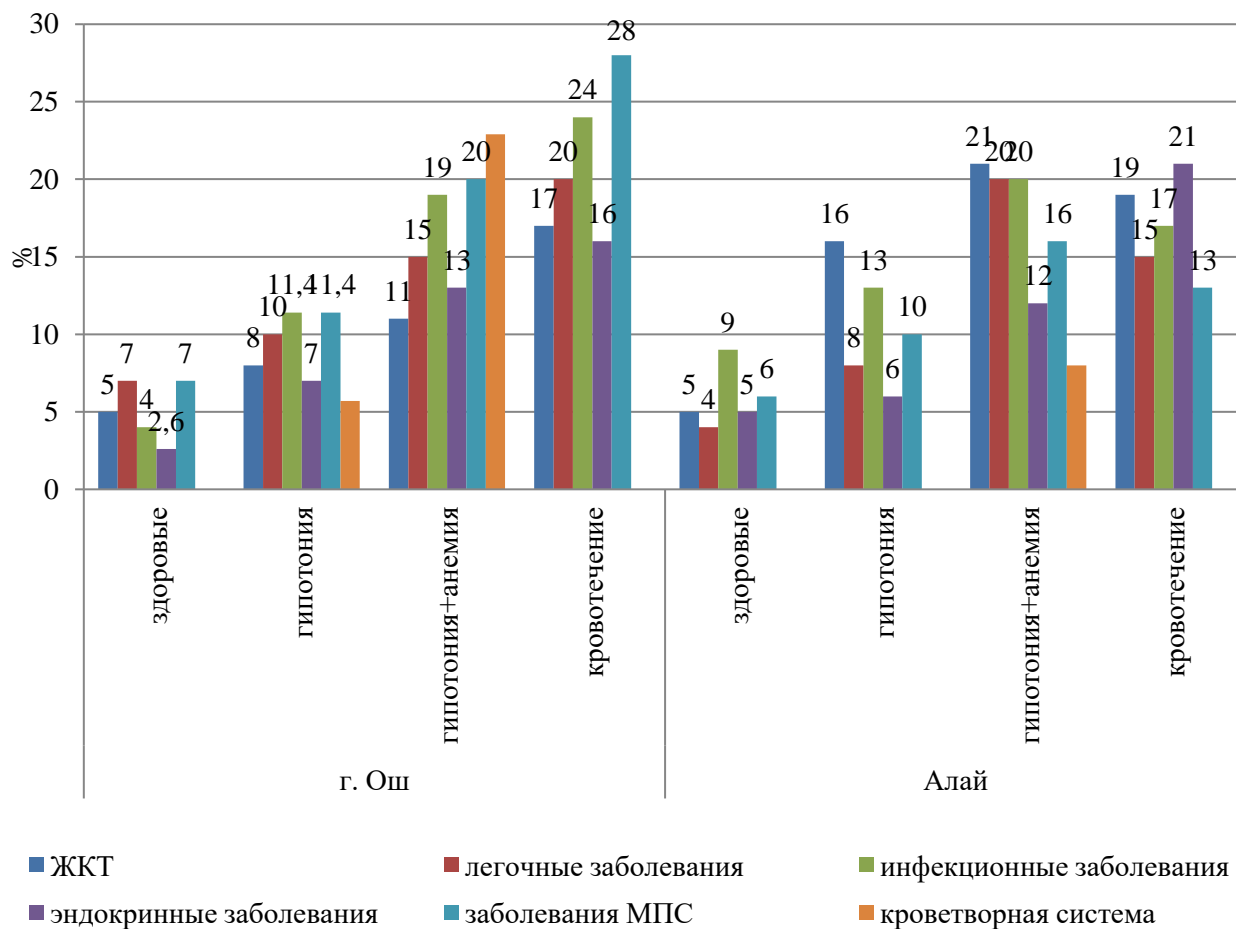


Рисунок 2. Перенесенные заболевания у обследованных женщин в репродуктивном возрасте

В то же время, по отношению к предыдущей группе эти показатели более низкие, т. е. беременность в какой-то степени, уменьшила частоту инфекционных болезней.

У здоровых женщин, проживающих в г. Ош патология эндокринной системы регистрировалась относительно редко (2,5%). Она проявлялась, в основном, заболеваниями щитовидной железы и отклонениями уровня гормонов репродуктивной системы. В то же время, у пациенток, страдающих низким артериальным давлением, заболевания эндокринной системы встречались в 2,5 раза чаще, дополнительное сочетание артериальной гипотонии и анемии увеличивало этот показатель в четыре раза. Постфактум можно отметить, что в тех случаях, когда у женщин во время родов фиксировалось кровотечение, данный показатель был выше в пять раз.

Практически, аналогичная динамика показателя наличия эндокринных заболеваний характерна и для женщин, проживающих в Алайском районе. Отличием является то, что женщины без гипотонии и с последующим кровотечением во время родов имели более высокие показатели. Наступление беременности изменило проявления эндокринной патологии.

Так, у женщин г. Ош с нормальным АД эндокринная патология выявлялась в 11,4% случаев, в других же группах имелась тенденция к уменьшению. Почти в два раза показатель увеличился в группе с низким АД, а в группе с послеродовым кровотечением был среди этих женщин меньше в два раза. Эти изменения показывают, что частота эндокринной патологии коррелирует с развитием гипотонического состояния. При этом, развитие беременности, при

которой значительно меняется состояние гормонов, накладывает свой отпечаток на проявления эндокринной патологии.

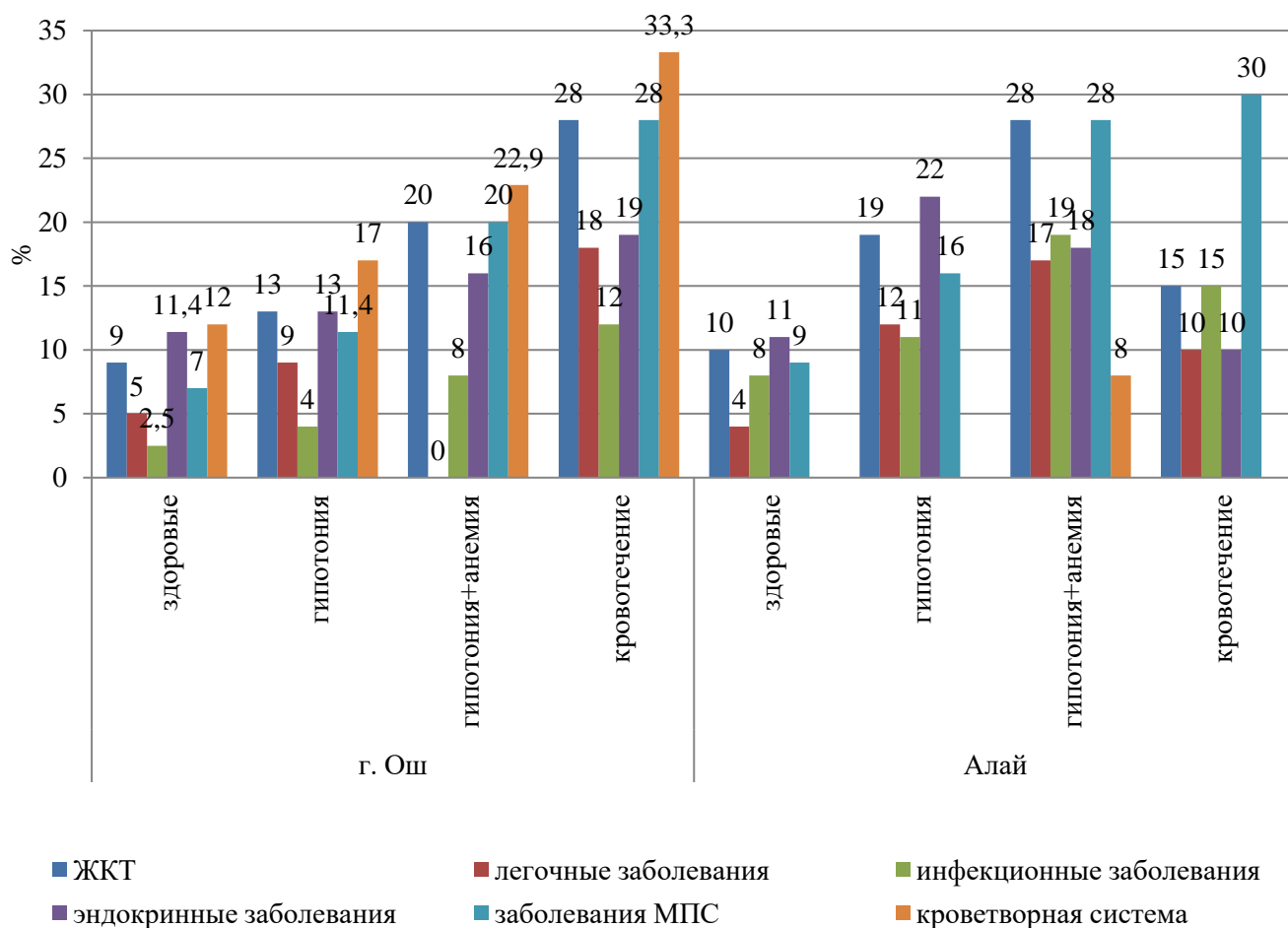


Рисунок 3. Показатели частоты болезней у обследованных женщин, установленных во время беременности

Обследованные женщины имели в анамнезе и патологию репродуктивной системы. При этом уровень заболевания репродуктивной системы был относительно высок у женщин г. Ош во всех группах — от 11,4% до 18,0% ($P>0,05$) и достоверно высоким — у женщин с послеродовым кровотечением (Рисунок 4).

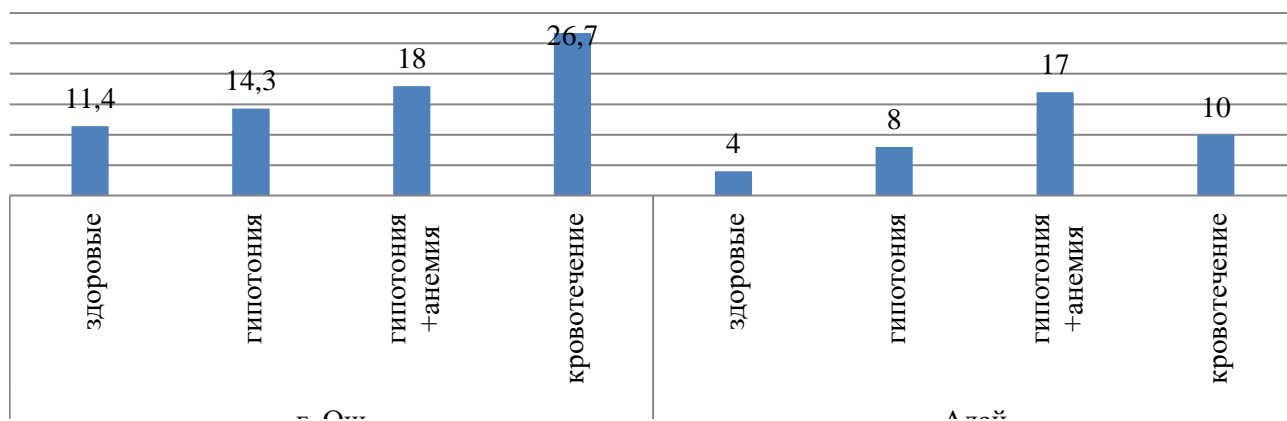


Рисунок 4. Заболевания репродуктивной системы у обследованных женщин, %

У женщин Алая репродуктивная патология отмечалась значительно реже, чем у пациенток г. Ош — в частности, в группах с нормальным АД и артериальной гипотонией. Наслоение анемии и развитие гестоза во время беременности значительно увеличила процент случаев репродуктивной патологии (Рисунок 5).

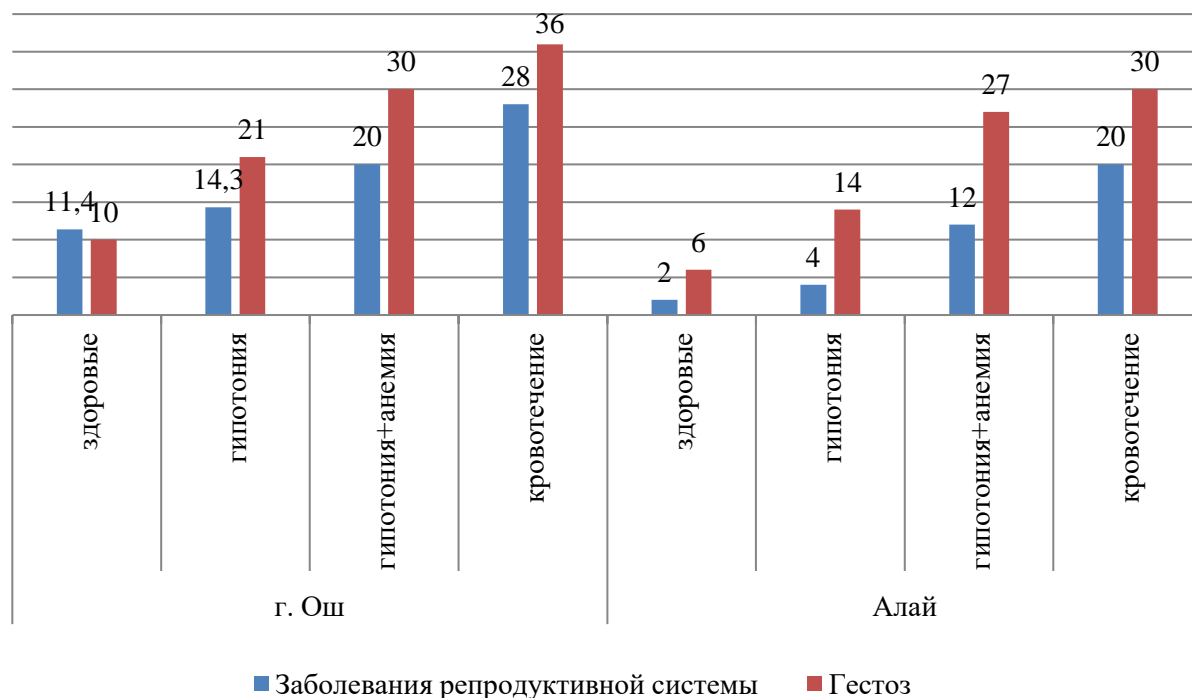


Рисунок 5. Заболевания репродуктивной системы, гестозы во время беременности у обследованных женщин

Заключение

Таким образом, эти женщины с различной нозологией, с учетом поставленной цели, были исключены из исследуемых. В итоге, дальнейшему исследованию подвергались лишь те беременные женщины, у которых было нормальное АД, женщины с низким АД, а также пациентки в сочетании с АГ и анемией и с кровотечением вовремя и после родов.

Список литературы:

1. Гармашева Н. Л., Константинова Н. Н. Введение в перинатальную медицину. М.: Медицина, 1978. 296 с.
2. Абдуллин К. Д. Сердечно-сосудистая патология в условиях высокогорья Киргизии: Автореф. ... канд. мед. наук. Фрунзе, 1965.
3. Барсуков А. В., Васильева И. А., Каримова А. М. Артериальная гипотензия: актуальные вопросы диагностики, профилактики и лечения. СПб: ЭЛБИ-СПб, 2012. 144 с.
4. Бергман А. С. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у беременных с гипотоническим синдромом // Физиология и патология беременности и детей. Рига, 1983. С. 30–32.
5. Бобоходжаев М. Х., Машковский В. Г. Здоровое сердце и высокогорье. Душанбе, 1975. 134 с.

6. Бунин А. Т., Клейн В. А., Маразин С. А. Особенности центральной гемодинамики и функциональное состояние фетоплацентарной системы у беременных с артериальной гипотонией // *Акушерство и гинекология*. 1988. №5. С. 50–53.

References:

1. Garmasheva, N. L., & Konstantinova, N. N. (1978). *Vvedenie v perinatal'nyu meditsinu*. Moscow. (in Russian).
2. Abdullin, K. D. (1965). *Serdechno-sosudistaya patologiya v usloviyakh vysokogor'ya Kirgizii: Avtoref. ... kand. med. nauk*. Frunze. (in Russian).
3. Barsukov, A. V., Vasil'eva, I. A., & Karimova, A. M. (2012). *Arterial'naya gipotenziya: aktual'nye voprosy diagnostiki, profilaktiki i lecheniya*. St. Petersburg. (in Russian).
4. Bergman, A. C. (1983). *Funktsional'noe sostoyanie serdechno-sosudistoi sistemy u beremennykh s gipotonicheskim sindromom*. In *Fiziologiya i patologiya beremennosti i detei*, Riga, 30–32. (in Russian).
5. Bobokhodzhaev, M. X., & Mashkovskii, V. G. (1975). *Zdorovoe serdtse i vysokogor'e*. Dushanbe. (in Russian).
6. Bunin, A. T., Klein, V. A., & Marazin, S. A. (1988). *Osobennosti tsentral'noi gemodinamiki i funktsional'noe sostoyanie fetoplatsentarnoi sistemy u beremennykh s arterial'noi gipotoniiei*. *Akusherstvo i ginekologiya*, (5), 50–53. (in Russian).

*Работа поступила
в редакцию 29.06.2022 г.*

*Принята к публикации
03.07.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Субанова А. И. Сопутствующие заболевания у беременных женщин, проживающих в условиях высокогорья на фоне артериальной гипотензии // *Бюллетень науки и практики*. 2022. Т. 8. №8. С. 172-179. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/22>

Cite as (APA):

Subanova, A. (2022). Concomitant Diseases in Pregnant Women Living in High Altitude Conditions on the Background of Arterial Hypotension. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 172-179. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/22>

УДК 796.071.2:[616-036.82:615.8]

https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/23

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД В ДИАГНОСТИКЕ И РЕАБИЛИТАЦИИ СПОРТСМЕНОВ

©Галкина Е. А., SPIN-код: 1212–2065, Саратовский государственный медицинский университет им. В. И. Разумовского, г. Саратов, Россия, katoreada@gmail.com

©Суворов С. А., ORCID: 0000-0003-1980-7771, SPIN-код: 4916-1279, д-р мед. наук, Саратовский государственный медицинский университет им. В. И. Разумовского, г. Саратов, Россия, suvorovsserega@yandex.ru

©Храмов В. В., ORCID: 0000-0002-1969-3578, SPIN-код: 3208-9897, д-р мед. наук, Саратовский государственный медицинский университет им. В. И. Разумовского, г. Саратов, Россия, fly12@rambler.ru

©Архипова Л. Ю., ORCID: 0000-0002-2134-1918, SPIN-код: 6949-4048, канд. мед. наук, Саратовский государственный медицинский университет им. В. И. Разумовского, г. Саратов, Россия, milarchstef@yandex.ru

©Толстоколов С. А., ORCID: 0000-0002-4447-9637, SPIN-код: 1951-6449, канд. мед. наук, Саратовский государственный медицинский университет им. В. И. Разумовского, г. Саратов, Россия, stol74_74@inbox.ru

INTEGRATED APPROACH IN DIAGNOSTICS AND REHABILITATION OF ATHLETES

©Galkina E., SPIN-code: 1212-2065, Saratov State Medical University named after V. I. Razumovsky, Saratov, Russia, katoreada@gmail.com

©Suvorov S., ORCID: 0000-0003-1980-7771, SPIN-code: 4916-1279, Dr. habil., Saratov State Medical University named after V. I. Razumovsky, Saratov, Russia, suvorovsserega@yandex.ru

©Khramov V., ORCID: 0000-0002-1969-3578, SPIN-code: 3208-9897, M.D., Saratov State Medical University named after V. I. Razumovsky, Saratov, Russia, fly12@rambler.ru

©Arkhipova L., ORCID: 0000-0002-2134-1918, SPIN-code: 6949-4048, M.D., Saratov State Medical University named after V. I. Razumovsky, Saratov, Russia, milarchstef@yandex.ru

©Tolstokorov S., ORCID: 0000-0002-4447-9637, SPIN-code: 1951-6449, M.D., Saratov State Medical University named after V. I. Razumovsky, Saratov, Russia, stol74_74@inbox.ru

Аннотация. Цель: анализ эффективности реабилитационных мероприятий в спорте высших достижений при комплексном подходе в условиях специализированных физиотерапевтических воздействий. Материал и методы: анализировались данные динамического состояния 75 спортсменов высокого класса, тренирующихся преимущественно на развитие качеств ловкости, быстроты и силы, в ходе реабилитационно-восстановительных мероприятий. Для контроля комплексного воздействия физических факторов наряду с функциональными методами исследования использовалась цифровая рейтинговая шкала боли (Numeric rating scale for pain — NRS). Результаты. В результате воздействия физических факторов отмечено значительное улучшение физического и психоэмоционального состояния пациентов. Спортсмены смогли вернуться к полноценным тренировкам. Заключение. Реабилитационное воздействие физических факторов под объективным контролем субъективных оценок индивидуальной болевой чувствительности позволяет эффективно контролировать функциональное состояние спортсменов.

Abstract. Objective: to analyze the effectiveness of rehabilitation of high-class athletes under the influence of a complex of physical factors. Material and methods: the data of the dynamic state

of 75 high-class athletes who train mainly for the development of the qualities of dexterity, speed and strength during rehabilitation and rehabilitation measures were analyzed. To control the complex impact of physical factors, along with functional research methods, a digital pain rating scale (NRS) was used. Results. After the influence of physical factors, a significant improvement in the physical and psycho-emotional state of patients was noted. The athletes were able to return to full-fledged training. Conclusion. The rehabilitation effect of physical factors under the objective control of subjective assessments of individual pain sensitivity makes it possible to effectively control the functional state of athletes.

Keywords: sport, physical rehabilitation, fatigue, pain after physical exertion.

Ключевые слова: спорт, физическая реабилитация, переутомление, боль после физической нагрузки.

Социальные аспекты медицинской реабилитации в спорте подразумевают комплекс мероприятий, направленных на восстановление физической, психологической и социальной составляющей здоровья спортсмена. Спорт, является сферой социально-культурной деятельности таким, как совокупность видов спорта, сложившаяся в форме соревнований и специальной практики подготовки человека к ним [3], направлен на спортивные достижения, граничащие с пределом человеческих возможностей. Среди патологических состояний спортсменов особое место занимают переутомление и перетренированность, как проявления спортивная болезни. В современном мире спорт высших достижений — это один из немногих видов деятельности, при котором функционирование почти всех систем организма может проявляться в зоне абсолютных физиологических и психологических пределах здорового человека [1].

В спортивной подготовке психоэмоциональные и физические нагрузки на спортсменов граничат с индивидуальными физиологическими возможностями человека. В связи с этим, спортсменам необходима своевременная реабилитация. Выявленной, в ходе исследования, проблемой для лиц, профессионально занимающихся спортом, является подбор индивидуального физиотерапевтического лечения. Физиотерапия обладает мощным реабилитационным потенциалом в спортивном направлении [2, 6]. Данное исследование доказывает, что физиотерапия на современном этапе развития способна заменить по эффективности препараты, которые невозможно применять по допинговым критериям, также способна избежать полипрагмазии, приблизить к нулю вероятность возникновения побочных эффектов от фармакологических средств [7, 8]. Цель: анализ эффективности реабилитационных мероприятий лиц, профессионально занимающихся спортом в комплексном подходе в условиях специализированного отделения.

Материал и методы: На базе реабилитационно-восстановительного подразделения ГУП СО «СК Кристалл» проведено исследование 75 спортсменов индивидуальных и групповых видов спорта, тренирующихся преимущественно на развитие качеств ловкости, быстроты и силы, в возрасте от 17 до 38 лет. Средняя продолжительность курса реабилитации составляла 10 дней в феврале-марте 2020 года. Под наблюдением находились спортсмены со следующими врачебными заключениями: спортивная болезнь (переутомление-перетренированность) Z73.0 (n=34), травматические поражения суставов конечностей T03 (n=12), синдром запястного канала G56.0 (n=4), дорсопатии M40-M43 (n=15), реабилитация после перенесенных острых

респираторных заболеваний J00-J06(n=10). Гендерное соотношение в выборке составляло 47 мужчин (62,6%) и 28 женщин (37,4%).

Программы физической реабилитации спортсменов формировались из следующих физиотерапевтических процедур: воздействие переменным магнитным полем, низкоинтенсивное лазерное освечивание (НИЛО), ультразвуковое воздействие (УЗТ), бальнеовоздействие (душ Шарко), аппаратное механическое воздействие (сухое горизонтальное вытяжение позвоночника, вибромассаж). В рамках применения индивидуализированных реабилитационных программ и согласно рекомендаций ряда ведущих специалистов [1] пациентам назначалось не более 3 видов воздействий ежедневно.

Для контроля комплексного воздействия физических факторов наряду с функциональными методами исследования использовалась цифровая рейтинговая шкала боли (Numeric rating scale for pain – NRS). Шкала представлена последовательным рядом чисел от 0 до 10. Предлагалось оценить интенсивность боли цифрами, где 0 - боль отсутствует, 5 - умеренная боль, 10 - очень сильная боль.

Статистическую обработку данных производили с использованием пакета прикладных программ Statistica 6.0 (Statsoft Inc, США). Применяли параметрические методы статистики (t-критерий Стьюдента — для независимых выборок, и коэффициент корреляции (r)). Статистическая достоверность различия определялась с помощью t-критерия Стьюдента. Коэффициент корреляции оценивался при помощи MS Excel.

Результаты

В течение 10 дней спортсмены находились в реабилитационно-восстановительном отделении, где проводились реабилитационные мероприятия и оценивалась их эффективность.

Все пациенты были разделены на 3 группы по 14 человек. 1 группа — реабилитация без использования тракционной терапии (без сухого вытяжения); 2 группа — реабилитация с тракционной терапией (с сухим вытяжением); 3 группа — реабилитация с чередованием сухого вытяжения и вибромассажа.

Испытуемые из 1 группы отмечали снижение уровня боли на 7 день терапии. Боль уменьшилась \approx 2 пункта шкалы NRS. Пациенты из 2 и 3 групп значительно раньше стали чувствовать улучшения. Испытуемые из 2 группы отмечали снижение болевых ощущений на 5-6 день терапии (\approx на 3 пункта шкалы NRS), а испытуемые из 3 группы на 3-4 день (болевые ощущение снизились \approx на 4 пункта шкалы NRS). Также пациенты из 3 группы испытывали позитивный эффект от лечения значительно больший промежуток времени (до 6 месяцев). Отмечали эмоциональный подъем и раньше возвращались к тренировкам

На Рисунке представлена динамика значений по цифровой рейтинговой шкале боли (NRS) в ходе реабилитационных мероприятий.

Установлены положительные сдвиги по эмоциональному восприятию боли спортсменами. В результате проведенных реабилитационных мероприятий спортсмены отметили позитивную динамику состояния здоровья. Восприятие по цифровой рейтинговой шкале боли (NRS) изменилось в лучшую сторону с $M_{ср}=4,66$ баллов до $M_{ср}=1,6$ баллов ($r=0,793$, t-критерий=9,352, при $p\leq 0,01$).

Всего за период реабилитации спортсменами было назначено и проведено 2250 процедур. Назначались следующие физические методы лечения и реабилитации: магнитотерапия — 650 назначений, лазертерапия — 260 назначения, водолечение (душ Шарко)

— 440 назначений, ультразвукового лечения (УЗТ) — 410 назначений, тракционная терапия — 320 назначений, вибромассаж — 170 назначений.

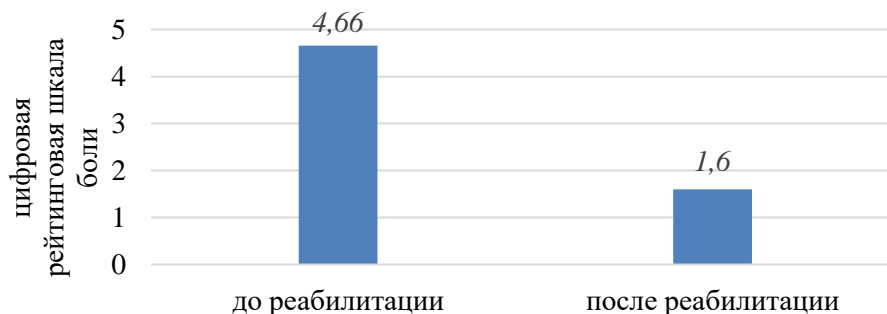


Рисунок. Показатели по цифровой рейтинговой шкалы боли (NRS) у спортсменов до реабилитации и после реабилитационных мероприятий (баллы)

Для пациентов были сформированы оптимальные схемы реабилитации в зависимости от диагнозов у спортсменов (Таблица).

Таблица
 РЕАЛИЗУЕМЫЕ СХЕМЫ РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ У СПОРТСМЕНОВ

Врачебное заключение	Схема лечения		
Дорсопатии М40-М43	Ультразвуковая терапия лабильная методика воздействия. Интенсивность ультразвука при воздействии варьирует от 0,05–0,1 до 1–1,2 Вт/см ²	Магнитотерапия Индукторы накладывали на зону повреждения и фиксировали эластичным бинтом. Доза от 10 до 20 мТл 10–15 мин.	Тракционная терапия (сухое вытяжение) интермиттирующие нагрузки с ослаблением заданного усилия на 25–50% в каждом цикле и изменяющейся (от 30–60 сек на максимуме до 1–2 мин на минимуме) экспозицией.
ОРЗ J00-J06	НИЛО, красного спектра 8 мВт/см ² , частота 80 Гц, со 2–4 дня, дистантно, по стабильной методике — 2 мин на каждую точку по индивидуально установленной схеме, ежедневно	Ультразвуковая терапия (УЗТ) лабильная методика воздействия, когда излучатель со скоростью 1–2 см/с передвигают по поверхности тела. Интенсивность ультразвука при воздействии варьирует от 0,05–0,1 до 1–1,2 Вт/см ²	Водолечение (душ Шарко) 2 атм (150–200 кПа), температура воды 36–34°C с постепенным снижением к концу курса до 30–28 °С

Врачебное заключение	Схема лечения		
Синдром запястного канала G56.0	<p><i>Ультразвуковая терапия (УЗТ)</i> лабильная методика воздействия, когда излучатель со скоростью 1–2 см/с передвигают по поверхности тела. Интенсивность ультразвука при воздействии варьирует от 0,05–0,1 до 1–1,2 Вт/см²</p>	<p><i>НИЛО, инфракрасного спектра</i> 12 мВт/см², частота 80 Гц, со 2–4 дня, дистантно, по стабильной методике — 2 мин на каждую точку по индивидуально установленной схеме, ежедневно.</p>	<p><i>Магнитотерапия</i> Индукторы накладывали на зону повреждения и фиксировали эластичным бинтом. Доза от 10 до 20 мТл 10–15 мин</p>
Травматические поражения суставов T03	<p><i>НИЛО, инфракрасного спектра</i> 12 мВт/см², частота 80 Гц, со 2–4 дня, дистантно, по стабильной методике – 2 мин на каждую точку по индивидуально установленной схеме, ежедневно</p>	<p><i>Ультразвуковая терапия (УЗТ)</i> лабильная методика воздействия, когда излучатель со скоростью 1–2 см/с передвигают по поверхности тела. Интенсивность ультразвука при воздействии варьирует от 0,05–0,1 до 1–1,2 Вт/см²</p>	<p><i>Магнитотерапия</i> Индукторы накладывали на зону повреждения и фиксировали эластичным бинтом. Доза от 10 до 20 мТл 10–15 мин</p>
Спортивная болезнь (перетренированность) Z73.0	<p><i>Водолечение (душ Шарко)</i> 2 атм, температура воды 36–34 °С с постепенным снижением к концу курса до 30–28 °С</p>	<p><i>Магнитотерапия</i> Индукторы накладывали на зону повреждения и фиксировали эластичным бинтом. Доза от 10 до 20 мТл 10–15 мин</p>	<p><i>Тракционная терапия (сухое вытяжение)</i> интермиттирующие нагрузки с ослаблением заданного усилия на 25–50% в каждом цикле и изменяющейся (от 30–60 сек на максимуме до 1–2 мин на минимуме) экспозицией. В сочетании с <i>Вибромассажем</i> использовались преимущественно приемы растирания и вибрации. Проводили ежедневно или через день</p>

В результате проведенных реабилитационных мероприятий 72 спортсмена отметили значительное улучшение состояния здоровья: улучшился сон, вернулось желание тренироваться, отсутствие раздражительности. Не имели жалоб на состояние здоровья, которые были в начале реабилитации. Физическое состояние улучшилось, исчезли болевые ощущения.. Спортсмены смогли вернуться к тренировкам. Психоэмоциональное состояние

спортсменов оценивалось по цифровой рейтинговой шкале боли (NRS) изменилось в лучшую сторону с $M_{ср}=4,66$ баллов до $M_{ср}=1,6$ баллов ($r=0,793$, t -критерий= $9,352$, при $p \leq 0,01$).

После проведенных реабилитационных мероприятий 2 спортсмена отметили незначительное улучшение состояния здоровья. Количество предъявляемых жалоб, на момент начала лечения, снизилось. Физическое состояние улучшилось. Выносливость повысилась. После проведенной реабилитации 1 спортсмен не отметил изменений состояния здоровья. Жалобы, предъявленные на момент лечения, сохранились. Физическое состояние не изменилось. Выносливость не повысилась. Стоит отметить, что данный пациент рекомендаций лечащего врача не соблюдал и нарушал режим реабилитации.

Обсуждение

Согласно данным В. А. Лебедева, Д. В. Ковлен, М. Д. Дидур, А. С. Каргашиной и др. [1] в ходе чрезмерной нагрузки на организм спортсменов, структурно дифференцируется в пяти синдромах: центральной нервной системе, сердечно-сосудистой системе, гепатобилиарной системе, иммунной системе, опорно-двигательном аппарате. В соответствии с этими изменениями [1] предлагается в индивидуальную программу восстановления спортсменов включать комплексный подход: фармакологические, психолого-педагогические и физиотерапевтические средства восстановления. В период нахождения спортсменов в реабилитационном центре нами учитывался данный подход.

Используя физиотерапевтические средства восстановления, мы ориентировались на схемы реабилитации, предложенные рядом авторов. [2, 5, 6, 11, 12].

Полученные нами результаты медицинской реабилитации спортсменов иперекликаются с уже известными данными [4], где изменение психоэмоционального статуса у спортсменов является один из признаков перетренированности. В свою очередь, отчетливо проявляются синергические эффекты при воздействии как на психологические, так и на физиологические сдвиги, в частности коррекция психосоматических нарушений у спортсменов приводит к улучшению функциональных показателей. Данные особенности психоэмоционального статуса спортсменов подтверждаются данными цифровой рейтинговой шкалы боли (NRS) до и после реабилитационных мероприятий.

Заключение

Индивидуализированный подход к медицинской реабилитации спортсменов с использованием объективных критериев болевой чувствительности при последующей реализации комплексного набора физических воздействий дает возможность оптимального функционального восстановления после полученной спортивной травмы. В связи с неуклонным ужесточением антидопинговых требований физическая реабилитация является, безусловно, перспективным способом повышения и сохранения высокого функционального состояния спортсменов.

Список литературы:

1. Азарова Н. О., Октябрьская Е. В., Синицкий А. А., Трегубов Д. В., Селедцов А. П., Медведев Д. С., Попечителей Е. П. Применение КВЧ-терапии для профилактики синдрома перетренированности у спортсменов // Медицинский алфавит. 2010. Т. 1. №4. С. 22–24.
2. Бадтиева В. А., Павлов В. И., Шарыкин А. С., Хохлова М. Н., Пачина А. В., Выборнов В. Д. Синдром перетренированности как функциональное расстройство сердечно-сосудистой

системы, обусловленное физическими нагрузками // Российский кардиологический журнал. 2018. Т. 23. №6. С. 180–190.

3. Выходец И. Т., Дидур М. Д., Каргашина А. С., Лобов А. Н. Клинические рекомендации по диагностике и лечению общего и частных синдромов перенапряжения центральной нервной системы, сердечно-сосудистой системы, опорнодвигательного аппарата, иммунной системы и переутомления у спортсменов высокой квалификации. Клинические рекомендации. М.: ФМБА России, 2018. 94 с.

4. Гаврилова Е. А. Современные представления о синдроме перетренированности // Спортивная медицина: наука и практика. 2013. №1. С. 77-78.

5. Литвиченко Е. М., Быков Е. В., Егоров М. В. Физиологические эффекты применения "Непрямого массажа" при реабилитации спортсменов // Человек. Спорт. Медицина. 2019. Т. 19. №4. С. 142-149.

6. Макарова Г. А., Локтев С. А., Порубайко Л. Н. Факторы риска возникновения синдрома перетренированности у спортсменов // Международный журнал экспериментального образования. 2014. №4–1, С. 170–172.

7. Платонов В. Н. Перетренированность в спорте // Теория и методика физической культуры. 2016. №1(44). С. 4–35.

8. Попков В. И., Вдовкин И. И. Спорт высших достижений: проблемы, задачи, особенности и личность спортсмена // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. 2018. Т. 3. №1. С. 117–121.

9. Соколова Н. Г. Физиотерапия. 2018. М.: Феникс, С. 121–126.

10. Ходарев С. В., Гавришев С. В., Молчановский В. В., Агасаров Л. Г. Теория и практика комплексного лечения больных вертеброневрологического профиля в условиях медицинского реабилитационного центра. Ростов-на-Дону, 2000. С. 110.

11. Пономаренко Г. Н. Частная физиотерапия. М.: Медицина, 2005. 744 с.

12. Пономаренко Г. Н., Улащик В. С., Зубовский Д. К. Спортивная физиотерапия. СПб., 2009. 318 с.

References:

1. Azarova, N. O., Otkjabr'skaja, E. V., Sinickij, A. A., Tregubov, D. V., Seledcov, A. P., Medvedev, D. S., & Popchitelev, E. P. (2010). Primenenie KVCh-terapii dlja profilaktiki sindroma peretrenirovannosti u sportsmenov. *Medicinskij alfavit*, 1(4), 22–24. (in Russian).

2. Badtieva, V. A., Pavlov, V. I., Sharykin, A. S., Hohlova, M. N., Pachina, A. V., Vybornov, V. D. (2018). Sindrom peretrenirovannosti kak funkcional'noe rasstrojstvo serdechno-sosudistoj sistemy, обусловленное физическими нагрузками. *Rossijskij kardiologicheskij zhurnal*, 23(6), 180–190. (in Russian).

3. Vyhodec, I. T., Didur, M. D., Kargashina, A. S., & Lobov, A. N. (2018). Klinicheskie rekomendacii po diagnostike i lecheniju obshhego i chastnyh sindromov perenaprjazhenija central'noj nervnoj sistemy, serdechno-sosudistoj sistemy, opornodvigatel'nogo apparata, immunnoj sistemy i pereutomlenija u sportsmenov vysokoj kvalifikacii. *Klinicheskie rekomendacii*. Moscow. (in Russian).

4. Gavrilova, E. A. (2013). Sovremennye predstavlenija o sindrome peretrenirovannosti. *Sportivnaja medicina: nauka i praktika*, (1), 77-78. (in Russian).

5. Litvichenko, E. M., Bykov, E. V., & Egorov, M. V. (2019). Fiziologicheskie jeffekty primeneniija "Nepriamo massazha" pri reabilitacii sportsmenov. *Chelovek. Sport. Medicina*, 19(4), 142–149. (in Russian).

6. Makarova, G. A., Loktev, S. A., & Porubajko, L. N. (2014). Faktory riska vozniknovenija sindroma peretrenirovannosti u sportsmenov. *Mezhdunarodnyj zhurnal jeksperimental'nogo obrazovanija*, (4–1), 170–172. (in Russian).

7. Platonov, V. N. (2016). Peretrenirovannost' v sporte. *Teorija i metodika fizicheskoj kul'tury*, (1(44)), 4–35. (in Russian).

8. Popkov, V. I., & Vdovkin, I. I. (2018). Sport vysshih dostizhenij: problemy, zadachi, osobennosti i lichnost' sportsmena. *Fizicheskaja kul'tura. Sport. Turizm. Dvigatel'naja rekreacija*, 3(1), 117–121. (in Russian).

9. Sokolova, N. G. (2018). Fizioterapija. Moscow, 121–126. (in Russian).

10. Hodarev, S. V., Gavrishev, S. V., Molchanovskij, V. V., & Agasarov, L. G. (2000). Teorija i praktika kompleksnogo lechenija bol'nyh vertebrovevologicheskogo profilja v uslovijah medicinskogo reabilitacionnogo centra. Rostov-na-Donu. (in Russian).

11. Ponomarenko, G. N. (2005). Chastnaja fizioterapija. Moscow. (in Russian).

12. Ponomarenko, G. N., Ulashhik, V. S., & Zubovskij, D. K. (2009). Sportivanaja fizioterapija. St. Petersburg. (in Russian).

*Работа поступила
в редакцию 01.07.2022 г.*

*Принята к публикации
05.07.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Галкина Е. А., Суворов С. А., Храмов В. В., Архипова Л. Ю., Толстокоров С. А. Комплексный подход в диагностике и реабилитации спортсменов // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 180-187. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/23>

Cite as (APA):

Galkina, E., Suvorov, S., Khramov, V., Arkhipova, L., & Tolstokorov, S. (2022). Integrated Approach in Diagnostics and Rehabilitation of Athletes. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 180-187. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/23>

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АНТИОКСИДАНТОВ И ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЦИТОКИНОВ У БОЛЬНЫХ С КАЛЬКУЛЕЗНЫМ ХОЛЕЦИСТИТОМ

©*Молдоев М. И.*, ORCID: 0000-0002-5515-3333, Ошский государственный университет,
г. Ош, Кыргызстан, mmi01@mail.ru

©*Калматов Р. К.*, ORCID: 0000-0002-0175-0343, д-р мед. наук,
Ошский государственный университет, г. Ош, Кыргызстан, rkmkmc@rambler.ru

©*Азамат уулу Ч.*, Центр общеврачебной практики, г. Кара-Суу, Кыргызстан

©*Абдуллаева Ж. Д.*, ORCID: 0000-0001-5777-4478, SPIN-код:1815-7416, канд. хим. наук,
Ошский государственный университет, г. Ош, Кыргызстан, jypar.science@oshsu.kg

ANTIOXIDANT AND ANTI-INFLAMMATORY CYTOKINE INDICATORS CHANGE IN PATIENTS WITH CALCULOUS CHOLECYSTITIS

©*Moldoev M.*, ORCID: 0000-0002-5515-3333, Osh State University,
Osh, Kyrgyzstan, mmi01@mail.ru

©*Kalmatov R.*, ORCID: 0000-0002-0175-0343, Dr. habil., Osh State University,
Osh, Kyrgyzstan, rkmkmc@rambler.ru

©*Azamat uulu Ch.*, Center for Public Practice, Kara-Suu, Kyrgyzstan,

©*Abdullaeva Zh.*, ORCID: 0000-0001-5777-4478, SPIN-code: 1815-7416, Ph.D.,
Osh State University, Osh, Kyrgyzstan, jypar.science@oshsu.kg

Аннотация. В течение последних нескольких лет широко изучаются цитокиновые и антиоксидантные показатели при различных заболеваниях желудочно-кишечного тракта, однако особенности цитокинового профиля у больных с холециститом и гастритом изучены недостаточно. В связи с чем закономерным и важным является изучение изменения показателей антиоксидантов и противовоспалительных цитокинов у больных с калькулезным холециститом. Цель исследования: определить взаимосвязь изменений в антиоксидантном статусе при заболеваниях желудочно-кишечного тракта. Материалы и методы исследования: в нашем исследовании представлены результаты анализа оценки уровня противовоспалительных цитокинов и антиоксидантов в зависимости от формы холецистита в первые сутки после операции. Результаты исследования: на основании того, что при тяжелых заболеваниях происходит изменение уровня ферментативных показателей в желчи нами были получены и проанализированы лабораторные данные о содержании антиоксидантного статуса у пациентов. Выводы: сравнительный анализ содержания антиоксидантов и цитокинов показал изменения в количестве супероксид дисмутазы и интерлейкин 1 остальные показатели были в норме.

Abstract. In recent years, cytokine and antioxidant parameters have been widely studied in various diseases of the gastrointestinal tract, however, features of cytokine profile in patients with cholecystitis and gastritis have not been studied enough. In this regard, it is appropriate and important to study changes in the parameters of antioxidants and anti-inflammatory cytokines in patients with calculous cholecystitis. Research purpose: to determine the relationship between changes in the antioxidant status in gastrointestinal tract diseases. Research materials and methods: our study presents the results of an analysis of the assessment of the level of anti-inflammatory cytokines and

antioxidants depending on the form of cholecystitis on the first day after surgery. Research results: based on the fact that in severe diseases there is a change in the level of enzymatic parameters in bile, we obtained and analyzed laboratory data on the content of the antioxidant status in patients. Conclusions: a comparative analysis of antioxidants and cytokines content showed changes in amount of superoxide dismutase and interleukin 1, the rest of indicators were normal.

Ключевые слова: антиоксиданты, трофологический статус, клиническое наблюдение, противовоспалительные цитокины, калькулезный холецистит.

Keywords: antioxidants, trophological status, clinical observation, anti-inflammatory cytokines, calculous cholecystitis.

Введение

Цитокины определяют особенности формирования иммунитета в организме и характеризуются многочисленными растворимыми медиаторами. Структура состоит из низкомолекулярных гликопротеинов, секретируемых преимущественно активированными клетками иммунной системы, осуществляя в организме многочисленные функции, способствующие распознаванию антигенов, повышают экспрессию молекул главного комплекса гистосовместимости и молекул, участвующих в адгезии, вызывают активацию, пролиферацию и дифференцировку клеток иммунной системы, способствуют формированию клеток-эффекторов [1].

Кишечник представляет собой важнейший компонент в иммунной системе благодаря содержанию наибольшего количества иммунных клеток. Бюльшинство тканей в организме (более 70% клеток иммунной системы находятся в желудочно-кишечном тракте и отражают здоровье. Иммунные клетки особенно чувствительны к окислительному стрессу и химическим реакциям, которые происходят в кишечнике [2]. Когда внутриклеточные концентрации кислорода превышают физиологические значения, это приводит к окислительному стрессу, инициированию окислительного повреждения и воспалительной реакции в кишечнике и, в конечном итоге, к диарее. Иммунные клетки также могут повышать иммунологическую функцию, регулируя провоспалительные эффекторныe клетки для снижения секреции провоспалительных цитокинов, таких как интерлейкин-2 (ИЛ-2) и интерлейкин-6 (ИЛ-6), и ингибируя провоспалительные пути, такие как сигнальный путь рецептора 4 (TLR4) [3,4].

Цитокины ИЛ-1, ИЛ-6, ИЛ-8, ИЛ-10 и ФНО- α играют важную роль в регуляции иммунной системы при различных воспалительных заболеваниях, травмах и патологии костей, включающих остеопороз, ревматоидный артрит и остеоартрит [5].

Основные виды цитокинов: 1) хемокины: отвечают за направленное передвижение лейкоцитов из крови в ткани к местам инфицирования; 2) интерфероны: защищают клетки организма от вирусов и бактерий, усиливают иммунный ответ, обладают противоопухолевой активностью; интерлейкины: стимулируют работу иммунитета, поддерживают связь между иммунной и другими системами организма; 3) колониестимулирующие факторы: активируют рост клеток крови; 4) фактор некроза опухоли: имеет выраженное противоопухолевое и противовоспалительное действие; 5) трансформирующий фактор роста: стимулирует рост и развитие иммунных клеток (<https://goo.su/XSXBtr>).

Лапароскопическая холецистэктомия существенно улучшает результаты лечение острого холецистита [6]. Хронический калькулезный холецистит определяется как

полиэтиологическое патологическое хроническое состояние, в котором желчный пузырь воспаляется с образованием конкрементов [7].

Ожирение увеличивает вероятность образования камней в желчном пузыре, особенно у женщин, из-за увеличения секреции холестерина с желчью. С другой стороны, пациенты с резкой потерей веса или голоданием имеют более высокий риск образования камней в желчном пузыре вследствие застоя желчи. Кроме того, существует также гормональная связь с камнями в желчном пузыре. Было показано, что эстроген приводит к увеличению уровня холестерина в желчи, а также к снижению сократительной способности желчного пузыря [8].

Продемонстрирована необходимость в совершенствовании диагностических подходов в лечении пациентов с заболеваниями желчного пузыря и желудка с различным трофологическим статусом [9] с учетом современных представлений о молекулярно-клеточных основах патогенеза патологии желудочно-кишечного тракта [10]. Прогрессирование окислительных изменений в клетках кишечной стенки снижает уровень содержания макроэргических фосфатов с переориентацией синтеза энергии на пентозофосфатный цикл и патологически увеличивается содержание промежуточных продуктов тканевого метаболизма пуринов включая молочную и пировиноградную кислот и лактата [11].

Материал и методы исследования

Анализ лабораторных данных INVITRO больных с болезнью желудочно-кишечного тракта и патологией желудка на содержание антиоксидантов и цитокинов. Методы исследования включают биохимические, цитологические, гормональные, ферментативные и клинические исследования. Изучены данные пациентов с болезнью желудочно-кишечного тракта и патологией желудка в Ошской Медицинской Областной Клинической Больнице и в медицинской клинике Ошского государственного университета, КТБ с 2018 по 2022 годы, включительно с 2022 года пациенты Центра Общеврачебной Практики города Кара-Суу.

Результаты и обсуждение

Повышение уровня противовоспалительных цитокинов при калькулезном холецистите свидетельствует о воспалительном процессе и повышении уровня факторов некроза опухолей ФНО- α и интерлейкина ИЛ-6. У больных 1-й группы на фоне повышенного уровня как противовоспалительных цитокинов ФНО- α , ИЛ-6 и противовоспалительного цитокина ИЛ-4, концентрация ИЛ-10 была меньше, чем в норме. Уменьшение содержания противовоспалительного цитокина ИЛ-10 у больных 1-й группы может быть связано с угнетением противовоспалительной защиты вследствие истощения гуморального звена иммунитета [12].

В зависимости от выраженности поражения стенки желчного пузыря и воспаления желудка изменения лабораторных показателей происходило в основном в ферментах, супероксиддисмутазы во всех случаях острого холецистита уменьшилась, при хронической форме холецистита ее показатели были в пределах нормы.

Общий антиоксидантный статус, фактор некроза опухоли, витамины А и Е, варьируются в пределах нормы. показатели интерлейкина 1 бета во всех случаях были повышены. Содержание мелатонина было в нижних границах нормы. У всех обследованных больных тип телосложения был нормостеническим, упитанность или недостаточность питание не было, поэтому показатели регуляторных факторов трофологического статуса в крови – лептин, инсулин были в пределах нормы.

В отличие от хронического холецистита при остром калькулезном холецистите с симптомами гастрита в общих анализах крови пациентов наблюдалось небольшое повышение уровня лейкоцитов, в биохимических анализах был повышен уровень ферментов АЛТ, АСТ и тимоловая проба. Супероксиддисмутаза и интерлейкин 1-бета повышены.

В Таблице 1 и 2 приведены данные о показателях антиоксидантного и цитокинового статусов у больных с хроническим и острым холециститом.

Таблица 1

АНТИОКСИДАНТНЫЙ И ЦИТОКИНОВЫЙ СТАТУСЫ
 У БОЛЬНЫХ С ХРОНИЧЕСКИМ ХОЛЕЦИСТИТОМ

<i>Антиоксидантный статус</i>	<i>Результат</i>	<i>Единицы</i>	<i>Референсные значения</i>
Глутатионпероксидаза (эритроциты)	72.52	Ед/г Нб	50-100
Глутатионредуктаза (эритроциты)	5.7	Ед/г Нб	2.5-6.0
Супероксиддисмутаза (эритроциты)	1107	Ед/г Нб	1200-2000
Общий антиоксидантный статус (сыворотка)	1.93	ммоль/л	1.50-2.75
Лептин	8.1	нг/мл	1.1-27.6
Интерлейкин 1 бета	13.4	пг/мл	< 5.0
Инсулин	7.20	мкЕд/мл	2.7-10.4 натошак
Фактор некроза опухоли	7.4	пг/мл	< 8.1
Мелатонин	< 10	пг/мл	< 200
Витамин А (ретинол)	0.44	мкг/мл	0.30-0.80
Витамин Е (альфа-токоферол)	9.2	мкг/мл	5.0-18.0
Селен (сыворотка)	0.103	мкг/мл	0.07-0.12
Цинк (сыворотка)	1.13	мкг/мл	0.75-1.50
Марганец (сыворотка)	0.0019	мкг/мл	0.0015-0.0040

Таблица 2

АНТИОКСИДАНТНЫЙ И ЦИТОКИНОВЫЙ СТАТУСЫ
 У БОЛЬНЫХ С ОСТРЫМ ХОЛЕЦИСТИТОМ

<i>Антиоксидантный статус</i>	<i>Результат</i>	<i>Единицы</i>	<i>Референсные значения</i>
Глутатионпероксидаза (эритроциты)	80.65	Ед/г Нб	50-100
Глутатионредуктаза (эритроциты)	4.7	Ед/г Нб	2.5-6.0
Супероксиддисмутаза (эритроциты)	1210	Ед/г Нб	1200-2000
Общий антиоксидантный статус (сыворотка)	2.15	ммоль/л	1.50-2.75
Лептин	9.2	нг/мл	1.1-27.6
Интерлейкин 1 бета	12.2	пг/мл	< 5.0
Мелатонин	< 54	пг/мл	< 200
Витамин А (ретинол)	0.53	мкг/мл	0.30-0.80
Витамин Е (альфа-токоферол)	8.7	мкг/мл	5.0-18.0
Инсулин	8.04	мкЕд/мл	2.7-10.4 натошак
Фактор некроза опухоли	7.7	пг/мл	< 8.1
Селен (сыворотка)	0.098	мкг/мл	0.07-0.12
Цинк (сыворотка)	1.04	мкг/мл	0.75-1.50
Марганец (сыворотка)	0.0027	мкг/мл	0.0015-0.0040

Выводы

При калькулезном холестиците у больных возникает дисбаланс в содержании цитокинов и антиоксидантов, выраженность которых зависит от наличия инфекционного заражения крови, которое сопровождается прогрессированием эндогенной интоксикации и нарушениями функциональных показателей внутренних органов.

Список литературы:

1. Гаджиев Д. Н., Гусейналиев А. Г., Тагиев Э. Г., Тальшинская Л. Р., Гаджиев Н. Д. Оценка цитокинового профиля у больных с острым калькулезным холециститом // Вестник Санкт-Петербургского университета. Медицина. 2012. №3. С. 102-108.
2. Cheng Y., Yang C., Tan Z., He Z. Changes of intestinal oxidative stress, inflammation, and gene expression in neonatal diarrhoea kids // Frontiers in veterinary science. 2021. V. 8. P. 598691. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.598691>
3. Sies H., Degroot H. Role of reactive oxygen species in cell toxicity // Toxicol Lett. 1992. V. 64–65. P. 547–551. [https://doi.org/10.1016/0378-4274\(92\)90230-H](https://doi.org/10.1016/0378-4274(92)90230-H)
4. Akdis M. Healthy immune response to allergens: T regulatory cells and more // Curr Opin Immunol. 2006. V. 18. P. 738–44. <https://doi.org/10.1016/j.coi.2006.06.003>
5. Jie Z., Kwang Dong K., Xuanming Y., Sogyong A., Yangxin F., Hong T. Hyper innate responses in neonates lead to increased morbidity and mortality after infection // Proc Natl Acad Sci U S A. 2008. V.105.P. 7528–7533. <https://doi.org/10.1073/pnas.0800152105>
6. Токторов С. С., Осумбеков Б. З., Осумбеков Р. З., Абдуллаева Ж. Д. Анализ симультанных и изолированных лапароскопических операций при желчнокаменной болезни // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №7. С. 330-335. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/80/28>
7. Kany S., Vollrath J. T., Relja B. Cytokines in Inflammatory Disease // International journal of molecular sciences. 2019. V. 20. №23. P. 6008. <https://doi.org/10.3390/ijms20236008>
8. Стяжкина С. Н., Валинуров А. А., Королёв В. К. Холецистит. Современный взгляд на патологию как на важную социально-экономическую составляющую нашего социума // Здоровье и образование в XXI веке. 2016. №4. С. 50-52.
9. Боровский В. В. Роль эхографии в диагностике деструктивного холецистита // Вестник экстренной медицины. 2010. №4. С. 60-63.
10. Молдоев М. И. Особенности биохимических и провоспалительных показателей в патогенезе заболеваний желчного пузыря и желудка у пациентов с различным трофологическим статусом // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №5. С. 342-347. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/78/40>
11. Климович И. Н., Маскин С. С., Абрамов П. В. Патогенез синдрома кишечной недостаточности при кровотечениях из верхних отделов желудочно-кишечного тракта // Новости хирургии. 2017. №1. С. 71-77.
12. Jones M. W., Gnanapandithan K., Panneerselvam D. Chronic Cholecystitis // StatPearls Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. 2022.

References:

1. Gadzhiev, D. N., Guseinaliev, A. G., Tagiev, E. G., Talyshinskaya, L. R., & Gadzhiev, N. D. (2012). Otsenka tsitokinovogo profilya u bol'nykh s ostrym kal'kuleznym kholetsistitom. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Meditsina*, (3), 102-108. (in Russian).

2. Cheng, Y., Yang, C., Tan, Z., & He, Z. (2021). Changes of intestinal oxidative stress, inflammation, and gene expression in neonatal diarrhoea kids. *Frontiers in veterinary science*, 8, 598691. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.598691>
3. Sies, H., & De Groot, H. (1992). Role of reactive oxygen species in cell toxicity. *Toxicology letters*, 64, 547-551. [https://doi.org/10.1016/0378-4274\(92\)90230-H](https://doi.org/10.1016/0378-4274(92)90230-H)
4. Akdis, M. (2006). Healthy immune response to allergens: T regulatory cells and more. *Current opinion in immunology*, 18(6), 738-744. <https://doi.org/10.1016/j.coi.2006.06.003>
5. Zhao, J., Kim, K. D., Yang, X., Auh, S., Fu, Y. X., & Tang, H. (2008). Hyper innate responses in neonates lead to increased morbidity and mortality after infection. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(21), 7528-7533. <https://doi.org/10.1073/pnas.0800152105>
6. Toktorov, S., Osumbekov, B., Osumbekov, R., & Abdullaeva, Zh. (2022). Analysis of Simultaneous and Isolated Laparoscopic Surgery With Cholelithiasis. *Bulletin of Science and Practice*, 8(7), 330-335. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/80/28>
7. Kany, S., Vollrath, J. T., & Relja, B. (2019). Cytokines in inflammatory disease. *International journal of molecular sciences*, 20(23), 6008. <https://doi.org/10.3390/ijms20236008>
8. Styazhkina, S. N., Valinurov, A. A., & Korolev, V. K. (2016). Kholetsistit. Sovremennyi vzglyad na patologiyu kak na vazhnyuyu sotsial'no-ekonomicheskuyu sostavlyayushchuyu nashego sotsiума. *Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke*, (4), 50-52. (in Russian).
9. Borovskii, V. V. (2010). Rol' ekhografii v diagnostike destruktivnogo kholetsistita. *Vestnik ekstremnoi meditsiny*, (4), 60-63. (in Russian).
10. Moldoev, M. (2022). Peculiarities of Biochemical and Pro-Inflammatory Indicators in the Pathogenesis of Gallbladder and Stomach Diseases in Patients with Different Trophological Status. *Bulletin of Science and Practice*, 8(5), 342-347. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/78/40>
11. Klimovich, I. N., Maskin, S. S., & Abramov, P. V. (2017). Patogenez sindroma kischechnoi nedostatochnosti pri krovotecheniyakh iz verkhnikh otdelov zheludochno-kischechnogo trakta. *Novosti khirurgii*, (1), 71-77.
12. Jones, M. W., Gnanapandithan, K., Panneerselvam, D. (2022). Chronic Cholecystitis. In: StatPearls Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.

Работа поступила
в редакцию 24.06.2022 г.

Принята к публикации
30.06.2022 г.

Ссылка для цитирования:

Молдоев М. И., Калматов Р. К., Азамат уулу Ч., Абдуллаева Ж. Д. Изменение показателей антиоксидантов и противовоспалительных цитокинов у больных с калькулезным холециститом // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 188-193. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/24>

Cite as (APA):

Moldoev, M., Kalmatov, R., Azamat uulu, Ch., Abdullaeva, Zh. (2022). Antioxidant and Anti-inflammatory Cytokine Indicators Change in Patients With Calculous Cholecystitis. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 188-193. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/24>

UDC 621.31

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/25>

RESEARCH PROGRESS OF TYPE P COPPER (I) OXIDE IN THE FIELD OF LIGHT ENERGY UTILIZATION

©Ren Bingbing, Jiangsu University of Science and Technology,
Zhenjiang, China, 425442183@qq.com

©Mindrov K., Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia

ПРОГРЕСС В ИССЛЕДОВАНИЯХ ОКСИДА МЕДИ (I) ТИПА P В ОБЛАСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВЕТОВОЙ ЭНЕРГИИ

©Жэнь Бинбин, Цзянсуский университет науки и технологии, Чжэньцзян, Китай

©Миндров К. А., Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева, г. Саранск, Россия

Abstract. Copper (I) oxide Cu_2O , as a representative intrinsic P-type inorganic semiconductor material, has been widely used in the field of optical energy utilization, such as photovoltaic, photocatalysis, photodegradation and other fields, and has an extremely important position. For a long time, the literature on Cu_2O 's application technology in the field of light energy utilization is relatively scattered and independent, resulting in a certain degree of obstacles and difficulties to obtain relevant technical knowledge and have a deep understanding of its internal principles. According to the application of Cu_2O in the field of light energy utilization in recent years, it is mainly divided into three modules (photovoltaic, photocatalysis, photodegradation, photodegradation), and mainly summarizes the classification, principle and characteristics of Cu_2O application in the field of light energy and prospects the optimization method and development direction of the application in the field of Cu_2O light energy. This review aims to provide reference and guidance for the optical energy applications of Cu_2O and other related inorganic oxide semiconductors.

Аннотация. Оксид меди (I) Cu_2O , как типичный неорганический полупроводниковый материал P-типа, широко используется в области использования оптической энергии, такой как фотоэлектрика, фотокатализ, фотодеградация и другие области, и занимает чрезвычайно важное положение. Долгое время литература по технологии применения Cu_2O в области использования световой энергии была относительно разрозненной и независимой, что приводит к определенной степени препятствий и трудностей при получении соответствующих технических знаний и глубокого понимания его внутренних принципов. В соответствии с применением Cu_2O в области использования световой энергии в последние годы, он в основном разделен на три модуля (фотоэлектрический, фотокатализ, фотодеградация, фотодеградация) и в основном обобщает классификацию, принцип и характеристики применения Cu_2O в области световой энергии и перспективы метода оптимизации и направления развития применения в области световой энергии Cu_2O . Цель этого обзора — предоставить справочные материалы и рекомендации по применению Cu_2O и других родственных неорганических оксидных полупроводников в оптической энергии.

Keywords: cuprous oxide, inorganic oxide, light energy utilization, research progress.

Ключевые слова: оксид меди, неорганический оксид, использование световой энергии, ход исследований.

Cu₂O is a promising p-type semiconductor material, with a direct bandgap structure of 2.17eV, high electrical conductivity, high carrier mobility, non-toxic and rich content and other properties that make Cu₂O is widely used in various industries [1-6].

In the photovoltaic field, Cu₂O is mainly used as the hole transmission material and light absorption material in solar cells [7-12]. Due to the direct band-gap structure of Cu₂O, Cu₂O can effectively absorb in the visible light range of the solar spectrum. At the same time [13], compared with the side effects of dilution, transfer, transformation, oxidation and ozone treatment measures of traditional pollution treatment measures, nano copper oxide in photocatalysts that degrade organic pollutants has been attracting attention to in the field of photocatalysis industry due to its strong oxidation ability [14-18], high catalytic activity and good stability. Photodegradation refers to the phenomenon of pollutant decomposition caused by the action of light. These include photochemical degradation, polymer photodegradation, photodegradable plastics, and photodegradable photosensitive polymers. However, Cu₂O is mainly used in [19-23] photochemical degradation and polymer photodegradation.

As a traditional inorganic oxide semiconductor material proposed and applied as early as 1926 [24], although the previous literature has been introduced and summarized to a certain extent, but the content is relatively scattered and independent, and the explanation of the process and mechanism is relatively simple. This paper will systematically classify, summarize, and summarize the various kinds of Cu₂O in the field of light energy utilization, and advance the various technical schemes

Line analysis and summary, aiming to play an enlightening and synergistic role in the application of Cu₂O.

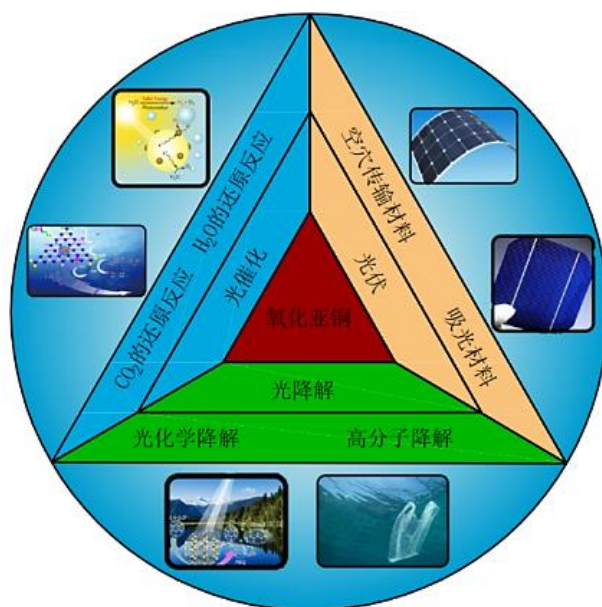


Figure 1. Application neighborhood of cuprous oxide

Solar photovoltaic effect, hereinafter referred to as photovoltaic (PV), refers to the phenomenon of potential difference between uneven semiconductor or semiconductor and metal combination during light. Photovoltaic technology has many advantages, such as no mechanical operating parts;

no other, except sunlight; fuel, working in both direct and oblique sunlight. Among them, nano-copper oxide has the advantages of rich raw materials, high theoretical conversion efficiency and direct energy band structure, which has become a relatively potential solar cell material in recent years [24-27].

Cu₂O, as a hole transmission material, can improve the open circuit voltage, short circuit current and photocurrent of solar cells, thus improving the efficiency and stability of solar cells by [8, 28]. In 2015, Hossain [29] used wxAMPS and SCAPS software to calculate key features of CH₃NH₃PbI₃-based solar cells. The results showed that solar cells containing Cu₂O as the HTM outperformed all other organic or inorganic HTM devices tested to date. The obtained power conversion efficiency exceeded 24%. Moreover, the use of Cu₂O is expected to provide moisture protection for perovskite, thus improving the performance of the device. These results suggest that, by replacing the expensive and water-sensitive spiro-OMETAD with Cu₂O, it promises to further improve the performance of perovskite cells and reduce their cost. In the same year, Yu [1] prepared perovskite layers with 11.0% PCE under AM1.5G nano-Cu₂O film (5 nm) HTM illumination.

In addition, the ultra-thin properties of Cu₂O films help reduce the material consumption and manufacturing costs of large-scale production of perovskite solar cells. The thickness and performance of the Cu₂O layer must be precisely adjusted to achieve optimal solar cell performance. In 2016, Nejdand [30] introduced inorganic sandwich perovskite solar cells, with a PCE value of 8.93%. The use of Cu₂O as the HTM on the pinhole and needle-free perovskite layers yields high values of power conversion efficiency, especially when the pinhole-free perovskite layers are used. According to photoluminescence studies, Cu₂O shows better hole pumping capacity (hole-extraction) compared to Spiro-OMeTAD, proving that it is a promising candidate for alternatives to expensive organic HTMs in perovskite solar cells.

Moreover, in 2017, Guo [31] et al. synthesized Cu₂O films through reactive magnetron sputtering at room temperature (Figure 2a). The maximum power conversion efficiency of the OSCs based on the classic PTB7: PC71BM active layer is 8.61% (Figure 2b), 15% higher than the OSCs (solar cell) in the standard PEDOT: PSS/HTM layer. Devices based on copper oxide HTM exhibit better energy level alignment, reduced series resistance, and therefore improved charge extraction capability. The results show that high mobility, low series resistance and better band energy alignment are related to improving the pumping capacity of the device, improving the performance of the short-circuit current density and filling factor in the Cu oxide solar cells.

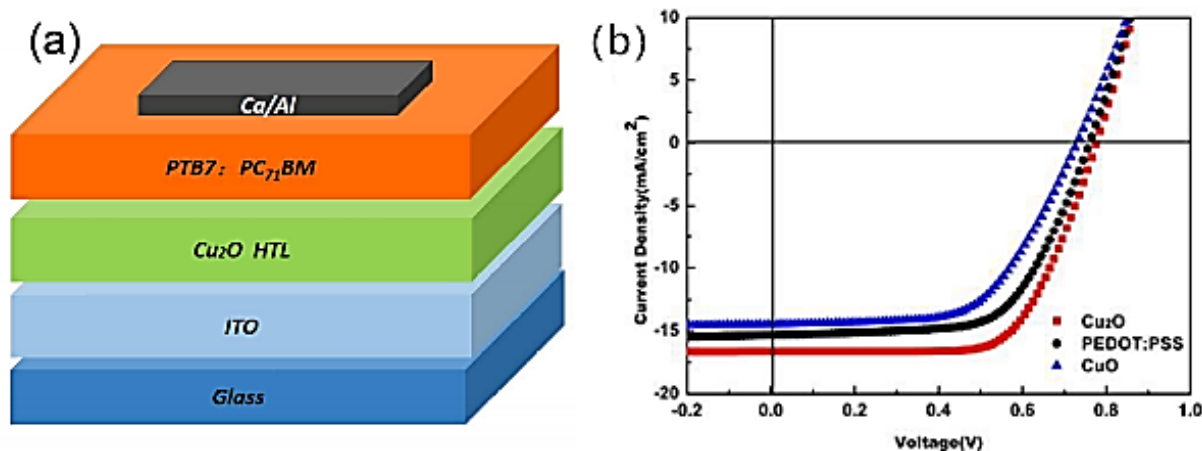


Figure 2. (a) Schematic diagram of planar body heterojunction solar cell. (b) OsCS power conversion efficiency diagram based on PTB7:PC71BM system [31]

Later, in 2019, Elseman [32] provided a p-type hole transport layer (HTL) for a regularly structured nano-Cu₂O (p-i-p) perovskite solar cell. This work is the first to use this treated Cu₂O nanocubic solution as a top layer in perovskite solar cells. He prepared (100) crystal surfaces of 60 to 80 nm without surfactant and template and found that Cu₂O nanocrystalline were not easy to reunite. The synergistic effect of different Cu₂O nanocubic concentrations on the photovoltaic performance was investigated, and the optimized Cu₂O-based PSC was 17.23% higher than the device PCE where P3HT is HTL. The Cu₂O nanocubes showed more stability at room temperature compared to P3HT. The results show that the Cu₂O nanocubes can be used to prepare highly efficient and stable PSCs, and they are a very promising hole transport layer.

Cu₂O began to be studied as a photoelectric conversion material in the 1970s. At present, many heterojunction solar cells combined with n-type semiconductors such as ZnO, CdO, and ITO have been reported, among which the theoretical conversion efficiency of Cu₂O/ZnO solar cells can reach 20% [33]. The conversion efficiency of Cu₂O/ZnO heterojunction solar cells is significantly improved by doping and interface control, but the current experimental data only show a conversion efficiency of about 2% [34]. Meanwhile, different thicknesses also affect the optical response properties of Cu₂O films. In 2012, Gershon [35] proposed a new approach to overcome the limitations of low long-wavelength absorption and short charge transport length in electrodeposited bilayer ZnO/Cu₂O solar cells. Here, the Gershon reduces the thickness of the Cu₂O to the transport length of about a few charge carriers, and covers a thin film of a semiconductor polymer between the Cu₂O and the top electrode. Experiments show that the ZnO/Cu₂O photoabsorption layer of 2.7 μm thickness shows the best light absorption at the Cu₂O thickness of 0.85 μm. We show that achieving the ratio of optical absorption to film thickness is a promising way to overcome the charge transport difference and low-wavelength absorption in copper oxide electrodeposited films.

In 2015, Soundaram [34] successfully prepared the ZnO/Cu₂O/ITO heterostructures deposited by SILAR. The study showed that the SILAR method improved Voc and reached 0.297 and 4.841, respectively. It is also demonstrated that the maximum transmittance of ZnO films is 80% as the Cu₂O film thickness increases. The solar cell efficiency of the Cu₂O/ZnO structure was measured and found to increase with the Cu₂O membrane thickness.

In the same year, Yu [36] used electrochemical deposition method to synthesize Cu₂O films with high electron and optical properties with different fluorine (F) content on ITO glass (Figure 3A), especially when the molar ratio of F/Cu was 1:2. The sample has a unique mesh microstructure, with the optimal visible light absorption performance (Figure 3C), and its electron concentration (Figure 3B) is more than 10 times that of pure Cu₂O. Moreover, it has the lowest resistivity (Figure 3D), which favors the light-generation charge transfer and a reduction of the electron-hole pair composite. F-doped Cu₂O films were prepared into Cu₂O homogeneous junction solar cells by continuous electrochemical deposition. The conversion efficiency of F-doped Cu₂O in homogeneous junction solar cells (Figure 3E) is nearly 8 times that of pure Cu₂O as the n-type layer. The application of F-doped Cu₂O to homogeneous junction solar cells will provide inspiration for the development of another cheap, environmentally friendly solar cell.

The photocatalytic technology using solar energy is a new technology and has a broad application prospect, which is very suitable for physical adsorption, chemical oxidation and other traditional methods that cannot degrade or degrade inefficient organic matter. Among them, Cu₂O is favored by [37, 38] in the field of photocatalysis. Usually, Cu₂O and other inorganic semiconductor electrons are coupled to make the photocatalytic material [39-41].

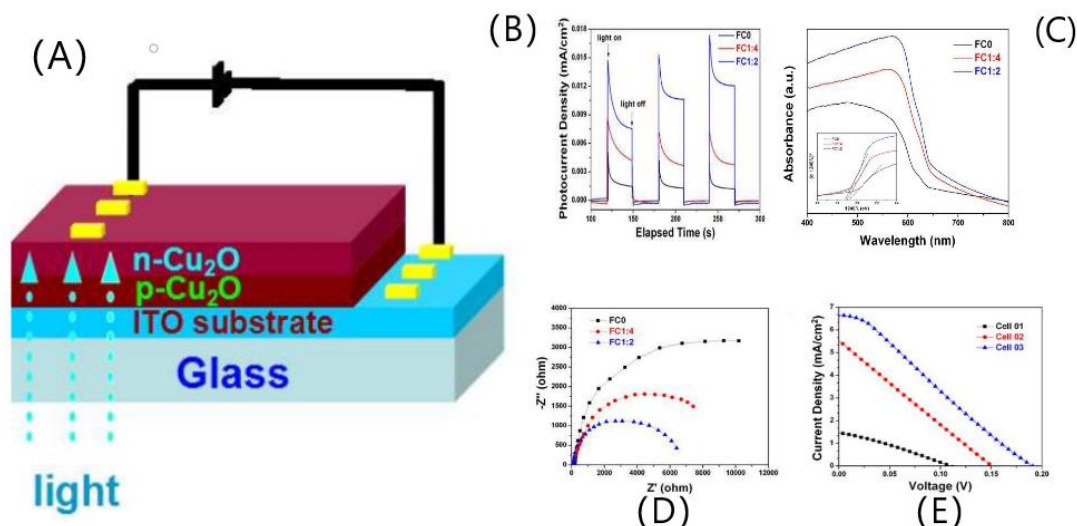


Figure 3 (A) Assembly schematic diagram of P-N Cu_2O homogeneous junction solar cell. (B) Photocurrent density of the sample doped with F Cu_2O under visible light irradiation and optical switching cycle. (C) UV-Vis diffuse reflectance spectra of Fe-doped Cu_2O samples with different molar ratios of Fe/Cu. (D) Electrochemical Impedance Spectrometry of F-doped Cu_2O electrode measured in Na_2SO_4 aqueous solution (0.02 M) under dark conditions. (E) I-V curves of three kinds of p-N Cu_2O homojunction solar cells under AM 1.5 illumination [36]

The release of CO_2 into the environment is one of the worst problems caused by the greenhouse effect. Photocatalytic reduction of CO_2 using solar energy is a promising approach to address the problem of greenhouse gases and to convert CO_2 into a reusable hydrocarbon resource [42, 43]. When two semiconductor electrons are coupled, their photocatalytic properties can greatly improve the [44-47]. In 2020, Ojha [48] used a solvent thermal reactor to form heterostructures between Cu_2O and $\text{SnS}_2/\text{SnO}_2$ nanocomposites, which generate CO , H_2 and CH_4 by H_2O -reducing CO_2 at room temperature. With the addition of Cu_2O , the apparent quantum yield for measuring the photoactivity was increased from 7.16% to 8.62%. Meanwhile, the selectivity of CH_4 for CO was about 1.8-fold higher than that for $\text{SnS}_2/\text{SnO}_2$. The resultant catalyst is capable of fixing N_2 to the NH_3 under light conditions. In the absence of the sacrificial agent, the NH_4^+ generation rate of $\text{Cu}_2\text{O}/\text{SnS}_2/\text{SnO}_2$ of $66.35 \text{ mol g}^{-1} \text{ h}^{-1}$ was 1.9 times that of SnS_2/SnO . The p-n heterojunction formed between the Cu_2O and the SnS_2/SnO nanocomposites has a good photoreduction potential and a high stability.

As early as 2014, Li [49] prepared cuprous oxide/red iron nanotubes ($\text{Cu}_2\text{O}/\text{Fe}_2\text{O}_3\text{NTs}$) by using the constant potential electrodeposition method. Among them, materials with a double-layer copper oxide sphere ($\text{Cu}_2\text{O}/\text{Fe}_2\text{O}_3\text{NTs-30}$) show excellent PEC performance, with a suitable band gap (1.96eV) and a minimum superpotential (180mV). In addition, $\text{Cu}_2\text{O}/\text{Fe}_2\text{O}_3\text{NTs-30}$ shows two synergies in CO_2 reduction by PEC: (i) between electrocatalysis and photocatalysis, and (ii) between cuproxide and $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{NTs}$. After 6 hours, the efficiency and methanol yield of the Faraday method reached 93% and $4.94 \text{ mmol L}^{-1} \text{ cm}^2$, respectively.

In 2018, to achieve 24-hour photocatalysis, Lu [50] successfully designed and built a Cu_2O nanocrystal/ TiO_2 microsphere (Cu_2O NCs/M- TiO_2) rotating disk reactor assisted by long afterglow phosphobodies, with the mechanism diagram shown in Figure 4. Experiments show that the composite expands the light response region and improves the quantum efficiency. It improves the light utilization yield of the photocatalytic system by keeping the catalyst hovering and avoiding the

solution shading effect. Finally, 24h photocatalysis was achieved with the help of long afterglow phosphores.

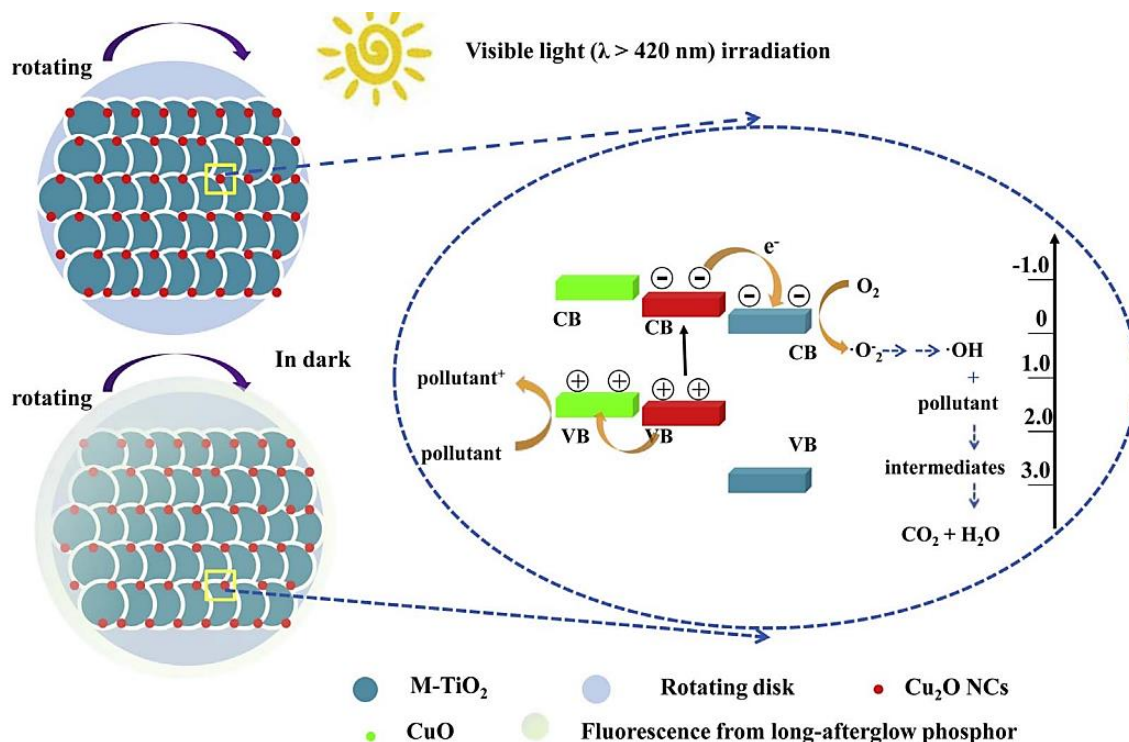


Figure 4. Degradation mechanism of pollutants in Cu₂O NCS /M-TiO₂ rotating disc reactor assisted by long-afterglow phosphor [50]

In addition, in 2018, Li [51] synthesized the Cu₂O/TiO₂ complex by rapid chemical reduction. Use as a thin-film electrode raw material for carbon dioxide photoreduction. The composite was then tested as a thin film electrode in the photoreduction of CO₂ in the cathode chamber in different fresh solutions (250mL) at different pH values of 2.0,7.0, and 12.0. CO₂ photoreduction and visible photoactivation of Cu₂O/TiO₂ composite showed excellent performance at pH of 12. The methanol yield was 1.635 mg/L after 4 h of CO₂ reduction, and CO₂ passed through formaldehyde intermediates. The surface properties of the Cu₂O/TiO₂ composite have good effects on the band coupling to obtain efficient photocatalytic properties.

Also in 2018, Kulandaivalu [52] synthesized blue, fluorescent carbon quantum dots (CQDs) through a simple top-down hydrothermal method, using biochar as the carbon source. The synthetic CQD is combined with the commercial copper (I) oxide (ferrous copper oxide) nanoparticles to form the CQD/Cu₂O nanocomposites. The CQD, Cu₂O, and CQD/Cu₂O nanocomposites were then applied for gas-phase photocatalytic CO₂ reduction. The experimental results showed that the photocatalytic activity of the CQDs/Cu₂O nanocomposite photocatalysts was increased by 54% when compared to the original Cu₂O.

Some advanced oxidation processes (AOP) are characterized by a special chemical feature: the ability to use the high reactivity of the OH free radicals in driving the oxidation processes. These free radicals are suitable for achieving complete emission reduction, including even mineralized [53-55] with less reactive contaminants. In 2005, Carrier [56] used a photocatalytic process to degrade imazapal, a herbicide of the imidazolinone family. It has been shown to rapidly and extensively photodegrade in aqueous solutions. The effect of dissolved metal ions on the photocatalytic

degradation rate of titanium dioxide powder is investigated. The results can be summarized as follows: For low concentrations of Cu^{2+} and Ni^{2+} , the rate constant decreases. At higher concentrations, the plateau was reached. Phototon reactions at higher concentrations reduced negative effects such as photodeposition of CuO and Cu_2O and recombination of h^+/e^- . In 2020, Omrani [3] demonstrated that for individual Cu_2O or CdS semiconductors, the coupling of Cu_2O and CdS nanoparticles (NPs) showed enhanced photocatalytic activity in the degradation of sulfamalahine (SSZ) in aqueous solution. Experiments show that the improved photocatalytic activity of the Cu_2O - CdS composite is associated with a better charge transfer between the charge carriers in the composite.

As early as 2013, Wang [57] deposited $\text{Cu}_2\text{O}/\text{TiO}_2$ p-n heterojunction photoelectrodes on n-type titanium dioxide nanotubes (Figure 5A.C.D). Loading of copper oxide nanoparticles enhanced the visible light response of titanium dioxide NTAs. The photocatalysts with a small amount of copper oxide nanoparticles loaded on Ti 2 nanotubes showed the maximum photoflow and photoconversion efficiency under both UV and visible light irradiation, as well as the highest visible photocatalytic degradation rate of RhB, and the degradation mechanism diagram is shown in Figure 5B. In particular, when the 0.5V bias potential is applied, the $\text{Cu}_2\text{O}/\text{TiO}_2$ NTA photoelectrode has a superior photocatalytic efficiency due to the synergistic effect of electrical and visible light irradiation, and thus it is one of the candidates for environmental applications of wastewater treatment and water light-induced splitting into hydrogen.

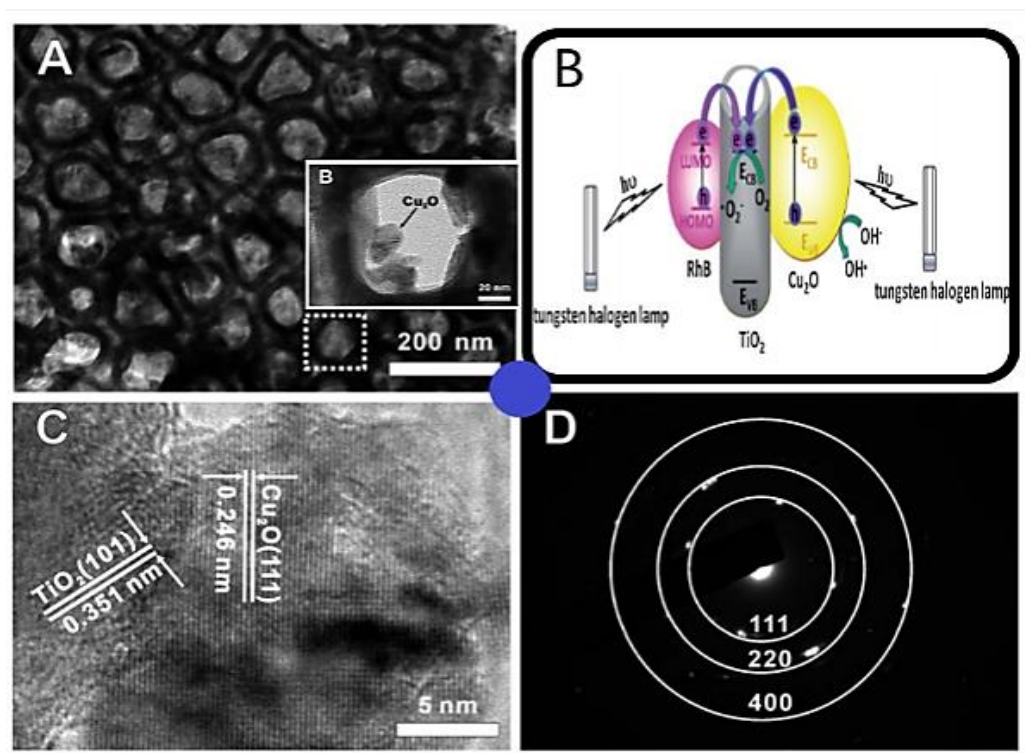


Figure 5. (A) Low magnification TEM image of $\text{Cu}_2\text{O}/\text{TiO}_2$ NTAS prepared by ultrasound-assisted S-CBD for 4 min (top view). (B) Schematic diagram of photocatalytic degradation of RHB by $\text{Cu}_2\text{O}/\text{TiO}_2$ NTAS under visible light (C) High-resolution TEM images of $\text{Cu}_2\text{O}/\text{TiO}_2$ NTAS. (D) Cu_2O is selected from the Region Electron Diffraction (SAED) mode of (C) nanoparticles [57]

Later, by 2020, Wang [58] prepared the $\text{Cu}_2\text{O}-\text{Pt}/\text{SiC}/\text{IrOx}$ composite by controlled photodeposition and used the Nafion membrane as an artificial photosynthetic system to separate

reduction and oxidation. To find out the optimal co-catalyst content, they tested the photocatalytic activity of the sample on the reaction of CO₂ with H₂O under visible light irradiation and found that HCOOH was the main product of all the photocatalysts. When IrO_x and Cu₂O were deposited simultaneously on the optimal Pt/SiC, the HCOOH yield was highest at an IrO_x content of ~ 2.2 wt% and a Cu₂O content of ~ 1.8 wt%, respectively. The deposition of a too-thick Cu₂O layer rather than that on the surface of the Pt was unfavorable at a Cu₂O content higher than 1.8 wt%. The HCOOH yield was almost 37 times more abundant than the naked SiC activity under the optimal Cu₂O-Pt/SiC/IrO_x conditions. This artificial system showed excellent photocatalytic performance in CO₂ reduction to HCOOH and the oxidation of H₂O to O₂ under visible light irradiation. The yields of HCOOH and O₂ essentially coincided with the stoichiometry, being as high as 896.7 and 440.7 μmol g⁻¹ h⁻¹, respectively. The high efficiency of CO₂ reduction and H₂O oxidation in the artificial system is attributed to the direct z-format electronic structure of the Cu₂O-Pt/SiC/IrO_x and the spatially separated indirect z-format reduction and oxidation units. This greatly extends the service life of photogenerated electrons and holes and prevents the reverse reaction of the products. This study provides an effective and feasible strategy to improve artificial photosynthetic efficiency.

In recent years, metal oxide semiconductors have received increasing attention as a catalyst for photocatalytic degradation of organic pollutants in water, which is conducive to solving environmental problems related to wastewater [59-62].

Photochemical degradation refers to the reaction of organic compounds into homologues with less carbon atoms under the action of light. In 2012, An [63] used a combination of catalysts (FeCu and Cu₂O) to degrade five commonly used drugs and personal care products (PPCPs). The current between Cu and Fe increases the dissolution rate of the anode iron as compared to the internal microcircuit of Fe/C. Moreover, due to the photochemical properties, Cu₂O can accelerate the degradation process of PPCPs under visible light irradiation.

Also in 2012, Zhu [64] successfully prepared the Cu₂O/AS composites by using a simple deposition method (Figure 6C). Acid-treated silica (AS) fibers are excellent carriers for Cu₂O particles (Figure 6A). AS improves the optical properties of Cu₂O and redshifts the band gap, thus improving the use of visible light, and thus effectively improving the photocatalytic activity of Cu₂O. The Cu₂O/AS composites showed excellent photo-catalytic properties in the degradation of red water (Figure 6B). The 87.0% red water can be photocatalyzed degraded by Cu₂O/AS 5h after irradiation, and most of the organic components of red water were degraded except 1,3,5-trinitrobenzene.

Cu₂O is a low-cost semiconductor with narrow band gap, high absorption coefficient and suitable conduction band, but it has low charge mobility, poor quantum yield and poor catalytic performance. However, in 2017, Zhang [65] greatly improved the catalytic capacity of Cu₂O for the degradation of fire-resistant pollutants with a simple and effective strategy. Using a synergistic effect of photocatalysis and Fenton, Scheme I propose a novel and highly efficient photocatalytic-driven Fenton system for the PFC. The Cu₂O/nano C mix was used and experimentally verified. The synergistic PFC is highly dependent on nanoscale C and facilitates the wastewater removal of rhodamine B and p-nitrophenol, two typical fire-resistant contaminants.

Antibiotics and heavy metals often coexist in the polluted environment, and the harm of compound pollution is greater than that of a single pollution. In 2019, Huang [66] synthesized a series of graphene-loaded p-n heterojunction rGO@Cu₂O/BiVO₄ composites, doped with different Cu₂O, for the simultaneous detoxification of Cr (VI) and antibiotics. In this study, a series of p-n heterojunction composite materials, rGO@Cu₂O/BiVO₄, was applied to the efficient reduction and SMZ oxidation of Cr (VI) under LED light. With the increase of the Cu₂O load, the photoabsorption performance of LED improves, and the appropriate band gap of the p-n heterojunction enables its

effective electron/hole separation, ensuring the photocatalytic activity of LED. This work provides a new method for the coexistence of Cr (VI) and antibiotic pollutants in wastewater treated by rGO@Cu₂O/BiVO₄ p-n heterojunction compound synthesis.

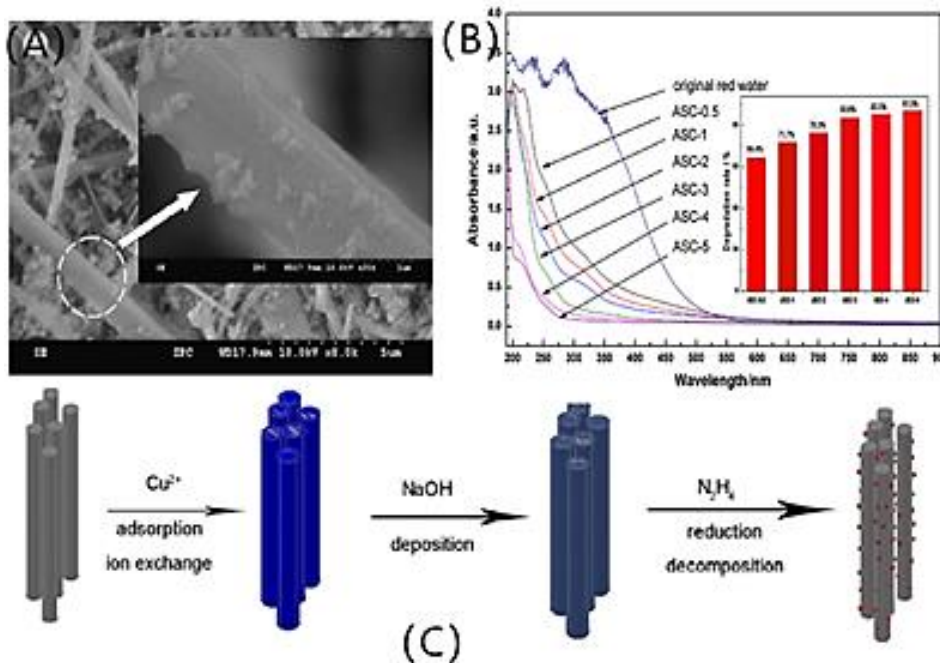
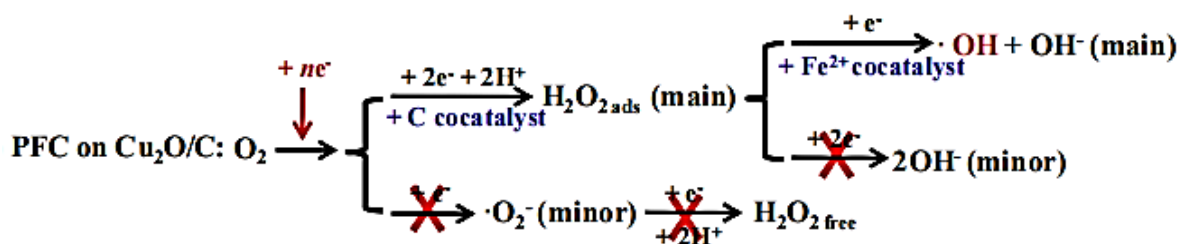


Figure 6. (A) SEM images of different Cu₂O/ As samples. (B) UV-Vis spectra of residual red water treated with different photocatalysts for 5 h. (C) Cu₂O/As preparation process schematic diagram [64]

The synergistic O₂ continuous reduction pathway of PFC by Cu₂O and Cu₂O/Nano-C complexes under visible light irradiation ($\lambda > 420$ nm)



Polymer photodegradation is one of the research advances in the field of light energy. With the deepening of the research in the field of light energy, polymer photodegradation has increasingly attracted the attention of researchers. In the process of applying this method, many problems have become highlighted, and the discussion on polymer photodegradation is becoming increasingly fierce.

Back in 2015, Falah [67] introduced the synthesis of spherical Cu₂O nanoparticles and a composite of P25 TiO₂ with aluminosilicate inorganic polymer (ground polymer), and XRD and FTIR confirmed that the addition of Cu₂O/TiO₂ nanoparticles had no effect on the formation of the polymer matrix. But experiments under dark conditions and under UV irradiation show that the composite removes the MB dye through a combination of adsorption and photodegradation without disrupting the structure of the polymer. The combination of nanometer Cu₂O particles and photoreactive P25

adsorption capacity of the Gg AAm AA polymer matrix, as well as the high visible photoactivity and photocatalytic properties of the Cu₂O nanoparticles. The recyclability studies show that Cu₂O/Gg AAm AA nanocomposites can be efficiently recycled and reused.

In 2019, Razmara [70] synthesized the [Cu₂(μ-ox)₂(pyz)₃]_n (Pyz = pyrazine + ox = oxalate) supramolecular coordination complex under ultrasound irradiation. Studies of the complex show that the complex has good thermal stability and is a weak ferromagnet. After characterization with various techniques, octahedral Cu₂O nanoparticles with edge lengths of 5-80 nm were produced by calcination at 600 °C. The adsorption capacity and photocatalytic activity of octahedral Cu₂O nanoparticles at room temperature were investigated. The final results indicate that octahedral Cu₂O nanoparticles play an important role in the degradation and adsorption of RB, with a maximum degradation efficiency of 91.7% and a maximum adsorption capacity of 83.3 mg/g at 40 min.

Also in 2019, Xu [71] prepared Cu₂O/ PLA composite nanofibers through surface modification induced by electron beam irradiation by using PLA fibers as a carrier for Cu₂O nanoparticles. Based on the FTIR spectroscopy, the binding of the Cu₂O nanoparticles and the PLA particles can be attributed to the strong hydrogen bonds between them, so that the Cu₂O nanoparticles can be uniformly dispersed on the PLA fragments to form a composite membrane. The obtained Cu₂O/PLA nanofibers showed excellent photocatalytic properties in the organic pollutants of soil and water systems (e. g., MO and bran ether). Antimicrobial tests show that the prepared composites can enhance the antimicrobial properties. This provides an idea to constructing bifunctional composites for effective degradation of organic pollutants in soil and water systems.

It has abundant raw materials, high theoretical conversion efficiency, high efficiency photoelectric catalytic performance, proper band gap of p-n heterojunction, strong oxidation capacity and good stability; both as nanomaterials to improve the performance of solar cells, and as composite materials to help decompose environmental pollutants. With the deepening of relevant research, more and more excellent properties of nano copper oxide will be explored and developed. It is believed that in the near future, these products will be widely used in real life, and they will play a decisive role in solving the problem of human living resources and living environment.

References:

1. Yu, W., Li, F., Wang, H., Alarousu, E., Chen, Y., Lin, B., ... & Wu, T. (2016). Ultrathin Cu₂O as an efficient inorganic hole transporting material for perovskite solar cells. *Nanoscale*, 8(11), 6173–6179. <https://doi.org/10.1039/C5NR07758C>
2. Gusain, R., Kumar, P., Sharma, O. P., Jain, S. L., & Khatri, O. P. (2016). Reduced graphene oxide–CuO nanocomposites for photocatalytic conversion of CO₂ into methanol under visible light irradiation. *Applied Catalysis B: Environmental*, 181, 352–362. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2015.08.012>
3. Omrani, N., & Nezamzadeh-Ejhih, A. (2020). Focus on scavengers' effects and GC-MASS analysis of photodegradation intermediates of sulfasalazine by Cu₂O/CdS nanocomposite. *Separation and Purification Technology*, 235, 116228. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2019.116228>
4. Izaki, M., Shinagawa, T., Mizuno, K. T., Ida, Y., Inaba, M., & Tasaka, A. (2007). Electrochemically constructed p-Cu₂O/n-ZnO heterojunction diode for photovoltaic device. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 40(11), 3326.
5. Ali, S., Lee, J., Kim, H., Hwang, Y., Razzaq, A., Jung, J. W., ... & In, S. I. (2020). Sustained, photocatalytic CO₂ reduction to CH₄ in a continuous flow reactor by earth-abundant materials: Reduced titania-Cu₂O Z-scheme heterostructures. *Applied Catalysis B: Environmental*, 279, 119344. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2020.119344>

6. Chen, J., Liu, X., Zhang, H., Liu, P., Li, G., An, T., & Zhao, H. (2016). Soft-template assisted synthesis of mesoporous CuO/Cu₂O composite hollow microspheres as efficient visible-light photocatalyst. *Materials Letters*, 182, 47-51. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2016.06.077>
7. Chen, S., Lin, L., Liu, J., Lv, P., Wu, X., Zheng, W., ... & Lai, F. (2015). An electrochemical constructed p-Cu₂O/n-ZnO heterojunction for solar cell. *Journal of Alloys and Compounds*, 644, 378-382. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2015.02.230>
8. Zuo, C., & Ding, L. (2015). Solution-processed Cu₂O and CuO as hole transport materials for efficient perovskite solar cells. *Small*, 11(41), 5528–5532. <https://doi.org/10.1002/sml.201501330>
9. Zhang, L., Sun, H., Xie, L., Lu, J., Zhang, L., Wu, S., ... & Liu, J. M. (2015). Inorganic solar cells based on electrospun ZnO nanofibrous networks and electrodeposited Cu₂O. *Nanoscale research letters*, 10(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s11671-015-1169-8>
10. Koo, H. S., Wang, D. T., Yu, Y. K., Ho, S. H., Jhang, J. Y., Chen, M., & Tai, M. F. (2012). Effect of Cu₂O Doping in TiO₂ Films on Device Performance of Dye-Sensitized Solar Cells. *Japanese Journal of Applied Physics*, 51(10S), 10NE18.
11. Miao, X., Wang, S., Sun, W., Zhu, Y., Du, C., Ma, R., & Wang, C. (2019). Effect of Cu₂O Content in Electrodeposited CuOx Film on Perovskite Solar Cells. *Nano*, 14(10), 1950126. <https://doi.org/10.1142/S1793292019501261>
12. Polat, Ö., Aytug, T., Lupini, A. R., Paranthaman, P. M., Ertugrul, M., Bogorin, D. F., ... & Christen, D. K. (2013). Nanostructured columnar heterostructures of TiO₂ and Cu₂O enabled by a thin-film self-assembly approach: Potential for photovoltaics. *Materials Research Bulletin*, 48(2), 352–356. <https://doi.org/10.1016/j.materresbull.2012.10.044>
13. Shang, Y., & Guo, L. (2015). Facet-Controlled Synthetic Strategy of Cu₂O-Based Crystals for Catalysis and Sensing. *Advanced Science*, 2(10), 1500140. <https://doi.org/10.1002/advs.201500140>
14. Zeng, Z., Yan, Y., Chen, J., Zan, P., Tian, Q., & Chen, P. (2019). Boosting the photocatalytic ability of Cu₂O nanowires for CO₂ conversion by MXene quantum dots. *Advanced Functional Materials*, 29(2), 1806500. <https://doi.org/10.1002/adfm.201806500>
15. Robatjazi, H., Zhao, H., Swearer, D. F., Hogan, N. J., Zhou, L., Alabastri, A., ... & Halas, N. J. (2017). Plasmon-induced selective carbon dioxide conversion on earth-abundant aluminum-cuprous oxide antenna-reactor nanoparticles. *Nature communications*, 8(1), 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-00055-z>
16. Wu, Y. A., McNulty, I., Liu, C., Lau, K. C., Liu, Q., Paulikas, A. P., ... & Rajh, T. (2019). Facet-dependent active sites of a single Cu₂O particle photocatalyst for CO₂ reduction to methanol. *Nature Energy*, 4(11), 957–968. <https://doi.org/10.1038/s41560-019-0490-3>
17. Blackburn, B., Hassan, I., Zhang, C., Blackman, C., Holt, K., & Carmalt, C. (2016). Aerosol assisted chemical vapour deposition synthesis of copper (I) oxide thin films for CO₂ reduction photocatalysis. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 16(9), 10112–10116. <https://doi.org/10.1166/jnn.2016.12843>
18. Miller, E. B., Zahran, E. M., Knecht, M. R., & Bachas, L. G. (2017). Metal oxide semiconductor nanomaterial for reductive debromination: Visible light degradation of polybrominated diphenyl ethers by Cu₂O@ Pd nanostructures. *Applied Catalysis B: Environmental*, 213, 147–154. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2017.05.020>
19. Kumar, A., Kumar, A., Sharma, G., Ala'a, H., Naushad, M., Ghfar, A. A., & Stadler, F. J. (2018). Quaternary magnetic BiOCl/g-C₃N₄/Cu₂O/Fe₃O₄ nano-junction for visible light and solar

powered degradation of sulfamethoxazole from aqueous environment. *Chemical Engineering Journal*, 334, 462–478. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2017.10.049>

20. Cui, W., An, W., Liu, L., Hu, J., & Liang, Y. (2014). Novel Cu₂O quantum dots coupled flower-like BiOBr for enhanced photocatalytic degradation of organic contaminant. *Journal of hazardous materials*, 280, 417–427. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2014.08.032>

21. Yu, X., Zhang, J., Zhang, J., Niu, J., Zhao, J., Wei, Y., & Yao, B. (2019). Photocatalytic degradation of ciprofloxacin using Zn-doped Cu₂O particles: analysis of degradation pathways and intermediates. *Chemical Engineering Journal*, 374, 316–327. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2019.05.177>

22. Cui, Y., Wang, C., Liu, G., Yang, H., Wu, S., & Wang, T. (2011). Fabrication and photocatalytic property of ZnO nanorod arrays on Cu₂O thin film. *Materials Letters*, 65(14), 2284–2286. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2011.04.041>

23. Chen, R., Lu, J., Wang, Z., Zhou, Q., & Zheng, M. (2018). Microwave synthesis of Cu/Cu₂O/SnO₂ composite with improved photocatalytic ability using SnCl₄ as a protector. *Journal of Materials Science*, 53(13), 9557–9566. <https://doi.org/10.1007/s10853-018-2261-0>

24. Grondahl, L. O. (1933). The copper-cuprous-oxide rectifier and photoelectric cell. *Reviews of Modern Physics*, 5(2), 141. <https://doi.org/10.1103/RevModPhys.5.141>

25. Omelchenko, S. T., Tolstova, Y., Atwater, H. A., & Lewis, N. S. (2017). Excitonic effects in emerging photovoltaic materials: A case study in Cu₂O. *ACS Energy Letters*, 2(2), 431–437.

26. Hu, P., Du, W., Wang, M., Wei, H., Ouyang, J., Qian, Z., & Tian, Y. (2020). Reduced bandgap and enhanced p-type electrical conduction in Ag-alloyed Cu₂O thin films. *Journal of Applied Physics*, 128(12), 125302. <https://doi.org/10.1063/5.0019408>

27. Izaki, M., Fukazawa, K., Sato, K., Khoo, P. L., Kobayashi, M., Takeuchi, A., & Uesugi, K. (2019). Defect structure and photovoltaic characteristics of internally stacked CuO/Cu₂O photoactive layer prepared by electrodeposition and heating. *ACS Applied Energy Materials*, 2(7), 4833–4840. <https://doi.org/10.1021/acs.aem.9b00514>

28. Zang, Z. (2018). Efficiency enhancement of ZnO/Cu₂O solar cells with well oriented and micrometer grain sized Cu₂O films. *Applied Physics Letters*, 112(4), 042106. <https://doi.org/10.1063/1.5017002>

29. Hossain, M. I., Alharbi, F. H., & Tabet, N. (2015). Copper oxide as inorganic hole transport material for lead halide perovskite based solar cells. *Solar Energy*, 120, 370–380. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2015.07.040>

30. Nejand, B. A., Ahmadi, V., Gharibzadeh, S., & Shahverdi, H. R. (2016). Cuprous oxide as a potential low-cost hole-transport material for stable perovskite solar cells. *ChemSusChem*, 9(3), 302–313. <https://doi.org/10.1002/cssc.201501273>

31. Guo, Y., Lei, H., Xiong, L., Li, B., Chen, Z., Wen, J., ... & Fang, G. (2017). Single phase, high hole mobility Cu₂O films as an efficient and robust hole transporting layer for organic solar cells. *Journal of Materials Chemistry A*, 5(22), 11055–11062. <https://doi.org/10.1039/C7TA01628J>

32. Elseman, A. M., Selim, M. S., Luo, L., Xu, C. Y., Wang, G., Jiang, Y., ... & Song, Q. L. (2019). Efficient and Stable Planar n-i-p Perovskite Solar Cells with Negligible Hysteresis through Solution-Processed Cu₂O Nanocubes as a Low-Cost Hole-Transport Material. *ChemSusChem*, 12(16), 3808–3816. <https://doi.org/10.1002/cssc.201901430>

33. Jeong, S. S., Mittiga, A., Salza, E., Masci, A., & Passerini, S. (2008). Electrodeposited ZnO/Cu₂O heterojunction solar cells. *Electrochimica Acta*, 53(5), 2226–2231. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2007.09.030>

34. Soundaram, N., Chandramohan, R., Valanarasu, S., Thomas, R., & Kathalingam, A. (2015). Studies on SILAR deposited Cu₂O and ZnO films for s https://doi.org/10.1007/s10854-015-3020-5 solar cell applications. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 26(7), 5030–5036. https://doi.org/10.1007/s10854-015-3020-5
35. Gershon, T., Musselman, K. P., Marin, A., Friend, R. H., & MacManus-Driscoll, J. L. (2012). Thin-film ZnO/Cu₂O solar cells incorporating an organic buffer layer. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 96, 148–154. https://doi.org/10.1016/j.solmat.2011.09.043
36. Yu, L., Xiong, L., & Yu, Y. (2015). Cu₂O homojunction solar cells: F-doped N-type thin film and highly improved efficiency. *The Journal of Physical Chemistry C*, 119(40), 22803–22811. https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.5b06736
37. Naz, G., Shamsuddin, M., Butt, F. K., Bajwa, S. Z., Khan, W. S., Irfan, M., & Irfan, M. (2019). Au/Cu₂O core/shell nanostructures with efficient photoresponses. *Chinese Journal of Physics*, 59, 307–316. https://doi.org/10.1016/j.cjph.2019.03.008
38. Chang, X., Wang, T., Zhang, P., Wei, Y., Zhao, J., & Gong, J. (2016). Stable aqueous photoelectrochemical CO₂ reduction by a Cu₂O dark cathode with improved selectivity for carbonaceous products. *Angewandte Chemie International Edition*, 55(31), 8840–8845. https://doi.org/10.1002/anie.201602973
39. Yuan, Q., Chen, L., Xiong, M., He, J., Luo, S. L., Au, C. T., & Yin, S. F. (2014). Cu₂O/BiVO₄ heterostructures: synthesis and application in simultaneous photocatalytic oxidation of organic dyes and reduction of Cr (VI) under visible light. *Chemical Engineering Journal*, 255, 394–402. https://doi.org/10.1016/j.cej.2014.06.031
40. Omrani, N., & Nezamzadeh-Ejehieh, A. (2020). A comprehensive study on the enhanced photocatalytic activity of Cu₂O/BiVO₄/WO₃ nanoparticles. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 389, 112223. https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2019.112223
41. Liu, A., Zhu, Y., Li, K., Chu, D., Huang, J., Li, X., ... & Du, Y. (2018). A high performance p-type nickel oxide/cuprous oxide nanocomposite with heterojunction as the photocathodic catalyst for water splitting to produce hydrogen. *Chemical Physics Letters*, 703, 56–62. https://doi.org/10.1016/j.cplett.2018.05.020
42. Li, H., Lei, Y., Huang, Y., Fang, Y., Xu, Y., Zhu, L., & Li, X. (2011). Photocatalytic reduction of carbon dioxide to methanol by Cu₂O/SiC nanocrystallite under visible light irradiation. *Journal of Natural Gas Chemistry*, 20(2), 145–150. https://doi.org/10.1016/S1003-9953(10)60166-1
43. Li, Y., Wang, W. N., Zhan, Z., Woo, M. H., Wu, C. Y., & Biswas, P. (2010). Photocatalytic reduction of CO₂ with H₂O on mesoporous silica supported Cu/TiO₂ catalysts. *Applied Catalysis B: Environmental*, 100(1-2), 386-392. https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2010.08.015
44. Guo, L., Cao, J., Zhang, J., Hao, Y., & Bi, K. (2019). Photoelectrochemical CO₂ reduction by Cu₂O/Cu₂S hybrid catalyst immobilized in TiO₂ nanocavity arrays. *Journal of Materials Science*, 54(14), 10379–10388. https://doi.org/10.1007/s10853-019-03615-4
45. Zhou, C., Wang, S., Zhao, Z., Shi, Z., Yan, S., & Zou, Z. (2018). A Facet-Dependent Schottky-Junction Electron Shuttle in a BiVO₄ {010}-Au-Cu₂O Z-Scheme Photocatalyst for Efficient Charge Separation. *Advanced Functional Materials*, 28(31), 1801214. https://doi.org/10.1002/adfm.201801214
46. Zhang, W., Shi, L., Tang, K., & Dou, S. (2010). Controllable synthesis of Cu₂O microcrystals via a complexant-assisted synthetic route. https://doi.org/10.1002/ejic.200900866
47. Chang, P. Y., & Tseng, I. H. (2018). Photocatalytic conversion of gas phase carbon dioxide by graphitic carbon nitride decorated with cuprous oxide with various morphologies. *Journal of CO₂ Utilization*, 26, 511–521. https://doi.org/10.1016/j.jcou.2018.06.009

48. Ojha, N., Bajpai, A., & Kumar, S. (2021). Enriched oxygen vacancies of Cu₂O/SnS₂/SnO₂ heterostructure for enhanced photocatalytic reduction of CO₂ by water and nitrogen fixation. *Journal of Colloid and Interface Science*, 585, 764–777. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2020.10.056>
49. Li, P., Jing, H., Xu, J., Wu, C., Peng, H., Lu, J., & Lu, F. (2014). High-efficiency synergistic conversion of CO₂ to methanol using Fe₂O₃ nanotubes modified with double-layer Cu₂O spheres. *Nanoscale*, 6(19), 11380–11386. <https://doi.org/10.1039/C4NR02902J>
50. Lu, Y., Zhang, X., Chu, Y., Yu, H., Huo, M., Qu, J., ... & Yuan, X. (2018). Cu₂O nanocrystals/TiO₂ microspheres film on a rotating disk containing long-afterglow phosphor for enhanced round-the-clock photocatalysis. *Applied Catalysis B: Environmental*, 224, 239–248. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2017.10.054>
51. Li, B., Niu, W., Cheng, Y., Gu, J., Ning, P., & Guan, Q. (2018). Preparation of Cu₂O modified TiO₂ nanopowder and its application to the visible light photoelectrocatalytic reduction of CO₂ to CH₃OH. *Chemical Physics Letters*, 700, 57–63. <https://doi.org/10.1016/j.cplett.2018.03.049>
52. Kulandaivalu, T., Rashid, S. A., Sabli, N., & Tan, T. L. (2019). Visible light assisted photocatalytic reduction of CO₂ to ethane using CQDs/Cu₂O nanocomposite photocatalyst. *Diamond and Related Materials*, 91, 64–73. <https://doi.org/10.1016/j.diamond.2018.11.002>
53. Masegi, H., Goto, H., Sadale, S. B., & Noda, K. (2020). Real-time monitoring of photocatalytic methanol decomposition over Cu₂O-loaded TiO₂ nanotube arrays in high vacuum. *Journal of Vacuum Science & Technology B, Nanotechnology and Microelectronics: Materials, Processing, Measurement, and Phenomena*, 38(5), 052401. <https://doi.org/10.1116/6.0000194>
54. Fujita, S. I., Kawamori, H., Honda, D., Yoshida, H., & Arai, M. (2016). Photocatalytic hydrogen production from aqueous glycerol solution using NiO/TiO₂ catalysts: Effects of preparation and reaction conditions. *Applied Catalysis B: Environmental*, 181, 818–824. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2015.08.048>
55. Tawfik, W. Z., Hassan, M. A., Johar, M. A., Ryu, S. W., & Lee, J. K. (2019). Highly conversion efficiency of solar water splitting over p-Cu₂O/ZnO photocatalyst grown on a metallic substrate. *Journal of Catalysis*, 374, 276–283. <https://doi.org/10.1016/j.jcat.2019.04.045>
56. Carrier, M., Perol, N., Herrmann, J. M., Bordes, C., Horikoshi, S., Paise, J. O., ... & Guillard, C. (2006). Kinetics and reactional pathway of Imazapyr photocatalytic degradation Influence of pH and metallic ions. *Applied Catalysis B: Environmental*, 65(1–2), 11–20. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2005.11.014>
57. Wang, M., Sun, L., Lin, Z., Cai, J., Xie, K., & Lin, C. (2013). p–n Heterojunction photoelectrodes composed of Cu₂O-loaded TiO₂ nanotube arrays with enhanced photoelectrochemical and photoelectrocatalytic activities. *Energy & Environmental Science*, 6(4), 1211–1220. <https://doi.org/10.1039/C3EE24162A>
58. Wang, Y., Shang, X., Shen, J., Zhang, Z., Wang, D., Lin, J., ... & Li, C. (2020). Direct and indirect Z-scheme heterostructure-coupled photosystem enabling cooperation of CO₂ reduction and H₂O oxidation. *Nature communications*, 11(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-16742-3>
59. Deng, X., Zhang, Q., Zhou, E., Ji, C., Huang, J., Shao, M., ... & Xu, X. (2015). Morphology transformation of Cu₂O sub-microstructures by Sn doping for enhanced photocatalytic properties. *Journal of Alloys and Compounds*, 649, 1124–1129. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2015.07.124>

60. Ping, T., Mihua, S., Chengwen, S., Shuaihua, W., & Murong, C. (2016). Enhanced photocatalytic activity of Cu₂O/Cu heterogeneous nanoparticles synthesized in aqueous colloidal solutions on degradation of methyl orange. *Rare Metal Materials and Engineering*, 45(9), 2214–2218. [https://doi.org/10.1016/S1875-5372\(17\)30005-X](https://doi.org/10.1016/S1875-5372(17)30005-X)

61. Shi, Y., Yang, Z., Wang, B., An, H., Chen, Z., & Cui, H. (2016). Adsorption and photocatalytic degradation of tetracycline hydrochloride using a palygorskite-supported Cu₂O–TiO₂ composite. *Applied Clay Science*, 119, 311–320. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2015.10.033>

62. Tang, Q., Wu, W., Zhang, B., Luo, J., Zhang, H., Guo, X., ... & Cao, J. (2019). A novel in situ synthesis of Cu/Cu₂O/CuO/sulfonated polystyrene heterojunction photocatalyst with enhanced photodegradation activity. *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*, 29(2), 340–345. <https://doi.org/10.1007/s10904-018-1004-7>

63. An, J., & Zhou, Q. (2012). Degradation of some typical pharmaceuticals and personal care products with copper-plating iron doped Cu₂O under visible light irradiation. *Journal of Environmental Sciences*, 24(5), 827–833. [https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(11\)60847-4](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(11)60847-4)

64. Zhu, Q., Zhang, Y., Lv, F., Chu, P. K., Ye, Z., & Zhou, F. (2012). Cuprous oxide created on sepiolite: preparation, characterization, and photocatalytic activity in treatment of red water from 2, 4, 6-trinitrotoluene manufacturing. *Journal of Hazardous Materials*, 217, 11–18. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2011.12.053>

65. Zhang, A. Y., He, Y. Y., Lin, T., Huang, N. H., Xu, Q., & Feng, J. W. (2017). A simple strategy to refine Cu₂O photocatalytic capacity for refractory pollutants removal: Roles of oxygen reduction and Fe (II) chemistry. *Journal of hazardous materials*, 330, 9–17. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2017.01.051>

66. Huang, Z., Dai, X., Huang, Z., Wang, T., Cui, L., Ye, J., & Wu, P. (2019). Simultaneous and efficient photocatalytic reduction of Cr (VI) and oxidation of trace sulfamethoxazole under LED light by rGO@ Cu₂O/BiVO₄ pn heterojunction composite. *Chemosphere*, 221, 824–833. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.01.087>

67. Falah, M., & MacKenzie, K. J. (2015). Synthesis and properties of novel photoactive composites of P25 titanium dioxide and copper (I) oxide with inorganic polymers. *Ceramics International*, 41(10), 13702–13708. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2015.07.198>

68. Zhang, Z., Zhai, S., Wang, M., Ji, H., He, L., Ye, C., ... & Zhang, H. (2016). Photocatalytic degradation of rhodamine B by using a nanocomposite of cuprous oxide, three-dimensional reduced graphene oxide, and nanochitosan prepared via one-pot synthesis. *Journal of Alloys and Compounds*, 659, 101–111. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2015.11.027>

69. Anku, W. W., Shukla, S. K., & Govender, P. P. (2018). Graft Gum Ghatti Caped Cu₂O nanocomposite for photocatalytic degradation of naphthol blue black dye. *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*, 28(4), 1540–1551. <https://doi.org/10.1007/s10904-018-0875-y>

70. Razmara, Z., & Poorsargol, M. (2019). Ultrasonic-assisted synthesis of supramolecular copper (II) complex a precursor for the preparation of octahedron Cu₂O nanoparticles applicable in the adsorption and photodegradation of Rhodamine B. *Applied Organometallic Chemistry*, 33(9), e5084. <https://doi.org/10.1002/aoc.5084>

71. Xu, Q., Huang, Z., Ji, S., Zhou, J., Shi, R., & Shi, W. (2020). Cu₂O nanoparticles grafting onto PLA fibers via electron beam irradiation: bifunctional composite fibers with enhanced photocatalytic of organic pollutants in aqueous and soil systems. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 323(1), 253–261. <https://doi.org/10.1007/s10967-019-06842-w>

Список литературы:

1. Yu W., Li F., Wang H., Alarousu E., Chen Y., Lin B., Wu T. Ultrathin Cu₂O as an efficient inorganic hole transporting material for perovskite solar cells // *Nanoscale*. 2016. V. 8. №11. P. 6173-6179. <https://doi.org/10.1039/C5NR07758C>
2. Gusain R., Kumar P., Sharma O. P., Jain S. L., Khatri O. P. Reduced graphene oxide–CuO nanocomposites for photocatalytic conversion of CO₂ into methanol under visible light irradiation // *Applied Catalysis B: Environmental*. 2016. V. 181. P. 352-362. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2015.08.012>
3. Omrani N., Nezamzadeh-Ejhieh A. Focus on scavengers' effects and GC-MASS analysis of photodegradation intermediates of sulfasalazine by Cu₂O/CdS nanocomposite // *Separation and Purification Technology*. 2020. V. 235. P. 116228. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2019.116228>
4. Izaki M., Shinagawa T., Mizuno K. T., Ida Y., Inaba M., Tasaka, A. Electrochemically constructed p-Cu₂O/n-ZnO heterojunction diode for photovoltaic device // *Journal of Physics D: Applied Physics*. 2007. V. 40. №11. P. 3326.
5. Ali S., Lee J., Kim H., Hwang Y., Razzaq A., Jung J. W., In S. I. Sustained, photocatalytic CO₂ reduction to CH₄ in a continuous flow reactor by earth-abundant materials: Reduced titania-Cu₂O Z-scheme heterostructures // *Applied Catalysis B: Environmental*. 2020. V. 279. P. 119344. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2020.119344>
6. Chen J., Liu X., Zhang H., Liu P., Li G., An T., Zhao H. Soft-template assisted synthesis of mesoporous CuO/Cu₂O composite hollow microspheres as efficient visible-light photocatalyst // *Materials Letters*. 2016. V. 182. P. 47-51. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2016.06.077>
7. Chen S., Lin L., Liu J., Lv P., Wu X., Zheng W., Lai F. An electrochemical constructed p-Cu₂O/n-ZnO heterojunction for solar cell // *Journal of Alloys and Compounds*. 2015. V. 644. P. 378-382. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2015.02.230>
8. Zuo C, Ding L. Solution-Processed Cu₂O and CuO as Hole Transport Materials for Efficient Perovskite Solar Cells. *Small* 2015; 11:5528-5532. <https://doi.org/10.1002/sml.201501330>
9. Zhang L., Sun H., Xie L., Lu J., Zhang L., Wu S., Liu J. M. Inorganic solar cells based on electrospun ZnO nanofibrous networks and electrodeposited Cu₂O // *Nanoscale research letters*. – 2015. V. 10. №1. P. 1-13. <https://doi.org/10.1186/s11671-015-1169-8>
10. Koo H. S., Wang D. T., Yu Y. K., Ho S. H., Jhang J. Y., Chen M., Tai M. F. Effect of Cu₂O Doping in TiO₂ Films on Device Performance of Dye-Sensitized Solar Cells // *Japanese Journal of Applied Physics*. 2012. V. 51. №10S. P. 10NE18.
11. Miao, X., Wang, S., Sun, W., Zhu, Y., Du, C., Ma, R., & Wang, C. Effect of Cu₂O Content in Electrodeposited CuOx Film on Perovskite Solar Cells // *Nano*. – 2019. – T. 14. – №. 10. – C. 1950126. <https://doi.org/10.1142/S1793292019501261>
12. Polat Ö., Aytug T., Lupini A. R., Paranthaman P. M., Ertugrul M., Bogorin D. F., Christen D. K. Nanostructured columnar heterostructures of TiO₂ and Cu₂O enabled by a thin-film self-assembly approach: Potential for photovoltaics // *Materials Research Bulletin*. 2013. V. 48. №2. P. 352-356. <https://doi.org/10.1016/j.materresbull.2012.10.044>
13. Shang Y., Guo L. Facet-Controlled Synthetic Strategy of Cu₂O-Based Crystals for Catalysis and Sensing // *Advanced Science*. 2015. V. 2. №10. P. 1500140. <https://doi.org/10.1002/advs.201500140>
14. Zeng Z., Yan Y., Chen J., Zan P., Tian Q., Chen P. Boosting the photocatalytic ability of Cu₂O nanowires for CO₂ conversion by MXene quantum dots // *Advanced Functional Materials*. 2019. V. 29. №2. P. 1806500. <https://doi.org/10.1002/adfm.201806500>

15. Robotjazi H., Zhao H., Swearer D. F., Hogan N. J., Zhou L., Alabastri A., Halas N. J. Plasmon-induced selective carbon dioxide conversion on earth-abundant aluminum-cuprous oxide antenna-reactor nanoparticles // *Nature communications*. 2017. V. 8. №1. P. 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-00055-z>
16. Wu Y. A., McNulty I., Liu C., Lau K. C., Liu Q., Paulikas A. P., Rajh T. Facet-dependent active sites of a single Cu₂O particle photocatalyst for CO₂ reduction to methanol // *Nature Energy*. 2019. V. 4. №11. P. 957-968. <https://doi.org/10.1038/s41560-019-0490-3>
17. Blackburn B., Hassan I., Zhang C., Blackman C., Holt K., Carmalt C. Aerosol assisted chemical vapour deposition synthesis of copper (I) oxide thin films for CO₂ reduction photocatalysis // *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*. 2016. V. 16. №9. P. 10112-10116. <https://doi.org/10.1166/jnn.2016.12843>
18. Miller E. B., Zahran E. M., Knecht M. R., Bachas L. G. Metal oxide semiconductor nanomaterial for reductive debromination: Visible light degradation of polybrominated diphenyl ethers by Cu₂O@Pd nanostructures // *Applied Catalysis B: Environmental*. 2017. V. 213. P. 147-154. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2017.05.020>
19. Kumar A., Kumar A., Sharma G., Ala'a H., Naushad M., Ghfar A. A., Stadler F. J. Quaternary magnetic BiOCl/g-C₃N₄/Cu₂O/Fe₃O₄ nano-junction for visible light and solar powered degradation of sulfamethoxazole from aqueous environment // *Chemical Engineering Journal*. 2018. V. 334. P. 462-478. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2017.10.049>
20. Cui W., An W., Liu L., Hu J., Liang Y. Novel Cu₂O quantum dots coupled flower-like BiOBr for enhanced photocatalytic degradation of organic contaminant // *Journal of hazardous materials*. 2014. V. 280. P. 417-427. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2014.08.032>
21. Yu X., Zhang J., Zhang J., Niu J., Zhao J., Wei Y., Yao B. Photocatalytic degradation of ciprofloxacin using Zn-doped Cu₂O particles: analysis of degradation pathways and intermediates // *Chemical Engineering Journal*. 2019. V. 374. P. 316-327. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2019.05.177>
22. Cui Y., Wang C., Liu G., Yang H., Wu S., Wang T. Fabrication and photocatalytic property of ZnO nanorod arrays on Cu₂O thin film // *Materials Letters*. 2011. V. 65. №14. P. 2284-2286. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2011.04.041>
23. Chen R., Lu J., Wang Z., Zhou Q., Zheng M. Microwave synthesis of Cu/Cu₂O/SnO₂ composite with improved photocatalytic ability using SnCl₄ as a protector // *Journal of Materials Science*. 2018. V. 53. №13. P. 9557-9566. <https://doi.org/10.1007/s10853-018-2261-0>
24. Grondahl L. O. The copper-cuprous-oxide rectifier and photoelectric cell // *Reviews of Modern Physics*. 1933. V. 5. №2. P. 141. <https://doi.org/10.1103/RevModPhys.5.141>
25. Omelchenko S. T., Tolstova Y., Atwater H. A., Lewis N. S. Excitonic effects in emerging photovoltaic materials: A case study in Cu₂O // *ACS Energy Letters*. 2017. V. 2. №2. P. 431-437.
26. Hu, P., Du W., Wang M., Wei H., Ouyang J., Qian Z., Tian Y. Reduced bandgap and enhanced p-type electrical conduction in Ag-alloyed Cu₂O thin films // *Journal of Applied Physics*. 2020. V. 128. №12. P. 125302. <https://doi.org/10.1063/5.0019408>
27. Izaki M., Fukazawa K., Sato K., Khoo P. L., Kobayashi M., Takeuchi A., Uesugi K. Defect structure and photovoltaic characteristics of internally stacked CuO/Cu₂O photoactive layer prepared by electrodeposition and heating // *ACS Applied Energy Materials*. 2019. V. 2. №7. P. 4833-4840. <https://doi.org/10.1021/acsaem.9b00514>
28. Zang Z. Efficiency enhancement of ZnO/Cu₂O solar cells with well oriented and micrometer grain sized Cu₂O films // *Applied Physics Letters*. 2018. V. 112. №4. P. 042106. <https://doi.org/10.1063/1.5017002>

29. Hossain M. I., Alharbi F. H., Tabet N. Copper oxide as inorganic hole transport material for lead halide perovskite based solar cells // *Solar Energy*. 2015. V. 120. P. 370-380. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2015.07.040>
30. Nejang B. A., Ahmadi V., Gharibzadeh S., Shahverdi H. R. Cuprous oxide as a potential low-cost hole-transport material for stable perovskite solar cells // *ChemSusChem*. 2016. V. 9. №. 3. P. 302-313. <https://doi.org/10.1002/cssc.201501273>
31. Guo Y., Lei H., Xiong L., Li B., Chen Z., Wen J., Fang G. Single phase, high hole mobility Cu₂O films as an efficient and robust hole transporting layer for organic solar cells // *Journal of Materials Chemistry A*. 2017. V. 5. №22. P. 11055-11062. <https://doi.org/10.1039/C7TA01628J>
32. Elseman A. M., Selim M. S., Luo L., Xu C. Y., Wang G., Jiang Y., Song Q. L. Efficient and Stable Planar n-i-p Perovskite Solar Cells with Negligible Hysteresis through Solution-Processed Cu₂O Nanocubes as a Low-Cost Hole-Transport Material // *ChemSusChem*. 2019. V. 12. №16. P. 3808-3816. <https://doi.org/10.1002/cssc.201901430>
33. Jeong S. S., Mittiga A., Salza E., Masci A., Passerini S. Electrodeposited ZnO/Cu₂O heterojunction solar cells // *Electrochimica Acta*. 2008. V. 53. №5. P. 2226-2231. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2007.09.030>
34. Soundaram N., Chandramohan R., Valanarasu S., Thomas R., Kathalingam A. Studies on SILAR deposited Cu₂O and ZnO films for solar cell applications // *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*. 2015. V. 26. №7. P. 5030-5036. <https://doi.org/10.1007/s10854-015-3020-5>
35. Gershon T., Musselman K. P., Marin A., Friend R. H., MacManus-Driscoll J. L. Thin-film ZnO/Cu₂O solar cells incorporating an organic buffer layer // *Solar Energy Materials and Solar Cells*. 2012. V. 96. P. 148-154. <https://doi.org/10.1016/j.solmat.2011.09.043>
36. Yu L., Xiong L., Yu Y. Cu₂O homojunction solar cells: F-doped N-type thin film and highly improved efficiency // *The Journal of Physical Chemistry C*. 2015. V. 119. №40. P. 22803-22811. <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.5b06736>
37. Naz G., Shamsuddin M., Butt F. K., Bajwa S. Z., Khan W. S., Irfan M., Irfan M. Au/Cu₂O core/shell nanostructures with efficient photoresponses // *Chinese Journal of Physics*. 2019. V. 59. P. 307-316. <https://doi.org/10.1016/j.cjph.2019.03.008>
38. Chang X., Wang T., Zhang P., Wei Y., Zhao J., Gong J. Stable aqueous photoelectrochemical CO₂ reduction by a Cu₂O dark cathode with improved selectivity for carbonaceous products // *Angewandte Chemie International Edition*. 2016. V. 55. №31. P. 8840-8845. <https://doi.org/10.1002/anie.201602973>
39. Yuan Q., Chen L., Xiong M., He J., Luo S. L., Au C. T., Yin S. F.Cu₂O/BiVO₄ heterostructures: synthesis and application in simultaneous photocatalytic oxidation of organic dyes and reduction of Cr (VI) under visible light // *Chemical Engineering Journal*. 2014. V. 255. P. 394-402. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2014.06.031>
40. Omrani N., Nezamzadeh-Ejchieh A. A comprehensive study on the enhanced photocatalytic activity of Cu₂O/BiVO₄/WO₃ nanoparticles // *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*. 2020. V. 389. P. 112223. <https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2019.112223>
41. Liu A., Zhu Y., Li K., Chu D., Huang J., Li X., Du Y. A high performance p-type nickel oxide/cuprous oxide nanocomposite with heterojunction as the photocathodic catalyst for water splitting to produce hydrogen // *Chemical Physics Letters*. 2018. V. 703. P. 56-62. <https://doi.org/10.1016/j.cplett.2018.05.020>
42. Li H., Lei Y., Huang Y., Fang Y., Xu Y., Zhu L., Li X. Photocatalytic reduction of carbon dioxide to methanol by Cu₂O/SiC nanocrystallite under visible light irradiation // *Journal of Natural Gas Chemistry*. 2011. V. 20. №2. P. 145-150. [https://doi.org/10.1016/S1003-9953\(10\)60166-1](https://doi.org/10.1016/S1003-9953(10)60166-1)

43. Li Y., Wang W. N., Zhan Z., Woo M. H., Wu C. Y., Biswas P. Photocatalytic reduction of CO₂ with H₂O on mesoporous silica supported Cu/TiO₂ catalysts // *Applied Catalysis B: Environmental*. 2010. V. 100. №1-2. P. 386-392. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2010.08.015>
44. Guo L., Cao J., Zhang J., Hao Y., Bi K. Photoelectrochemical CO₂ reduction by Cu₂O/Cu₂S hybrid catalyst immobilized in TiO₂ nanocavity arrays // *Journal of Materials Science*. 2019. V. 54. №14. P. 10379-10388. <https://doi.org/10.1007/s10853-019-03615-4>
45. Zhou C., Wang S., Zhao Z., Shi Z., Yan S., Zou Z. A Facet-Dependent Schottky-Junction Electron Shuttle in a BiVO₄ {010}-Au-Cu₂O Z-Scheme Photocatalyst for Efficient Charge Separation // *Advanced Functional Materials*. 2018. V. 28. №31. P. 1801214. <https://doi.org/10.1002/adfm.201801214>
46. Zhang W., Shi L., Tang K., Dou S. Controllable synthesis of Cu₂O microcrystals via a complexant - assisted synthetic route. 2010. <https://doi.org/10.1002/ejic.200900866>
47. Chang P. Y., Tseng I. H. Photocatalytic conversion of gas phase carbon dioxide by graphitic carbon nitride decorated with cuprous oxide with various morphologies // *Journal of CO₂ Utilization*. 2018. V. 26. P. 511-521. <https://doi.org/10.1016/j.jcou.2018.06.009>
48. Ojha N., Bajpai A., Kumar S. Enriched oxygen vacancies of Cu₂O/SnS₂/SnO₂ heterostructure for enhanced photocatalytic reduction of CO₂ by water and nitrogen fixation // *Journal of Colloid and Interface Science*. 2021. V. 585. P. 764-777. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2020.10.056>
49. Li P., Jing H., Xu J., Wu C., Peng H., Lu J., Lu F. High-efficiency synergistic conversion of CO₂ to methanol using Fe₂O₃ nanotubes modified with double-layer Cu₂O spheres // *Nanoscale*. 2014. V. 6. №19. P. 11380-11386. <https://doi.org/10.1039/C4NR02902J>
50. Lu Y., Zhang X., Chu Y., Yu H., Huo M., Qu J., Yuan X. Cu₂O nanocrystals/TiO₂ microspheres film on a rotating disk containing long-afterglow phosphor for enhanced round-the-clock photocatalysis // *Applied Catalysis B: Environmental*. 2018. V. 224. P. 239-248. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2017.10.054>
51. Li B., Niu W., Cheng Y., Gu J., Ning P., Guan Q. Preparation of Cu₂O modified TiO₂ nanopowder and its application to the visible light photoelectrocatalytic reduction of CO₂ to CH₃OH // *Chemical Physics Letters*. 2018. V. 700. P. 57-63. <https://doi.org/10.1016/j.cplett.2018.03.049>
52. Kulandaivalu T., Rashid S. A., Sabli N., Tan T. L. Visible light assisted photocatalytic reduction of CO₂ to ethane using CQDs/Cu₂O nanocomposite photocatalyst // *Diamond and Related Materials*. 2019. V. 91. P. 64-73. <https://doi.org/10.1016/j.diamond.2018.11.002>
53. Masegi H., Goto H., Sadale S. B., Noda K. Real-time monitoring of photocatalytic methanol decomposition over Cu₂O-loaded TiO₂ nanotube arrays in high vacuum // *Journal of Vacuum Science & Technology B, Nanotechnology and Microelectronics: Materials, Processing, Measurement, and Phenomena*. 2020. V. 38. №5. P. 052401. <https://doi.org/10.1116/6.0000194>
54. Fujita S. I., Kawamori H., Honda D., Yoshida H., Arai M. Photocatalytic hydrogen production from aqueous glycerol solution using NiO/TiO₂ catalysts: Effects of preparation and reaction conditions // *Applied Catalysis B: Environmental*. 2016. V. 181. P. 818-824. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2015.08.048>
55. Tawfik W. Z., Hassan M. A., Johar M. A., Ryu S. W., Lee J. K. Highly conversion efficiency of solar water splitting over p-Cu₂O/ZnO photocatalyst grown on a metallic substrate // *Journal of Catalysis*. 2019. V. 374. P. 276-283. <https://doi.org/10.1016/j.jcat.2019.04.045>
56. Carrier M., Perol N., Herrmann J. M., Bordes C., Horikoshi S., Paisse J. O., Guillard C. Kinetics and reactional pathway of Imazapyr photocatalytic degradation Influence of pH and metallic ions // *Applied Catalysis B: Environmental*. 2006. V. 65. №1-2. P. 11-20. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2005.11.014>

57. Wang M., Sun L., Lin Z., Cai J., Xie K., Lin C. p–n Heterojunction photoelectrodes composed of Cu₂O-loaded TiO₂ nanotube arrays with enhanced photoelectrochemical and photoelectrocatalytic activities // *Energy & Environmental Science*. 2013. V. 6. №4. P. 1211-1220. <https://doi.org/10.1039/C3EE24162A>
58. Wang Y., Shang X., Shen J., Zhang Z., Wang D., Lin J., Li C. Direct and indirect Z-scheme heterostructure-coupled photosystem enabling cooperation of CO₂ reduction and H₂O oxidation // *Nature communications*. 2020. V. 11. №1. P. 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-16742-3>
59. Deng X., Zhang Q., Zhou E., Ji C., Huang J., Shao M., Xu X. Morphology transformation of Cu₂O sub-microstructures by Sn doping for enhanced photocatalytic properties // *Journal of Alloys and Compounds*. 2015. V. 649. P. 1124-1129. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2015.07.124>
60. Ping T., Mihua S., Chengwen S., Shuaihua W., Murong C. Enhanced photocatalytic activity of Cu₂O/Cu heterogeneous nanoparticles synthesized in aqueous colloidal solutions on degradation of methyl orange // *Rare Metal Materials and Engineering*. 2016. V. 45. №9. P. 2214-2218. [https://doi.org/10.1016/S1875-5372\(17\)30005-X](https://doi.org/10.1016/S1875-5372(17)30005-X)
61. Shi Y., Yang Z., Wang B., An H., Chen Z., Cui H. Adsorption and photocatalytic degradation of tetracycline hydrochloride using a palygorskite-supported Cu₂O–TiO₂ composite // *Applied Clay Science*. 2016. V. 119. P. 311-320. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2015.10.033>
62. Tang Q., Wu W., Zhang B., Luo J., Zhang H., Guo X., Cao J. A novel in situ synthesis of Cu/Cu₂O/CuO/sulfonated polystyrene heterojunction photocatalyst with enhanced photodegradation activity // *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*. 2019. V. 29. №2. P. 340-345. <https://doi.org/10.1007/s10904-018-1004-7>
63. An J., Zhou Q. Degradation of some typical pharmaceuticals and personal care products with copper-plating iron doped Cu₂O under visible light irradiation // *Journal of Environmental Sciences*. 2012. V. 24. №5. P. 827-833. [https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(11\)60847-4](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(11)60847-4)
64. Zhu Q., Zhang Y., Lv F., Chu P. K., Ye Z., Zhou F. Cuprous oxide created on sepiolite: preparation, characterization, and photocatalytic activity in treatment of red water from 2, 4, 6-trinitrotoluene manufacturing // *Journal of Hazardous Materials*. 2012. V. 217. P. 11-18. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2011.12.053>
65. Zhang A. Y., He Y. Y., Lin T., Huang N. H., Xu Q., Feng J. W. A simple strategy to refine Cu₂O photocatalytic capacity for refractory pollutants removal: Roles of oxygen reduction and Fe (II) chemistry // *Journal of hazardous materials*. 2017. V. 330. P. 9-17. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2017.01.051>
66. Huang Z., Dai X., Huang Z., Wang T., Cui L., Ye J., Wu P. Simultaneous and efficient photocatalytic reduction of Cr (VI) and oxidation of trace sulfamethoxazole under LED light by rGO@ Cu₂O/BiVO₄ pn heterojunction composite // *Chemosphere*. 2019. V. 221. P. 824-833. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.01.087>
67. Falah M., MacKenzie K. J. D. Synthesis and properties of novel photoactive composites of P25 titanium dioxide and copper (I) oxide with inorganic polymers // *Ceramics International*. 2015. V. 41. №10. P. 13702-13708. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2015.07.198>
68. Zhang Z., Zhai S., Wang M., Ji H., He L., Ye C., Zhang H. Photocatalytic degradation of rhodamine B by using a nanocomposite of cuprous oxide, three-dimensional reduced graphene oxide, and nanochitosan prepared via one-pot synthesis // *Journal of Alloys and Compounds*. 2016. V. 659. P. 101-111. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2015.11.027>
69. Anku W. W., Shukla S. K., Govender P. P. Graft Gum Ghatti Caped Cu₂O nanocomposite for photocatalytic degradation of naphthol blue black dye // *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*. 2018. V. 28. №4. P. 1540-1551. <https://doi.org/10.1007/s10904-018-0875-y>

70. Razmara Z., Poorsargol M. Ultrasonic - assisted synthesis of supramolecular copper (II) complex a precursor for the preparation of octahedron Cu₂O nanoparticles applicable in the adsorption and photodegradation of Rhodamine B // Applied Organometallic Chemistry. 2019. V. 33. №9. P. e5084. <https://doi.org/10.1002/aoc.5084>

71. Xu Q., Huang Z., Ji S., Zhou J., Shi R., Shi W. Cu₂O nanoparticles grafting onto PLA fibers via electron beam irradiation: bifunctional composite fibers with enhanced photocatalytic of organic pollutants in aqueous and soil systems // Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. 2020. V. 323. №1. P. 253-261. <https://doi.org/10.1007/s10967-019-06842-w>

Работа поступила
в редакцию 04.07.2022 г.

Принята к публикации
08.07.2022 г.

Ссылка для цитирования:

Ren Bingbing, Mindrov K. Research Progress of Type P Copper (I) Oxide in the Field of Light Energy Utilization // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 194-215. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/25>

Cite as (APA):

Ren, Bingbing, & Mindrov, K., (2022). Research Progress of Type P Copper (I) Oxide in the Field of Light Energy Utilization. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 194-215. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/25>

UDC 538.955

https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/26

PROGRESS IN RESEARCH ON THE TECHNOLOGY OF OBTAINING INORGANIC OXIDE SEMICONDUCTORS FROM TYPE P COPPER (I) OXIDE

©Ren Bingbing, Jiangsu University of Science and Technology,
Zhenjiang, China, 425442183@qq.com

©Mindrov K., Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia

ПРОГРЕСС В ИССЛЕДОВАНИЯХ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ОКСИДНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ ИЗ ОКСИДА МЕДИ (I) ТИПА P

©Жэнь Бинбин, Цзянсуский университет науки и технологии, Чжэньцзян, Китай

©Миндров К. А., Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева, г. Саранск, Россия

Abstract. As a representative intrinsic type P inorganic semiconductor material, copper (I) oxide Cu_2O has been widely used in photovoltaic, catalysis, chemical industries and other fields, and has an extremely important position. For a long time, the literature on the preparation method and preparation technology of Cu_2O is relatively scattered and independent, resulting in a certain degree of obstacles and difficulty in obtaining relevant technical knowledge and understanding its internal principles. Aiming at the progress and innovation of Cu_2O preparation methods and technology in recent years, combined with the team's long-term experience accumulation and research results, this article focuses on the classification, principles and characteristics of Cu_2O preparation methods, and the optimization methods and development directions of Cu_2O preparation technology. The outlook was carried out. This review aims to provide reference and guidance for the preparation and research of Cu_2O and other related inorganic oxide semiconductors.

Аннотация. В качестве репрезентативного неорганического полупроводникового материала типа P оксид меди (I) Cu_2O широко используется в фотоэлектрической, катализной, химической промышленности и других областях и занимает чрезвычайно важное положение. Долгое время литература по способу получения и технологии получения Cu_2O была относительно разрозненной и независимой, что приводило к определенной степени препятствий и трудностей в получении соответствующих технических знаний и понимании ее внутренних принципов. Стремясь к прогрессу и инновациям в методах и технологиях получения Cu_2O за последние годы в сочетании с накоплением многолетнего опыта команды и результатами исследований, эта статья посвящена классификации, принципам и характеристикам методов получения Cu_2O , а также методам оптимизации и направлениям развития технологии получения Cu_2O . Прогноз был выполнен. Цель этого обзора — предоставить справочные материалы и рекомендации по получению и исследованию Cu_2O и других связанных с ними неорганических оксидных полупроводников.

Keywords: copper (I) oxide, inorganic oxide, type P semiconductor.

Ключевые слова: оксид меди (I), неорганический оксид, полупроводник типа P.

In nature, most inorganic oxide semiconductor materials show intrinsic n-type semiconductor properties, such as n-TiO₂, n-ZnO, n-wO₃ and n-fe₂O₃ [1-4]. There are oxygen ion vacancies in their crystal structures, which contain free moving electrons. In contrast, a few inorganic oxides represented by cuprous oxide (Cu₂O) have metal ion (copper ion) vacancies, which show the intrinsic p-type semiconductor characteristics, namely hole transport characteristics. Due to the increasingly prominent importance of p-type oxide semiconductors in the fields of energy and materials, and the number of p-type oxides that can be selected is very rare compared with that of n-type oxides, Cu₂O, as a representative p-type oxide among them, has attracted much attention in many research fields [5-7]. Human beings are not unfamiliar with Cu₂O. As early as 1926, Cu₂O was applied to rectifier diodes [8]. In 1930, Schottky put forward the theory of "photovoltaic effect" based on Cu₂O barrier [9]. In modern times, Cu₂O has been widely involved in the fields of photovoltaic and photocatalysis and has become a "guest" of light energy conversion materials.

As a traditional inorganic oxide semiconductor material with a long history, the previous literature has introduced and summarized the preparation methods of Cu₂O to a certain extent, but the content is relatively scattered and independent, and the explanation of the process and mechanism is relatively brief. This research group has been studying the synthesis, preparation and research of Cu₂O materials for more than ten years. This paper will systematically classify, summarize and summarize a wide variety of Cu₂O preparation methods, and deeply analyze various technical schemes, in order to enlighten and help the related research of Cu₂O.

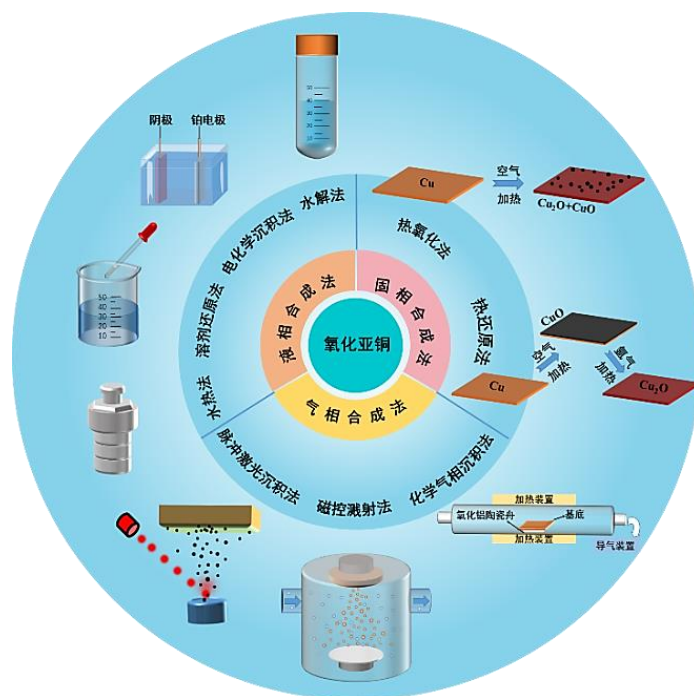


Figure 1. Classification and schematic diagram of the preparation methods of cuprous oxide

Thermooxidation method is the simplest Cu₂O synthesis method. As the name suggests, this method takes copper as raw material and oxidizes copper in an aerobic environment, in order to convert copper into Cu₂O in one step, as shown in Formula 1. However, because it is difficult to accurately control the oxidation degree of copper, it is usually accompanied by the formation of copper oxide (CuO) (formula 2). A. O. Musa et al. [10] analyzed and studied the oxidation process and products of copper in air atmosphere. It was found that below 1040 °C, the oxidation product of

copper was a mixture of CuO and Cu₂O. The emergence of CuO could be avoided as much as possible only when the oxidation temperature was controlled above 1050 °C. 10. Hong et al. [11] reported that copper nanowires synthesized by polyvinyl pyrrolidone (PVP) template method can be spontaneously oxidized to Cu₂O nanowires at room temperature, with a diameter of about 10nm. However, this method is not suitable for other copper substrates, so it is difficult to popularize. It is not difficult to see that although the thermal oxidation method has low requirements for equipment, simple steps and high output, the one-step oxidation of copper to Cu₂O in air atmosphere is still a relatively extensive chemical process. It is not only easy to generate Cu₂O in the heating and cooling stages, but also the subsequent process often requires pickling and etching to obtain relatively pure Cu₂O.



In order to avoid the complex reaction path of copper in the thermal oxidation method, our research group developed the thermal reduction method to complete the preparation of high-purity Cu₂O [12]. Unlike the thermal oxidation method, which uses copper as raw material, the thermal reduction method uses CuO as raw material and uses the reducibility of metal copper to reduce CuO to Cu₂O, that is, at high temperature, copper is used to reduce CuO and react to produce Cu₂O (formula 3). In the specific operation, our research group first takes the metal copper as the substrate, calcines the surface layer of the copper substrate under the air atmosphere to produce CuO with a certain thickness, and then anneals at high temperature in an inert atmosphere (such as argon and nitrogen). At this time, the inner copper atom gradually reduces the surface layer CuO to Cu₂O. When the annealing temperature reaches more than 700 °C, CuO is fully reduced to obtain a high-purity Cu₂O film (Figure 2). In other embodiments, Luo et al. [13] first oxidized the surface of the copper substrate to form copper hydroxide (Cu (OH) ₂) nanowires by electrochemical oxidation, and then transformed the copper hydroxide nanowires into Cu₂O nanowires by thermal reduction reaction in an inert atmosphere (Figure 3).

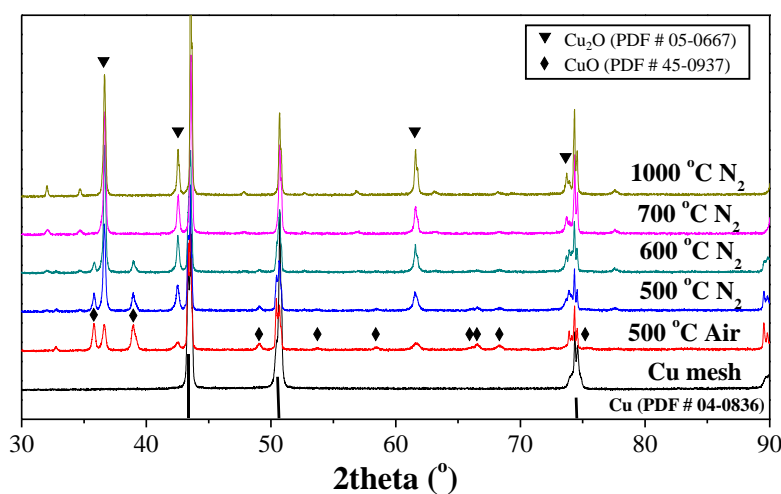


Figure 2. X-ray diffraction spectra of cuprous oxide changed with temperature in thermal reduction method [12]

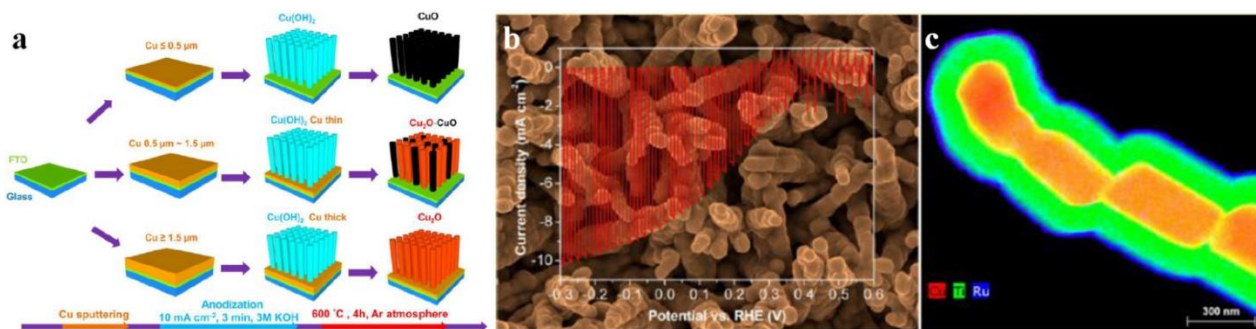


Figure 3. (a) Synthesis schematic diagram of Cu_2O nanowire arrays prepared by thermal reduction method [13]; (b) SEM images and photocurrent curves of Cu_2O nanowire arrays prepared by thermal reduction method [13]; (c) EDX spectra of multilayer composite Cu_2O nanowire arrays prepared by thermal reduction method [13]

Chemical vapor deposition (CVD) is a process in which the substrate is exposed to one or several precursor atmospheres, and the precursor reacts on the surface of the substrate to produce the target product. H. Kobayashi et al. [14] used chemical vapor deposition to supply the precursor CuI to the reactor growth zone at 883k with cuprous iodide (CuI) as the precursor and N_2 as the carrier gas. Finally, Cu_2O thin films with a band gap of 2.38eV and high crystallinity were grown on single crystal MgO {110} substrates. H. Kim et al. [15] reported that the hall mobility of Cu_2O thin films prepared by atomic layer deposition using a fluorine-free amino alkoxide precursor can reach $8.05\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$. Atomic force microscopy (AFM) was used to analyze the roughness of Cu_2O films deposited by atomic layers at different growth temperatures. The results showed that the roughness of Cu_2O films increased with the increase of temperature (Figure 4).

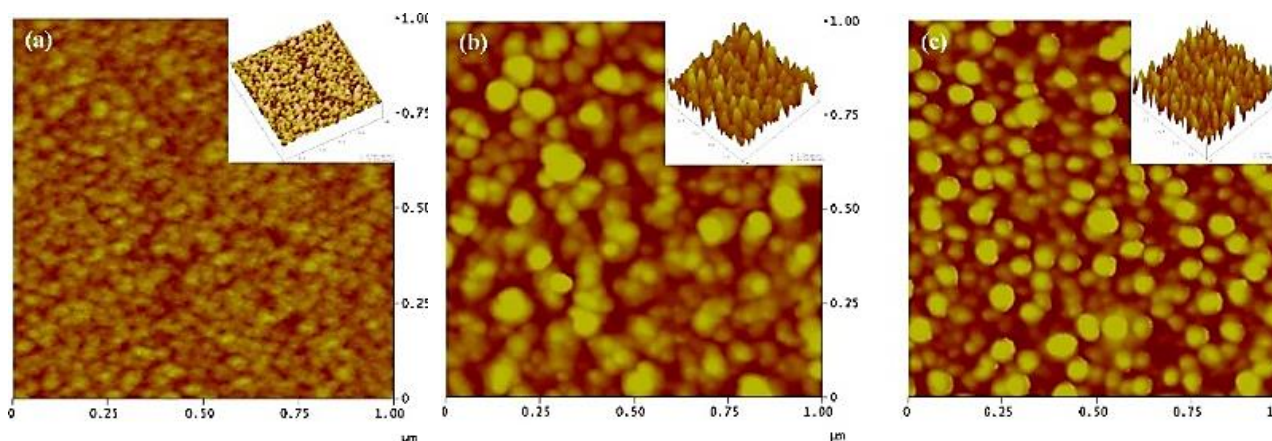


Figure 4. Atomic force microscopy (AFM) of Cu_2O films by atomic layer deposition at different deposition temperatures: (a) 140 °C, (b) 180 °C, (c) 240 °C [15]

Magnetron sputtering technology is the most widely used vacuum coating technology in industry at present. It has significant technical advantages and can be used for the preparation of all thin film materials; Moreover, the prepared film material has high density, few pinholes and good repeatability. The chemical composition of the film can be adjusted by adjusting the composition of the target material. When preparing Cu_2O thin films by magnetron sputtering, there are many solutions. Reactive sputtering can be carried out with copper as the target and oxygen as the reaction gas (Formula 1) [16]. Or use CuO ceramic target for reactive sputtering; Cu_2O target can also be directly used for direct sputtering. Y. S. Lee et al. [17] prepared Cu_2O semiconductor films by reactive

DC magnetron sputtering on quartz substrates with metal copper targets and used the method of controlling the substrate temperature and changing the reaction atmosphere flow rate ratio (AR : O₂) to regulate the grain size and phase purity of Cu₂O films. The results showed that the grain size gradually increased with the increase of substrate temperature (Figure 5). Similarly, K. K. Markose et al. [18] prepared Cu₂O thin films on the surface of monocrystalline silicon by RF magnetron sputtering with copper as the target, oxygen as the reaction gas and argon as the sputtering gas. S. Noda [19] directly used sintered Cu₂O and CuO ceramic targets to prepare Cu₂O films by adjusting the flow rate ratio of oxygen and argon during magnetron sputtering and controlled the crystalline phase of the films. After high temperature annealing, the hall mobility of Cu₂O films was 16.6cm²v⁻¹s⁻¹, and the carrier concentration was 3.5 × 10¹⁵cm⁻³

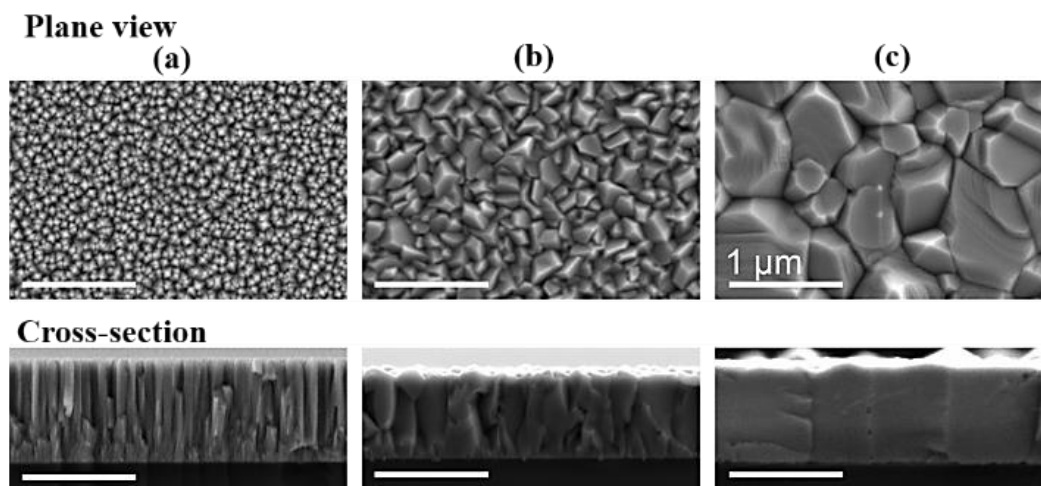


Figure 5. SEM images of Cu₂O films deposited by reactive direct current magnetron sputtering, with growth temperatures of (a) 300 K, (b) 600 K, and (c) 1070 K [17]

Pulsed laser deposition (PLD) is widely used in laboratory research at present. It also benefits from its wide range of materials, easy adjustment of target element components, and high film forming quality. In 2003, m. ivill et al. [20] used pulsed laser deposition technology (Mn doped Cu₂O target, KrF excimer laser, 5Hz laser frequency, laser pulse energy density of 1~3j/cm²) to prepare Mn doped Cu₂O thin films with high conductivity on single crystal MgO substrate. S. Lee [21] using KrF excimer laser ($\lambda=248\text{nm}$) and CuO ceramic targets. By changing the absorbed atomic energy and flux of laser pulses, it was found that Cu₂O nanostructures with different crystal plane orientations and geometric shapes could be grown on the surface of strontium titanate (SrTiO₃, STO) substrates with different orientations (Figure 7). In 2009, chen [22] prepared Cu₂O polycrystalline thin films on si {100} substrates by pulsed laser deposition. The results show that with the increase of oxygen partial pressure, the structure of the film gradually changes from Cu₂O to CuO (the critical value of oxygen partial pressure is 0.4pa) (Figure 6). 10. H. Liu et al. [23] reported the technology of depositing single crystal Cu₂O thin films on mgo {110} substrates by pulsed laser deposition, and studied the effect of deposition oxygen partial pressure on the structure and properties of the films. The results showed that pure Cu₂O with high crystallinity and high transmittance was prepared when the oxygen partial pressure was 0.09pa. The single crystal Cu₂O films deposited under the optimum conditions showed excellent carrier mobility (23.75cm²v⁻¹s⁻¹) and carrier concentration (3.94 × 10¹⁶cm⁻³) and extremely low resistivity (6.67 Ω cm).

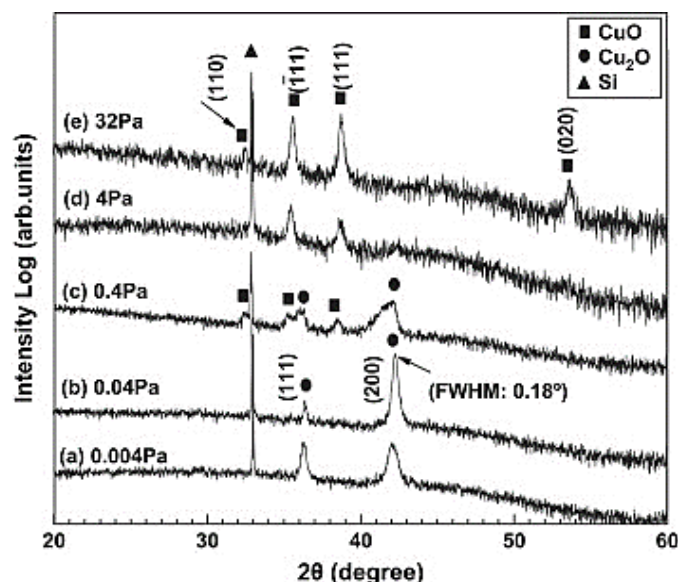


Figure 6. XRD patterns of Cu_2O films by pulsed laser deposition at $500\text{ }^\circ\text{C}$. The oxygen pressure is: (a) 0.004 Pa , (b) 0.04 Pa , (c) 0.4 Pa , (d) 4 Pa and (e) 32 Pa , respectively [22]

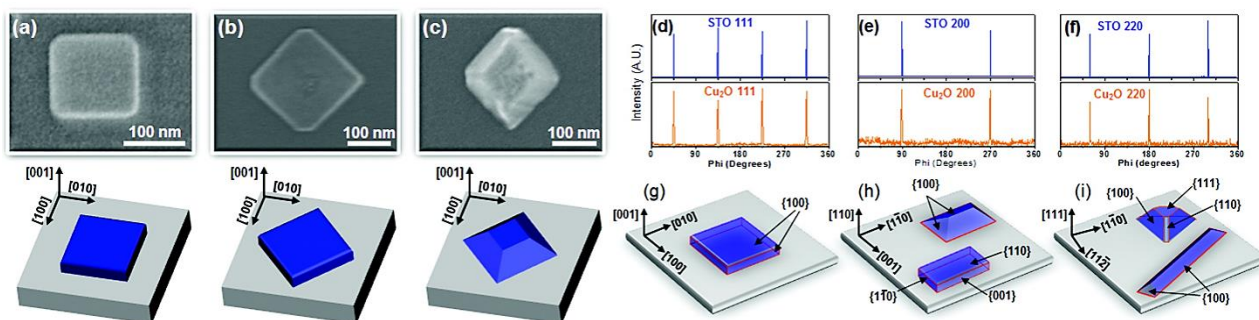


Figure 7. SEM images and epitaxial diagrams of Cu_2O nanostructures prepared by pulsed laser deposition. (a-c) Deposition on $\text{STO}\{001\}$ substrate at $700\text{ }^\circ\text{C}$, the laser fluence is: (a) 0.78 J/cm^2 , (b) 0.59 J/cm^2 , (c) 0.39 J/cm^2 [21], (d-f) The ϕ -scanning atlases of substrate. The substrate is: (d) $\text{STO}\{001\}$, (e) $\text{STO}\{110\}$, (f) $\text{STO}\{111\}$ [21], (g-i) Nanostructure and epitaxy of Cu_2O prepared on different substrates by pulsed laser deposition. The substrate is: (g) $\text{STO}\{001\}$, (h) $\text{STO}\{110\}$, (i) $\text{STO}\{111\}$ [21]

Hydrothermal method generally uses water as solvent to grow crystals under high temperature and high pressure in a closed pressure vessel. If water is replaced by organic solvent, it is called solvothermal method. 50. F. Guo et al. [24] first reported the hydrothermal synthesis of Cu_2O nano cubes with hollow cubic structure. Through hydrothermal synthesis, our research group also realized the growth of Cu_2O single crystals that simultaneously exposed three crystal planes $\{100\}$, $\{110\}$, and $\{111\}$ (Figure 8), and systematically studied the physical and chemical characteristics of each crystal plane of Cu_2O single crystal. The experiment found that the deactivation of Cu_2O single crystal was not a one-step deactivation previously inferred, but a two-step deactivation process of oxidation before reduction, which provided a theoretical basis for the study of photocatalysis of single crystal Cu_2O [25].

Solvent reduction method is the most used method to prepare Cu_2O powder materials. It has the advantages of low cost, simple process and high purity. This method generally uses soluble divalent copper salts (such as CuCl_2 , CuSO_4 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, etc.) as raw materials to react with reducing agents to reduce divalent copper to monovalent copper. Common reducing agents include hydroxylamine, hydrazine hydrate, formaldehyde, etc. In the chemical experiment class in high

school, we experienced the process of glucose reducing copper hydroxide to produce Cu_2O . Similarly, M. Z. Wei et al. [26] dissolved $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ and NaOH in deionized water and stirred them until they were fully mixed. At the same time, ethanol was added as reducing agent and solvent. After heat treatment at 140°C , Cu_2O nanorods with different aspect ratios were successfully prepared. C. S. Tan et al. [27] dissolved Cu^{2+} in aqueous solution containing surfactant and used hydroxylamine and glucose as reductants to prepare Cu_2O single crystal particles with specific morphology.

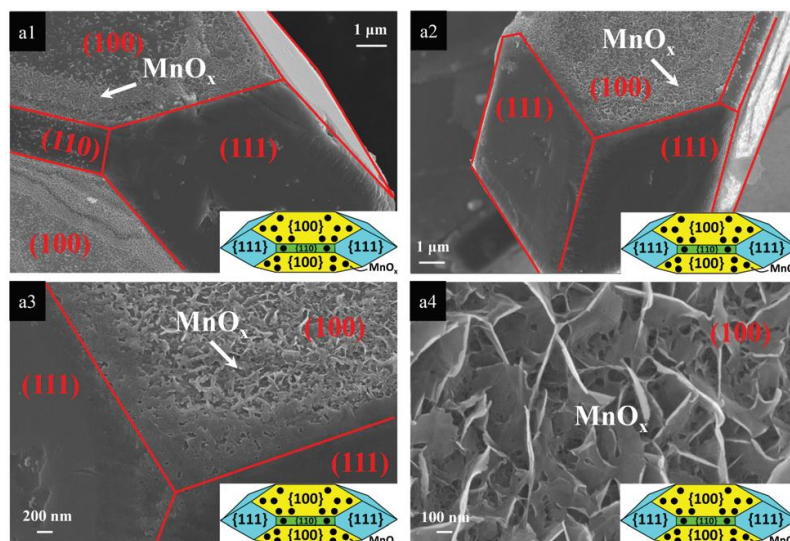


Figure 8. SEM images of the cuprous oxide single crystal particles prepared by hydrothermal synthesis and MnO_x photo-deposition [25]

Hydrolysis method is a method that takes univalent copper compounds (such as CuCl , CuAc , Cu_2SO_4 , etc.) as reactants to obtain Cu_2O through hydrolysis reaction. H. Liu et al. [28] used hydrolysis method according to the characteristics of different reactions of CuCl in water with different pH values (i. e. complexing at low pH values ($\text{pH} < 2.4$) and disproportionation ($2.4 < \text{pH} < 5.0$), alkaline hydrolysis reaction occurs when $\text{pH} > 5.0$), and uniform hollow Cu_2O nano cubes are prepared (Figure 9). Other reactants include sodium sulfite, sodium phosphate, etc. after the reaction, the suspension of Cu_2O is obtained, and then the product is obtained by centrifugation and drying. This method is only applicable to powder materials, and the obtained Cu_2O has uniform grain size and high yield.

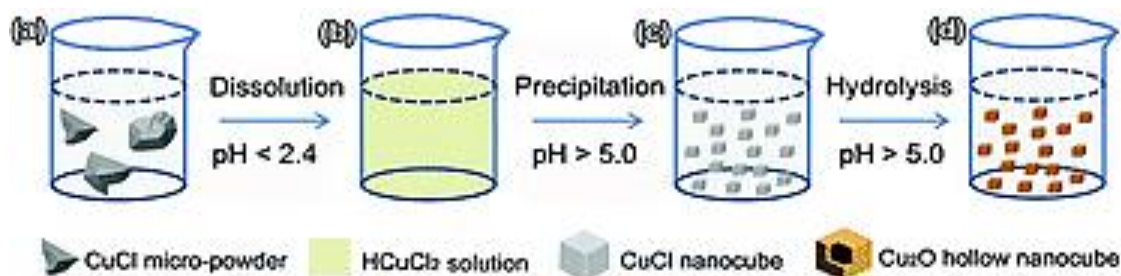


Figure 9. Schematic illustration of the hydrolysis synthetic route from CuCl micro-powder to fine hollow Cu_2O NCs with uniform sizes [28]

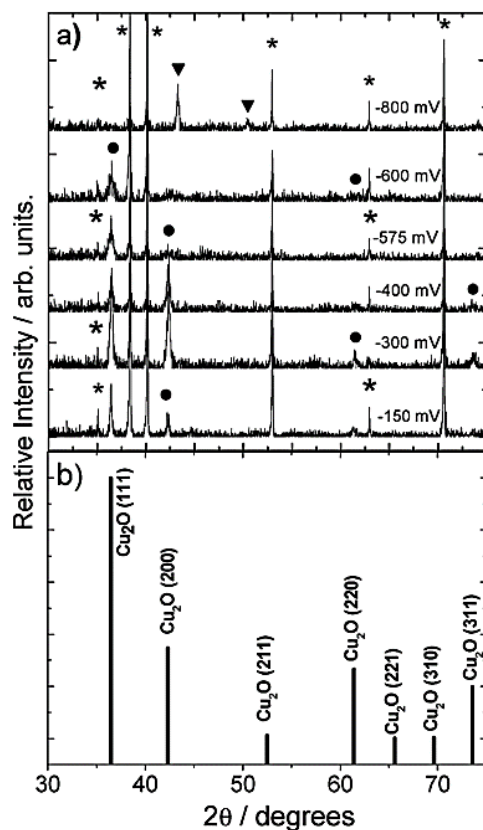


Figure 10. (a) XRD patterns for Cu_2O films electrochemically deposited under different applied potentials at $30\text{ }^\circ\text{C}$ and $\text{pH}=9$: Cu_2O (●), metallic Cu (▼), and Ti substrate (*). (b) Reflections of Cu_2O according to the JCPDS card (78-2076) [32]

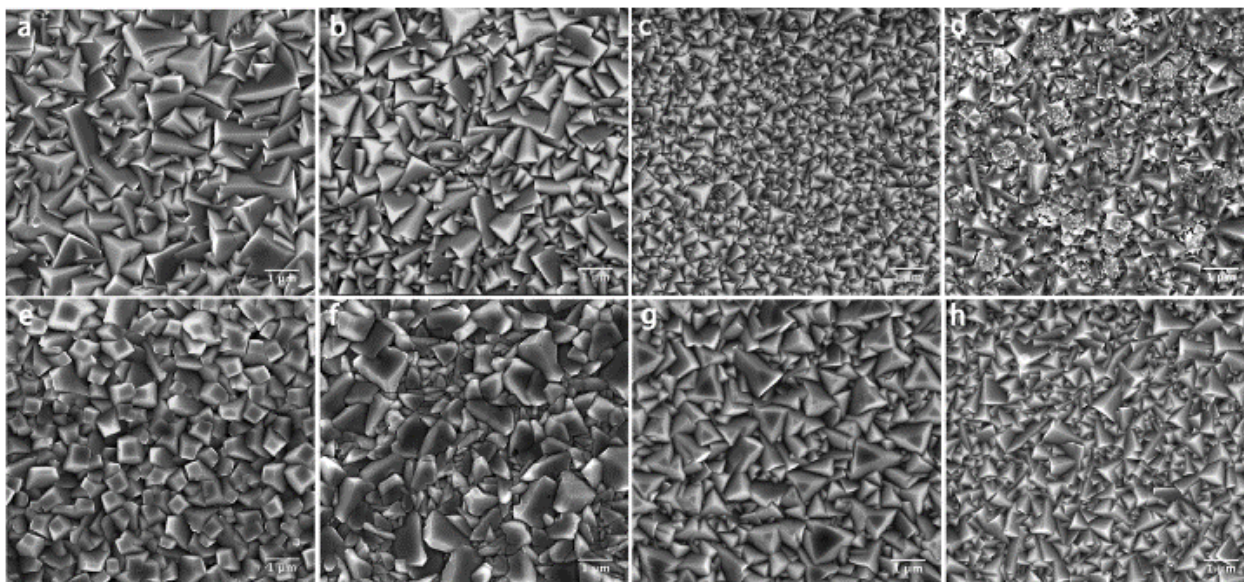


Figure 11. SEM images of Cu_2O films deposited from the copper lactate solution buffered at $\text{pH}=12$. (a)~(d) At $30\text{ }^\circ\text{C}$ for deposition currents of -0.05 , -0.1 , -0.15 , -0.2 mA cm^{-2} , respectively; (e)~(h) At $60\text{ }^\circ\text{C}$ for deposition currents of -0.2 , -0.4 , -0.8 , -1.6 mA cm^{-2} , respectively [34]

In addition, the research group used the two-electrode method to study the electrochemical deposition of Cu_2O . It was found that when the voltage was controlled in the appropriate range (1.0~1.5v), high-quality Cu_2O single crystal films could be grown in situ by electrochemical deposition. The SEM image shown in Figure 12a-g shows the growth process of single crystal thin film. From the Figure, we can observe that in the initial stage (0-5min), the regular top up Cu_2O nano cube is highly dispersed on the substrate, and its grain size increases with the extension of deposition time. After electrochemical deposition for 10 minutes, the size of the nano cube increased to about 300nm, and most of the nano cubes were interspersed with each other. At the same time, a layer-by-layer growth mode was observed. Finally, the grown nano cubes were combined to form a dense single crystal film, and many triangular pyramid structures were displayed on the surface. Each triangular pyramid exposed three $\{100\}$ crystal planes, as shown in the simulated three-dimensional crystal structure diagram (Figure 12h) [37]. High-quality electrochemical growth can also regulate the exposed crystal surface, and then obtain Cu_2O single crystal films with different crystal exposed surfaces on both sides (Figure 13a)

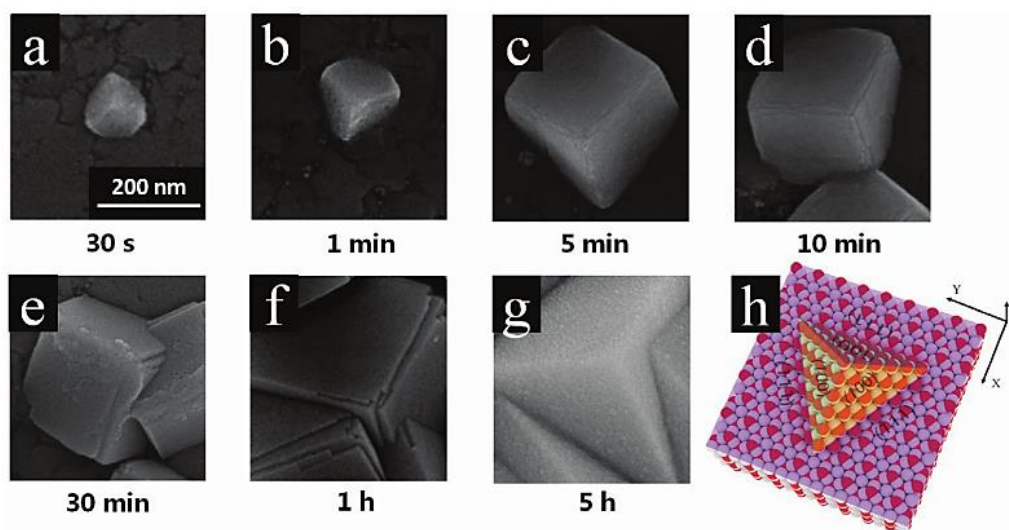


Figure 12. (a-g) SEM images of the growth process of the Cu_2O single crystal film over time; (h) Schematic plot of the orientated growth of the Cu_2O single crystal film along the z-axis [37]

The surface of Cu_2O single crystal films grown under strong alkaline conditions is covered by $\{100\}$ crystal planes, and the back is composed of $\{111\}$ crystal planes. From the cross-sectional SEM photos (Figure 13b), it can be observed that the Cu_2O single crystal film obtained by this technology is uniform and dense inside, showing the characteristics of less grain boundaries and fewer defects. At the same time, this Cu_2O single crystal film with crystal plane anisotropy grown by electrochemical deposition has the characteristics of carrier self separation compared with the Cu_2O single crystal film with crystal plane anisotropy, and has the potential to use both thermal energy and light energy (Fig. 13c-d). In the subsequent research, according to the mechanism of Cu_2O single crystal film (deactivation results from the contact between Cu_2O and protons), our research group proposed that the selection of protective layer must be dense to isolate protons on the one hand, and conducive to electron conduction to complete carrier transport on the other hand. Therefore, in the follow-up study, the Ag film (10nm) deposited by polyurethane acrylate (PUA) and high-power pulsed magnetron sputtering (hipims) were used to form a dense proton isolation layer, which inhibited the deactivation of Cu_2O single crystal film [35, 36].

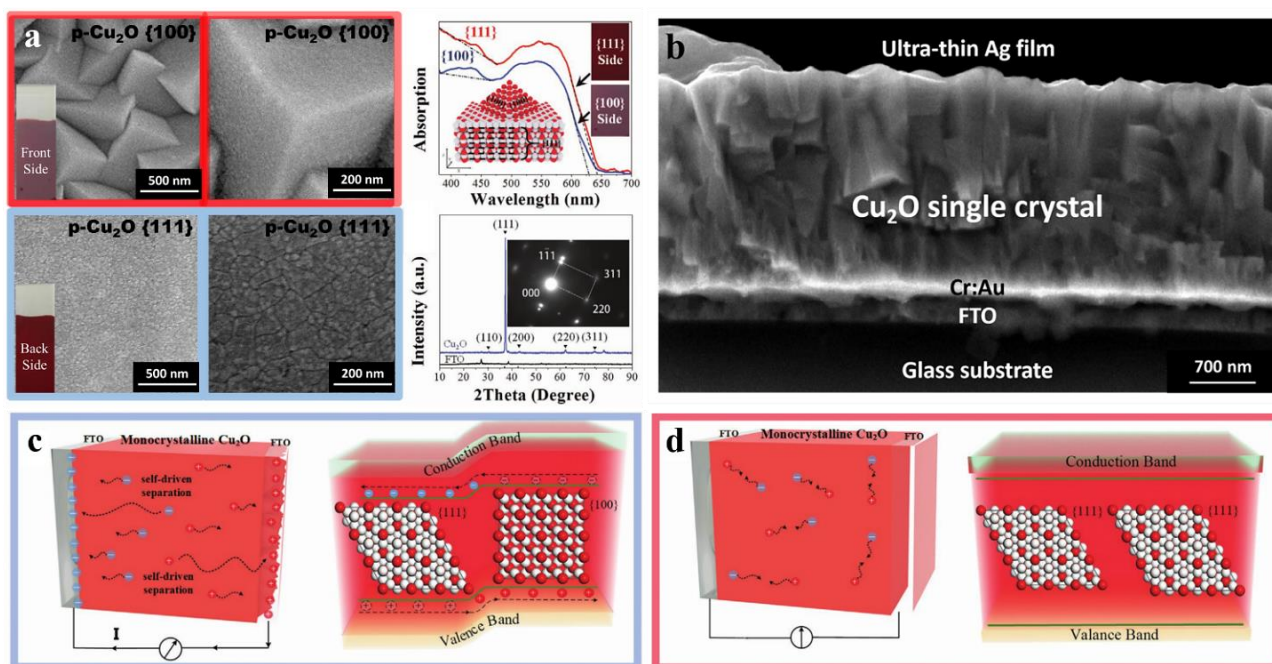


Figure 13. (a) SEM images, front view ($\text{Cu}_2\text{O}\{100\}$ crystal plane) and back view ($\text{Cu}_2\text{O}\{111\}$ crystal plane), diffuse reflection UV-vis absorption spectra and X-ray diffraction spectra of Cu_2O single crystal films with anisotropic crystal facet unit grown by electrodeposition [37]; (b) SEM images of cross-section of Cu_2O single crystal films with anisotropic crystal facet unit grown by electrodeposition [36]; (c) Schematic plots of the Cu_2O single crystal films with anisotropic crystal facet unit grown by electrochemical deposition and the corresponding band structure [37]; (d) Schematic plots of the Cu_2O single crystal films with two homogeneous crystal faces and the corresponding band structure [37]

The preparation methods of Cu_2O continue to develop and mature, which can be divided into solid-phase synthesis, gas-phase synthesis and liquid-phase synthesis. Thin film and monocrystallization of Cu_2O are the most obvious development trends. Thin film means that Cu_2O can be standardized and prepared in large size. Single crystal can make the internal crystals of the film perfectly arranged and reduce grain boundaries and crystal defects. Exploring the preparation technology with high film forming quality and controllable exposure of crystal surface will become the research focus of Cu_2O preparation technology. In addition, the research and development of Cu_2O also has the trend of functionalization and low cost. For example, the development of Cu_2O single crystal films with high hole transmission performance by low-cost electrochemical deposition has great application potential in the field of heterojunction photovoltaic devices.

To sum up, it is believed that with the continuous efforts of scientific researchers and the continuous exploration of growth mechanism and synthesis methods, the corresponding new efficient and stable Cu_2O will become a semiconductor material with good performance and wide application, and will eventually be put into practical application, serving the fields of photocatalytic decomposition of water to produce hydrogen, reduction of carbon dioxide, hole transport materials for solar cells, biosensors, catalytic degradation, semiconductor functional devices and so on, Make great contributions to the progress of human society.

References:

1. Khan, S. U., Al-Shahry, M., & Ingler Jr, W. B. (2002). Efficient photochemical water splitting by a chemically modified n-TiO₂. *Science*, 297(5590), 2243–2245. <https://doi.org/10.1126/science.1075035>
2. Shim, M., & Guyot-Sionnest, P. (2001). Organic-capped ZnO nanocrystals: synthesis and n-type character. *Journal of the American Chemical Society*, 123(47), 11651–11654. <https://doi.org/10.1021/ja0163321>
3. Wei, Y. L., Rong, B., Chen, X., Ding, Y. Y., Huang, Y. F., Fan, L. Q., & Wu, J. H. (2021). Porous and visible-light-driven p–n heterojunction constructed by Bi₂O₃ nanosheets and WO₃ microspheres with enhanced photocatalytic performance. *Separation and Purification Technology*, 256, 117815. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2020.117815>
4. Al-Douri, Y., Amrane, N., & Johan, M. R. (2019). Annealing temperature effect on structural and optical investigations of Fe₂O₃ nanostructure. *Journal of Materials Research and Technology*, 8(2), 2164–2169. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2019.02.004>
5. Rej, S., Bisetto, M., Naldoni, A., & Fornasiero, P. (2021). Well-defined Cu₂O photocatalysts for solar fuels and chemicals. *Journal of Materials Chemistry A*, 9(10), 5915–5951. <https://doi.org/10.1039/D0TA10181H>
6. Zhou, M., Guo, Z., & Liu, Z. (2020). FeOOH as hole transfer layer to retard the photocorrosion of Cu₂O for enhanced photoelectrochemical performance. *Applied Catalysis B: Environmental*, 260, 118213. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2019.118213>
7. Cao, D., Nasori, N., Wang, Z., Wen, L., Xu, R., Mi, Y., & Lei, Y. (2016). Facile surface treatment on Cu₂O photocathodes for enhancing the photoelectrochemical response. *Applied Catalysis B: Environmental*, 198, 398–403. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2016.06.010>
8. Grondahl, L. O. (1933). The copper-cuprous-oxide rectifier and photoelectric cell. *Reviews of Modern Physics*, 5(2), 141. <https://doi.org/10.1103/RevModPhys.5.141>
9. Olsen, L. C., Bohara, R. C., & Urie, M. W. (1979). Explanation for low-efficiency Cu₂O Schottky-barrier solar cells. *Applied physics letters*, 34(1), 47–49. <https://doi.org/10.1063/1.90593>
10. Musa, A. O., Akomolafe, T., & Carter, M. J. (1998). Production of cuprous oxide, a solar cell material, by thermal oxidation and a study of its physical and electrical properties. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 51(3–4), 305–316. [https://doi.org/10.1016/S0927-0248\(97\)00233-X](https://doi.org/10.1016/S0927-0248(97)00233-X)
11. Hong, X., Wang, G., Zhu, W., Shen, X., & Wang, Y. (2009). Synthesis of sub-10 nm Cu₂O nanowires by poly (vinyl pyrrolidone)-assisted electrodeposition. *The Journal of Physical Chemistry C*, 113(32), 14172–14175. <https://doi.org/10.1021/jp9039786>
12. Li, Y., Zhang, X., Chen, H., & Li, Y. (2015). Thermal conversion synthesis of Cu₂O photocathode and the promoting effects of carbon coating. *Catalysis Communications*, 66, 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.catcom.2015.03.007>
13. Luo, J., Steier, L., Son, M. K., Schreier, M., Mayer, M. T., & Grätzel, M. (2016). Cu₂O nanowire photocathodes for efficient and durable solar water splitting. *Nano letters*, 16(3), 1848–1857. <https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.5b04929>
14. Kobayashi, H., Nakamura, T., & Takahashi, N. (2007). Preparation of Cu₂O films on MgO (1 1 0) substrate by means of halide chemical vapor deposition under atmospheric pressure. *Materials Chemistry and Physics*, 106(2-3), 292-295. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2007.06.008>
15. Kim, H., Lee, M. Y., Kim, S. H., Bae, S. I., Ko, K. Y., Kim, H., ... & Lee, D. J. (2015). Highly-conformal p-type copper (I) oxide (Cu₂O) thin films by atomic layer deposition using a fluorine-free amino-alkoxide precursor. *Applied Surface Science*, 349, 673–682. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2015.05.062>

16. Li, B. S., Akimoto, K., & Shen, A. (2009). Growth of Cu₂O thin films with high hole mobility by introducing a low-temperature buffer layer. *Journal of Crystal Growth*, 311(4), 1102–1105. <https://doi.org/10.1016/j.jcrysgro.2008.11.038>
17. Lee, Y. S., Winkler, M. T., Siah, S. C., Brandt, R., & Buonassisi, T. (2011). Hall mobility of cuprous oxide thin films deposited by reactive direct-current magnetron sputtering. *Applied Physics Letters*, 98(19), 192115. <https://doi.org/10.1063/1.3589810>
18. Markose, K., Shaji, M., Bhatia, S., Nair, P. R., Saji, K. J., Antony, A., & Jayaraj, M. K. (2020). Novel boron-doped p-type Cu₂O thin films as a hole-selective contact in c-Si solar cells. *ACS applied materials & interfaces*, 12(11), 12972–12981. <https://doi.org/10.1021/acsami.9b22581>
19. Noda, S., Shima, H., & Akinaga, H. (2013, April). Cu₂O/ZnO heterojunction solar cells fabricated by magnetron-sputter deposition method films using sintered ceramics targets. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 433, No. 1, p. 012027). IOP Publishing.
20. Ivill, M., Overberg, M. E., Abernathy, C. R., Norton, D. P., Hebard, A. F., Theodoropoulou, N., & Budai, J. D. (2003). Properties of Mn-doped Cu₂O semiconducting thin films grown by pulsed-laser deposition. *Solid-State Electronics*, 47(12), 2215–2220. [https://doi.org/10.1016/S0038-1101\(03\)00200-4](https://doi.org/10.1016/S0038-1101(03)00200-4)
21. Lee, S., Liang, C. W., & Martin, L. W. (2011). Synthesis, control, and characterization of surface properties of Cu₂O nanostructures. *ACS nano*, 5(5), 3736–3743. <https://doi.org/10.1021/nn2001933>
22. Chen, A., Long, H., Li, X., Li, Y., Yang, G., & Lu, P. (2009). Controlled growth and characteristics of single-phase Cu₂O and CuO films by pulsed laser deposition. *Vacuum*, 83(6), 927–930. <https://doi.org/10.1016/j.vacuum.2008.10.003>
23. Liu, X., Xu, M., Zhang, X., Wang, W., Feng, X., & Song, A. (2018). Pulsed-laser-deposited, single-crystalline Cu₂O films with low resistivity achieved through manipulating the oxygen pressure. *Applied Surface Science*, 435, 305–311. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2017.11.119>
24. Gou, L., & Murphy, C. J. (2003). Solution-phase synthesis of Cu₂O nanocubes. *Nano Letters*, 3(2), 231–234. <https://doi.org/10.1021/nl0258776>
25. Li, Y., Yun, X., Chen, H., Zhang, W., & Li, Y. (2016). Facet-selective charge carrier transport, deactivation mechanism and stabilization of a Cu₂O photo-electro-catalyst. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 18(10), 7023–7026. <https://doi.org/10.1039/C6CP00297H>
26. Wei, M., & Huo, J. (2010). Preparation of Cu₂O nanorods by a simple solvothermal method. *Materials Chemistry and Physics*, 121(1-2), 291-294. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2010.01.036>
27. Tan, C. S., Hsu, S. C., Ke, W. H., Chen, L. J., & Huang, M. H. (2015). Facet-dependent electrical conductivity properties of Cu₂O crystals. *Nano letters*, 15(3), 2155–2160. <https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.5b00150>
28. Liu, W., Zhu, Z., Deng, K., Li, Z., Zhou, Y., Qiu, H., ... & Tang, Z. (2013). Gold nanorod@chiral mesoporous silica core-shell nanoparticles with unique optical properties. *Journal of the American Chemical Society*, 135(26), 9659–9664. <https://doi.org/10.1021/ja312327m>
29. Zhang, Z., & Wang, P. (2012). Highly stable copper oxide composite as an effective photocathode for water splitting via a facile electrochemical synthesis strategy. *Journal of Materials Chemistry*, 22(6), 2456–2464. <https://doi.org/10.1039/C1JM14478B>
30. Siegfried, M. J., & Choi, K. S. (2005). Directing the architecture of cuprous oxide crystals during electrochemical growth. *Angewandte Chemie*, 117(21), 3282–3287. <https://doi.org/10.1002/ange.200463018>

31. Mizuno, K., Izaki, M., Murase, K., Shinagawa, T., Chigane, M., Inaba, M., ... & Awakura, Y. (2005). Structural and electrical characterizations of electrodeposited p-type semiconductor Cu₂O films. *Journal of The Electrochemical Society*, 152(4), C179.

32. Bijani, S., Martínez, L., Gabás, M., Dalchiele, E. A., & Ramos-Barrado, J. R. (2009). Low-temperature electrodeposition of Cu₂O thin films: modulation of micro-nanostructure by modifying the applied potential and electrolytic bath pH. *The Journal of Physical Chemistry C*, 113(45), 19482–19487. <https://doi.org/10.1021/jp905952a>

33. Paracchino, A., Laporte, V., Sivula, K., Grätzel, M., & Thimsen, E. (2011). Highly active oxide photocathode for photoelectrochemical water reduction. *Nature materials*, 10(6), 456–461. <https://doi.org/10.1038/nmat3017>

34. Paracchino, A., Brauer, J. C., Moser, J. E., Thimsen, E., & Graetzel, M. (2012). Synthesis and characterization of high-photoactivity electrodeposited Cu₂O solar absorber by photoelectrochemistry and ultrafast spectroscopy. *The Journal of Physical Chemistry C*, 116(13), 7341–7350. <https://doi.org/10.1021/jp301176y>

35. Li, Y., Zhong, X., Luo, K., & Shao, Z. (2019). A hydrophobic polymer stabilized p-Cu₂O nanocrystal photocathode for highly efficient solar water splitting. *Journal of Materials Chemistry A*, 7(26), 15593–15598. <https://doi.org/10.1039/C9TA04822G>

36. Li, Y., & Luo, K. (2019). Performance improvement of a p-Cu₂O nanocrystal photocathode with an ultra-thin silver protective layer. *Chemical Communications*, 55(67), 9963–9966. <https://doi.org/10.1039/C9CC04994K>

37. Li, Y., Luo, K., Tao, R., Wang, Z., Chen, D., & Shao, Z. (2020). A new concept and strategy for photovoltaic and thermoelectric power generation based on anisotropic crystal facet unit. *Advanced Functional Materials*, 30(28), 2002606. <https://doi.org/10.1002/adfm.202002606>

Список литературы:

1. Khan S. U. M., Al-Shahry M., Ingler Jr W. B. Efficient photochemical water splitting by a chemically modified n-TiO₂ // *Science*. 2002. V. 297. №5590. P. 2243-2245. <https://doi.org/10.1126/science.1075035>

2. Shim M., Guyot-Sionnest P. Organic-capped ZnO nanocrystals: synthesis and n-type character // *Journal of the American Chemical Society*. 2001. V. 123. №47. P. 11651-11654. <https://doi.org/10.1021/ja0163321>

3. Wei Y. L., Rong B., Chen X., Ding Y. Y., Huang Y. F., Fan L. Q., Wu J. H. Porous and visible-light-driven p–n heterojunction constructed by Bi₂O₃ nanosheets and WO₃ microspheres with enhanced photocatalytic performance // *Separation and Purification Technology*. 2021. V. 256. P. 117815. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2020.117815>

4. Al-Douri Y., Amrane N., Johan M. R. Annealing temperature effect on structural and optical investigations of Fe₂O₃ nanostructure // *Journal of Materials Research and Technology*. 2019. V. 8. №2. P. 2164-2169. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2019.02.004>

5. Rej S., Bisetto M., Naldoni A., Fornasiero P. Well-defined Cu₂O photocatalysts for solar fuels and chemicals // *Journal of Materials Chemistry A*. 2021. V. 9. №10. P. 5915-5951. <https://doi.org/10.1039/D0TA10181H>

6. Zhou M., Guo Z., Liu Z. FeOOH as hole transfer layer to retard the photocorrosion of Cu₂O for enhanced photoelectrochemical performance // *Applied Catalysis B: Environmental*. 2020. V. 260. P. 118213. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2019.118213>

7. Cao D., Nasori N., Wang Z., Wen L., Xu R., Mi Y., Lei Y. Facile surface treatment on Cu₂O photocathodes for enhancing the photoelectrochemical response // *Applied Catalysis B: Environmental*. 2016. V. 198. P. 398-403. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2016.06.010>
8. Grondahl L. O. The copper-cuprous-oxide rectifier and photoelectric cell // *Reviews of Modern Physics*. 1933. V. 5. №2. P. 141. <https://doi.org/10.1103/RevModPhys.5.141>
9. Olsen L. C., Bohara R. C., Urie M. W. Explanation for low-efficiency Cu₂O Schottky-barrier solar cells // *Applied physics letters*. 1979. V. 34. №1. P. 47-49. <https://doi.org/10.1063/1.90593>
10. Musa A. O., Akomolafe T., Carter M. J. Production of cuprous oxide, a solar cell material, by thermal oxidation and a study of its physical and electrical properties // *Solar Energy Materials and Solar Cells*. 1998. V. 51. №3-4. P. 305-316. [https://doi.org/10.1016/S0927-0248\(97\)00233-X](https://doi.org/10.1016/S0927-0248(97)00233-X)
11. Hong X., Wang G., Zhu W., Shen X., Wang Y. Synthesis of sub-10 nm Cu₂O nanowires by poly (vinyl pyrrolidone)-assisted electrodeposition // *The Journal of Physical Chemistry C*. 2009. V. 113. №32. P. 14172-14175. <https://doi.org/10.1021/jp9039786>
12. Li Y., Zhang X., Chen H., Li Y. Thermal conversion synthesis of Cu₂O photocathode and the promoting effects of carbon coating // *Catalysis Communications*. 2015. V. 66. P. 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.catcom.2015.03.007>
13. Luo J., Steier L., Son M. K., Schreier M., Mayer M. T., Grätzel M. Cu₂O nanowire photocathodes for efficient and durable solar water splitting // *Nano letters*. 2016. V. 16. №3. P. 1848-1857. <https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.5b04929>
14. Kobayashi H., Nakamura T., Takahashi N. Preparation of Cu₂O films on MgO (1 1 0) substrate by means of halide chemical vapor deposition under atmospheric pressure // *Materials Chemistry and Physics*. 2007. V. 106. №2-3. P. 292-295. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2007.06.008>
15. Kim H., Lee M. Y., Kim S. H., Bae S. I., Ko K. Y., Kim H., Lee D. J. Highly-conformal p-type copper (I) oxide (Cu₂O) thin films by atomic layer deposition using a fluorine-free amino-alkoxide precursor // *Applied Surface Science*. 2015. V. 349. P. 673-682. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2015.05.062>
16. Li B. S., Akimoto K., Shen A. Growth of Cu₂O thin films with high hole mobility by introducing a low-temperature buffer layer // *Journal of Crystal Growth*. 2009. V. 311. №4. P. 1102-1105. <https://doi.org/10.1016/j.jcrysgro.2008.11.038>
17. Lee Y. S., Winkler M. T., Siah S. C., Brandt R., Buonassisi T. Hall mobility of cuprous oxide thin films deposited by reactive direct-current magnetron sputtering // *Applied Physics Letters*. 2011. V. 98. №19. P. 192115. <https://doi.org/10.1063/1.3589810>
18. Markose K., Shaji M., Bhatia S., Nair P. R., Saji K. J., Antony A., Jayaraj M. K. Novel boron-doped p-type Cu₂O thin films as a hole-selective contact in c-Si solar cells // *ACS applied materials & interfaces*. 2020. V. 12. №11. P. 12972-12981. <https://doi.org/10.1021/acsami.9b22581>
19. Noda S., Shima H., Akinaga H. Cu₂O/ZnO heterojunction solar cells fabricated by magnetron-sputter deposition method films using sintered ceramics targets // *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing, 2013. V. 433. №1. P. 012027.
20. Ivill M., Overberg M. E., Abernathy C. R., Norton D. P., Hebard A. F., Theodoropoulou N., Budai J. D. Properties of Mn-doped Cu₂O semiconducting thin films grown by pulsed-laser deposition // *Solid-State Electronics*. 2003. V. 47. №12. P. 2215-2220. [https://doi.org/10.1016/S0038-1101\(03\)00200-4](https://doi.org/10.1016/S0038-1101(03)00200-4)
21. Lee S., Liang C. W., Martin L. W. Synthesis, control, and characterization of surface properties of Cu₂O nanostructures // *ACS nano*. 2011. V. 5. №5. P. 3736-3743. <https://doi.org/10.1021/nn2001933>

22. Chen A., Long H., Li X., Li Y., Yang G., Lu P. Controlled growth and characteristics of single-phase Cu₂O and CuO films by pulsed laser deposition // *Vacuum*. 2009. V. 83. №6. P. 927-930. <https://doi.org/10.1016/j.vacuum.2008.10.003>
23. Liu X., Xu M., Zhang X., Wang W., Feng X., Song A. Pulsed-laser-deposited, single-crystalline Cu₂O films with low resistivity achieved through manipulating the oxygen pressure // *Applied Surface Science*. 2018. V. 435. P. 305-311. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2017.11.119>
24. Gou L., Murphy C. J. Solution-phase synthesis of Cu₂O nanocubes // *Nano Letters*. 2003. V. 3. №2. P. 231-234. <https://doi.org/10.1021/nl0258776>
25. Li Y., Yun X., Chen H., Zhang W., Li Y. Facet-selective charge carrier transport, deactivation mechanism and stabilization of a Cu₂O photo-electro-catalyst // *Physical Chemistry Chemical Physics*. 2016. V. 18. №10. P. 7023-7026. <https://doi.org/10.1039/C6CP00297H>
26. Wei M., Huo J. Preparation of Cu₂O nanorods by a simple solvothermal method // *Materials Chemistry and Physics*. 2010. V. 121. №1-2. P. 291-294. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2010.01.036>
27. Tan C. S., Hsu S. C., Ke W. H., Chen L. J., Huang M. H. Facet-dependent electrical conductivity properties of Cu₂O crystals // *Nano letters*. 2015. V. 15. №3. P. 2155-2160. <https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.5b00150>
28. Liu W., Zhu Z., Deng K., Li Z., Zhou Y., Qiu H., Tang Z. Gold nanorod@chiral mesoporous silica core-shell nanoparticles with unique optical properties // *Journal of the American Chemical Society*. 2013. V. 135. №26. P. 9659-9664. <https://doi.org/10.1021/ja312327m>
29. Zhang Z., Wang P. Highly stable copper oxide composite as an effective photocathode for water splitting via a facile electrochemical synthesis strategy // *Journal of Materials Chemistry*. 2012. V. 22. №6. P. 2456-2464. <https://doi.org/10.1039/C1JM14478B>
30. Siegfried M. J., Choi K. S. Directing the architecture of cuprous oxide crystals during electrochemical growth // *Angewandte Chemie*. 2005. V. 117. №21. P. 3282-3287. <https://doi.org/10.1002/ange.200463018>
31. Mizuno K., Izaki M., Murase K., Shinagawa T., Chigane M., Inaba M., Awakura Y. Structural and electrical characterizations of electrodeposited p-type semiconductor Cu₂O films // *Journal of The Electrochemical Society*. 2005. V. 152. №4. P. C179.
32. Bijani S., Martínez L., Gabás M., Dalchiale E. A., Ramos-Barrado J. R. Low-temperature electrodeposition of Cu₂O thin films: modulation of micro-nanostructure by modifying the applied potential and electrolytic bath pH // *The Journal of Physical Chemistry C*. 2009. V. 113. №45. P. 19482-19487. <https://doi.org/10.1021/jp905952a>
33. Paracchino A., Laporte V., Sivula K., Grätzel M., Thimsen E. Highly active oxide photocathode for photoelectrochemical water reduction // *Nature materials*. 2011. V. 10. №6. P. 456-461. <https://doi.org/10.1038/nmat3017>
34. Paracchino A., Brauer J. C., Moser J. E., Thimsen E., Graetzel M. Synthesis and characterization of high-photoactivity electrodeposited Cu₂O solar absorber by photoelectrochemistry and ultrafast spectroscopy // *The Journal of Physical Chemistry C*. 2012. V. 116. №13. P. 7341-7350. <https://doi.org/10.1021/jp301176y>
35. Li Y., Zhong X., Luo K., Shao Z. A hydrophobic polymer stabilized p-Cu₂O nanocrystal photocathode for highly efficient solar water splitting // *Journal of Materials Chemistry A*. 2019. V. 7. №26. P. 15593-15598. <https://doi.org/10.1039/C9TA04822G>
36. Li Y., Luo K. Performance improvement of a p-Cu₂O nanocrystal photocathode with an ultra-thin silver protective layer // *Chemical Communications*. 2019. V. 55. №67. P. 9963-9966. <https://doi.org/10.1039/C9CC04994K>

37. Li Y., Luo K., Tao R., Wang Z., Chen D., Shao Z. A new concept and strategy for photovoltaic and thermoelectric power generation based on anisotropic crystal facet unit // *Advanced Functional Materials*. 2020. V. 30. №28. P. 2002606. <https://doi.org/10.1002/adfm.202002606>

*Работа поступила
в редакцию 04.06.2022 г.*

*Принята к публикации
08.06.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Ren Bingbing, Mindrov K. Progress in Research on the Technology of Obtaining Inorganic Oxide Semiconductors From Type P Copper (I) Oxide // *Бюллетень науки и практики*. 2022. Т. 8. №8. С. 216-231. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/26>

Cite as (APA):

Ren, Bingbing, & Mindrov, K. (2022). Progress in Research on the Technology of Obtaining Inorganic Oxide Semiconductors From Type P Copper (I) Oxide. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 216-231. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/26>

UDC 656.071.32.072

https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/27

DESIGN OF DANGEROUS DRIVING BEHAVIOR DETECTION SYSTEM BASED ON STM32

©Cheng Changshan, Jiangsu University of Science and Technology,
Zhenjiang, China, 345548939@qq.com

©Levtsev A., Dr. habil., Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia

©Zhao Changhao, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang, China

©Song Mengchen, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang, China

©Min Xubo, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang, China

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ НА БАЗЕ STM32 ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ОПАСНОГО ПОВЕДЕНИЯ ВОДИТЕЛЯ

©Чэн Чаншань, Цзянсуский университет науки и технологии,
г. Чжэньцзян, Китай, 345548939@qq.com

©Левцев А. П., д-р техн. наук, Национальный исследовательский Мордовский
государственный университет им. Н. П. Огарева, г. Саранск, Россия

©Чжао Чанхао, Цзянсуский университет науки и технологии, Чжэньцзян, Китай

©Сун Мэнчэнь, Цзянсуский университет науки и технологии, Чжэньцзян, Китай

©Минь Сюйбо, Цзянсуский университет науки и технологии, Чжэньцзян, Китай

Abstract. With the rapid development of China's economy and the continuous improvement of the living standards of the people, cars have gradually become an indispensable tool for travel. At the same time as the number of cars increases rapidly, the accident rate of road traffic is also increasing. Traffic accidents caused by dangerous driving behavior account for a large part of the accident rate. In order to reduce the road traffic accident rate, a vehicle dangerous driving behavior detection system using STM32 single-chip microcomputer is designed from the vehicle itself, which mainly detects the speed and weight of the vehicle. When the vehicle is in the starting state, the detection system detects the weight and speed of the vehicle in real time through the sensor and the motor speed. In this system, the STM32 is used as a core MCU. When the speed or weight of the vehicle exceeds the threshold, the MCU performs an alarm and subsequent operations. This design introduces the overall design of the system in detail, from the test of each module to the use of the overall connection test, the interface module and STM32 interface circuit as well as the system hardware circuit and related peripheral circuits are given, and finally the measurement data is displayed through the OLED. The design is simple in structure and can be applied to various vehicles.

Аннотация. С быстрым развитием экономики Китая и постоянным повышением уровня жизни в стране автомобили постепенно становятся необходимым средством передвижения. Стремительный рост числа автомобилей сопровождался постоянным увеличением количества дорожно-транспортных происшествий. Дорожно-транспортные происшествия, вызванные опасным поведением водителей (например, превышение скорости, перегрузка и т. д.), составляют немалую часть от общего числа ДТП. Для того чтобы снизить уровень дорожно-транспортных происшествий, система обнаружения опасного поведения водителя транспортного средства с использованием микроконтроллера STM32 разработана на основе самого автомобиля, который в основном определяет скорость и вес транспортного средства. Эта система обнаружения определяет вес и скорость автомобиля в реальном времени с

помощью датчиков, а также скорость двигателя, когда автомобиль находится в состоянии запуска. В этой системе в качестве основного микроконтроллера используется STM32, и когда скорость или вес автомобиля превышают пороговое значение, микроконтроллер выполняет сигнал тревоги и последующие операции. В этом проекте подробно описывается общая конструкция системы, от тестирования отдельных модулей до общего шарнирного тестового использования, приводятся схемы интерфейсного модуля и STM32, а также схемы аппаратного обеспечения системы, связанные периферийные схемы и т. д. Данные измерений в конечном итоге отображаются на OLED ЖК-дисплее. Конструкция проста по строению и может применяться на всех типах транспортных средств.

Keywords: STM32 single chip microcomputer, pressure sensor, Hall sensor.

Ключевые слова: микроконтроллер STM32, датчик давления, датчик Холла.

Introduction

With the continuous improvement of China's national economy, the per capita car ownership in China is also rising. According to statistics from the 2018 China National Economic and Social Development Statistical Bulletin, China's national car ownership at the end of 2018 was 240.28 million (including 9.06 million three-wheeled vehicles and low-speed freight vehicles), an increase of 10.5% over the end of 2017, including 207.3 million private cars, an increase of 10.9% year-on-year. The number of civilian cars is 134.51 million, an increase of 10.4%, including 125.89 million private cars, an increase of 10.3%. This design simulates the detection of dangerous driving system part - load detection and speed detection. The STM32 microcontroller is used to control the model part of the intelligent car, which is used to realize the detection and alarm functions.

Now the market sales of car safety driving alarm system mainly for electronic dog, single frequency or triple frequency speed radar alarm, GPS speed radar alarm, etc.. Through the survey can be found on the market most of the alarms are mostly to avoid the traffic police department speed detection system, and can not improve traffic safety, but will encourage some drivers to get lucky. And most freight vehicles are basically no weight detection system, which leads to freight drivers will occasionally overload transport, thus occurring danger when the brake is too late or due to the braking distance is too long and lead to traffic accidents.

This design is mainly based on STM32 microcontroller and DC motor equipped with Hall encoder and pressure sensor. The STM32 microcontroller is used as the core to control the operation of the whole system. The STM32 microcontroller is controlled so that the speed and weight can be controlled and detected. This design focuses on the hardware circuit design by partial physical as well as experimental. The details are as follows.

(1) The STM32 microcontroller is used as the core control, by controlling the STM32 microcontroller and then controlling the function of each other module to achieve.

(2) Test the pressure sensor module and the motor drive speed module separately to check whether they can accomplish their intended goals and to perform basic debugging of them.

(3) Soldering the hardware circuit, supplying power to the motor, and testing the speed so that it can perform basic operation.

(4) Assemble each module part as a whole to carry a complete circuit and design.

(5) Debug the piggybacked system as a whole to improve the problematic parts and finally achieve the desired goal.

The main purpose of this design is that this system device is mainly used to remind drivers to drive safely, obey traffic rules, and prevent traffic accidents due to dangerous driving. The dangerous driving behavior detection system is an experiment with practical value, and circuit welding, motor regulation and program modification, etc. will be used in the design process.

Hazardous driving system design circuit mainly consists of power supply module, STM32 microcontroller system module, motor drive speed measurement module and pressure sensor module.

The STM32 microcontroller as the core of the control system, using the composition of multiple modules, external pressure sensors and motor-driven speed module to achieve the purpose of detecting weight and speed. And the parameters detected by the module return to the microcontroller for processing, and then through the microcontroller for data transmission.

The STM32-based hazardous driving system detection is powered by a power supply module to the microcontroller, which enables the microcontroller to control each module to achieve the desired goal. The reset module performs the reset and initialization of the system, the crystal circuit provides the clock signal to the microcontroller to ensure the normal operation of the system, the motor drive speed module supplies power to the motor to ensure normal operation and speed measurement function, and the pressure sensor measures the load weight. The block diagram of the system structure is drawn according to the designed functions, as shown in Figure 1.

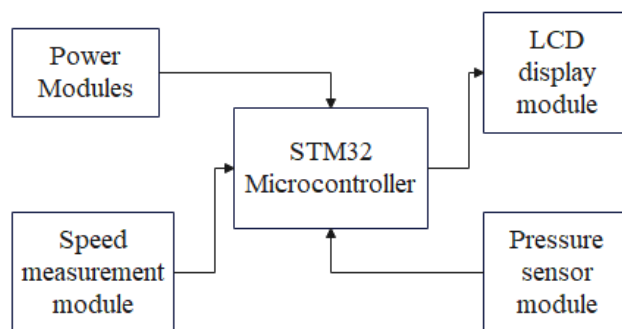


Figure 1. Overall system block diagram

The hardware of this design of dangerous driving detection system design has the following main components.

(1) Main control module: The system core hardware based on STM32 microcontroller is used to control the operation and detection of the whole system.

(2) Power supply module: A 7.2V lithium battery is regulated to 5V and 3.3V as the input power source. 5V supplies some pins of the pressure sensor, encoder, and motor driver module, and 3.3V supplies power to the OLED and STM32 microcontroller. Meanwhile, 7.2V can directly power some of the pins of the motor driver module.

(3) Motor drive speed module consists of two DC motors with encoders, equipped with Hall sensors to facilitate real-time speed measurement of motor speed, driven by a TB6612 chip integrated drive module.

(4) Pressure sensor module: HX711 is used as the sampling module, and the setting range is 0-5kg. when the range is exceeded, it will be simulated as an overload situation.

(5) OLED display module: 0.96" OLED is used as the OLED display to facilitate the display of real time speed and load capacity.

The main control module adopts STM32 microcontroller as the core control board, which also contains reset circuit, etc. STM32 microcontroller is used to control motor drive speed measurement module, pressure sensor module and OLED display module. The reset circuit adopts manual reset to ensure normal operation after manual reset in case the microcontroller does not work properly. As shown in Figure 2.

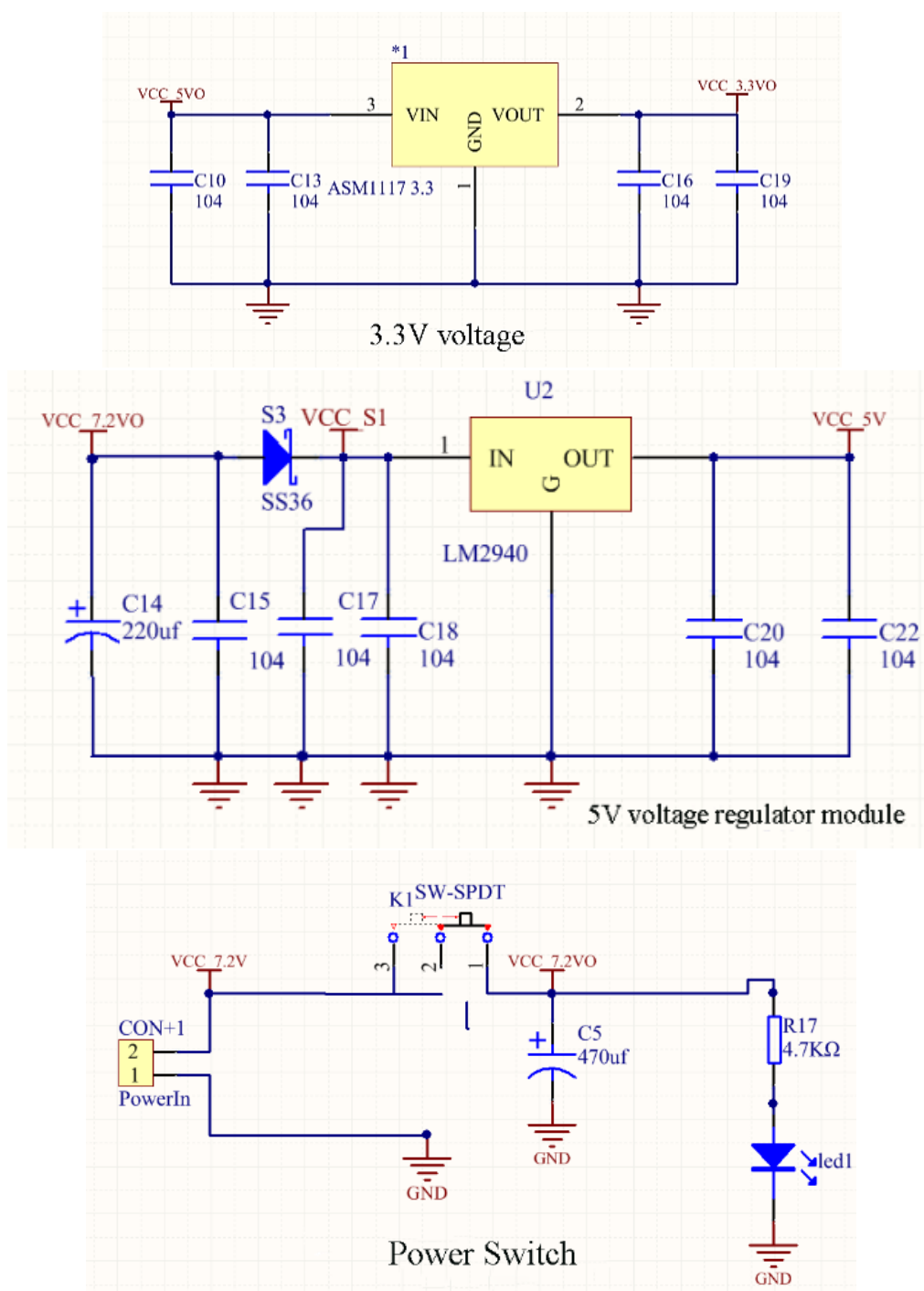


Figure 2. STM32 microcontroller schematic

The design is mainly powered by a 7.2V lithium battery. the STM32 microcontroller can be powered by a J-link downloader or by 3.3V. The regulated 5V voltage source is used to power the pins of the pressure sensor module and the driver module part as well as the encoder. The drive motor voltage range is 6.5V15V, so the 7.2V power supply can be directly connected to the driver module pins to ensure normal use. This is shown in Figure 3.

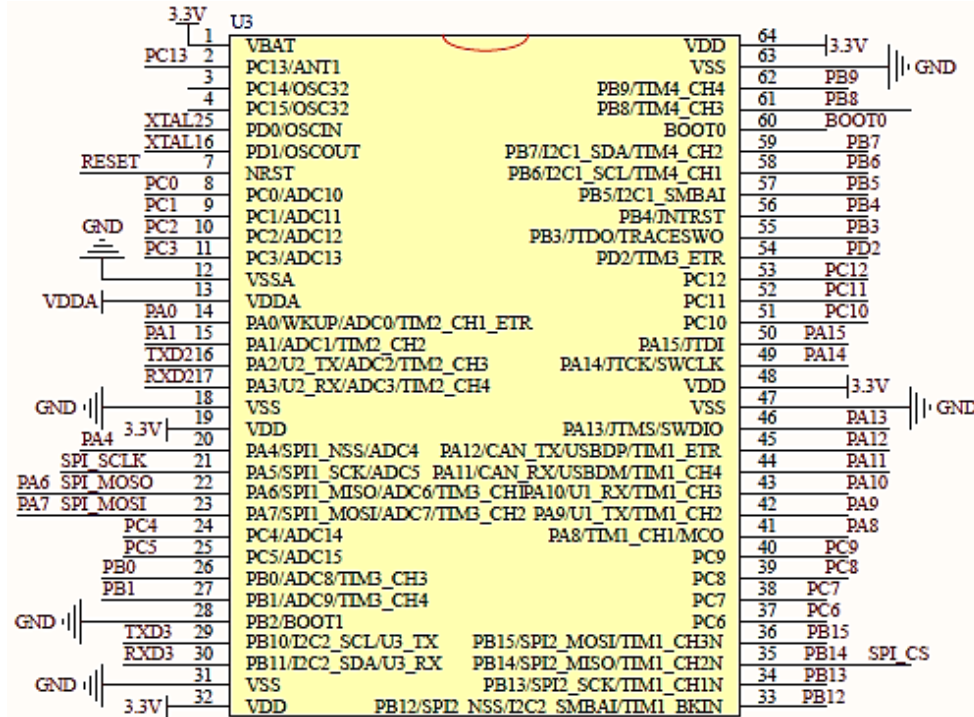


Figure 3. Power supply module circuit schematic

The design adopts a dual motor drive method to drive the encoder motor through the motor drive module composed of TB6612FNG chip, and speed and steering control can be achieved by changing the polarity and voltage. As shown in Figure 4.

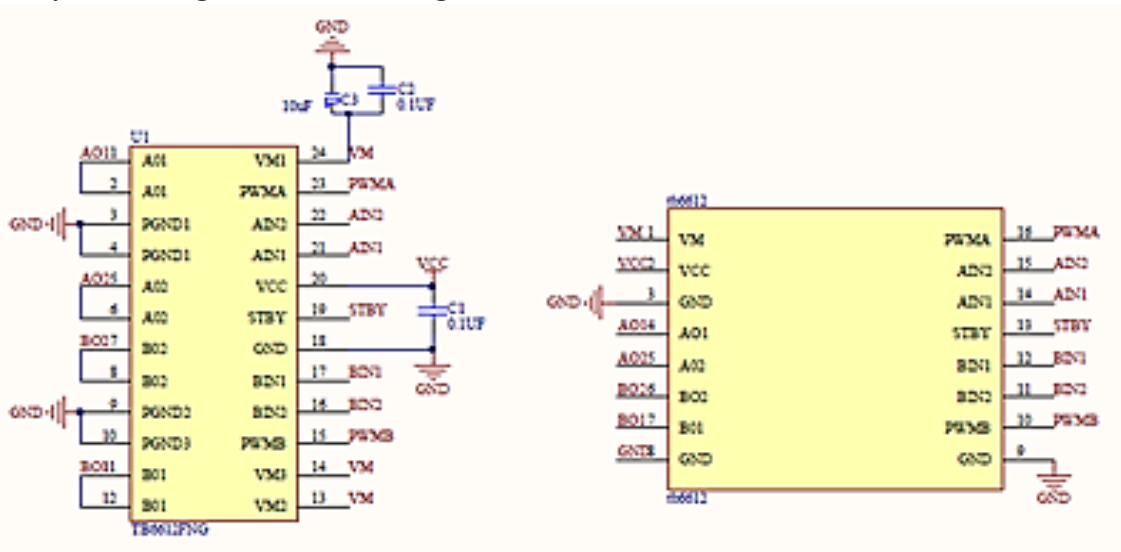


Figure 4. Motor drive module composed of TB6612FNG

To achieve the above functions, a 7.2V power supply can be used for direct power supply, but the load capacity of the microcontroller IO port is weak, and the DC motor is a high-current inductive load, so a motor driver module consisting of the TB6612 chip is used.

Among them, TB6112FNG is a DC motor driver chip produced by Toshiba, the largest semiconductor manufacturing company in Japan, which has the characteristics of dual-channel circuit output, high-current MOSFET-H-bridge structure, and can drive two motors simultaneously.

The Hall encoder is a sensor that converts the geometric displacement on the output axis into a pulse signal or digital quantity through magneto-electric conversion. The encoder consists of a Hall code plate and a Hall element. The Hall code plate is a circular plate of a certain diameter with different magnetic poles arranged in equal parts. When the motor rotates, the Hall element detects and outputs a number of pulses. Generally, two sets of square wave signals with a certain phase difference are output, and the STM32 microcontroller comes with an encoder interface, so it can be directly connected to the microcontroller IO port.

Since this design is still quite different from the specific vehicle, the module integrated with the HX711 chip is used as the analog weight measurement module. Compared with other chips of the same type, this chip has integrated internal voltage regulator and on-chip clock oscillator, etc., while other chips of the same type need similar peripheral circuits. The chip has the advantages of high integration, fast response time, and relatively strong anti-interference performance. At the same time, the interface and programming of this chip with STM32 microcontroller is relatively simple compared with other chips of the same type, and all control signals can be driven by the pins without the need to process and program the registers inside the chip. As shown in Figure 5.

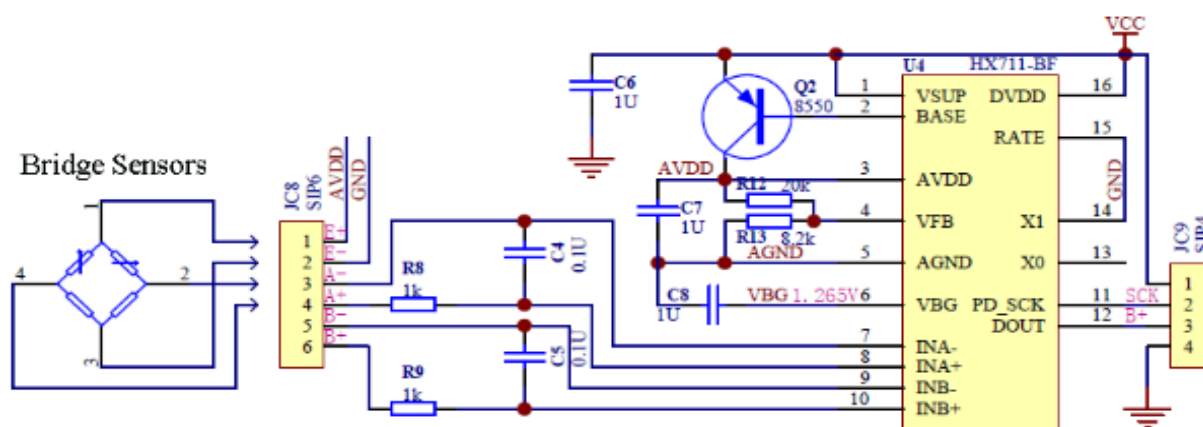


Figure 5. Pressure sensor module

After final selection and debugging, a 0.96" OLED was chosen to display the measured pressure values. The display can support IIC or SPI input mode, and through practice the OLED uses the SPI input mode. Where SDA is the data line, SCL is the clock line, RES is the display reset pin, DC is the data/command selection pin, CS is the data chip selection, low level active, when not in use need to ground cannot be suspended. Finally, the measured pressure value is displayed through the OLED. As shown in Figure 6.

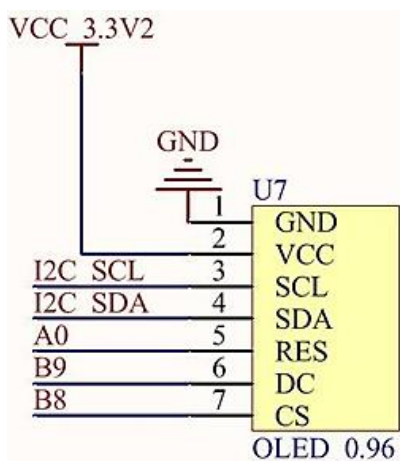


Figure 6. OLED display module

First, each module, including the whole system, is initialized and then enters the main program loop. The system automatically detects the speed and pressure values and displays them on the OLED screen, and compares the detected values with the preset values to find out whether the vehicle is overloaded. If there is overload, the OLED display will show an error; if there is no overload, the system will work normally. As shown in Figure 7.

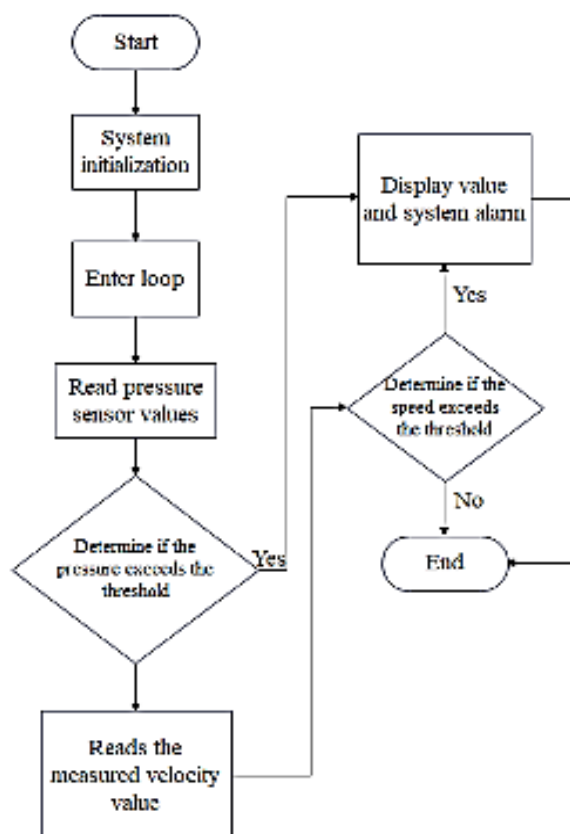


Figure 7. General block diagram of the system program

The main function program first performs the initialization of the motor drive speed measurement module, pressure sensor module, and OLED display module, and then enters the big loop program.

In the big loop program, it first enters the value acquisition of the pressure sensor, gets a reading value, and then compares with the preset value. If the value exceeds the preset value, it will directly alarm and jump out of the cycle without executing the subsequent operations. If it is within the preset value, then the speed measurement module reads the value and compares it with the preset value. If the speed does not exceed the preset value, the system operates normally; if it exceeds the preset value, the alarm is raised and the cycle is jumped. As shown in Figure 8.

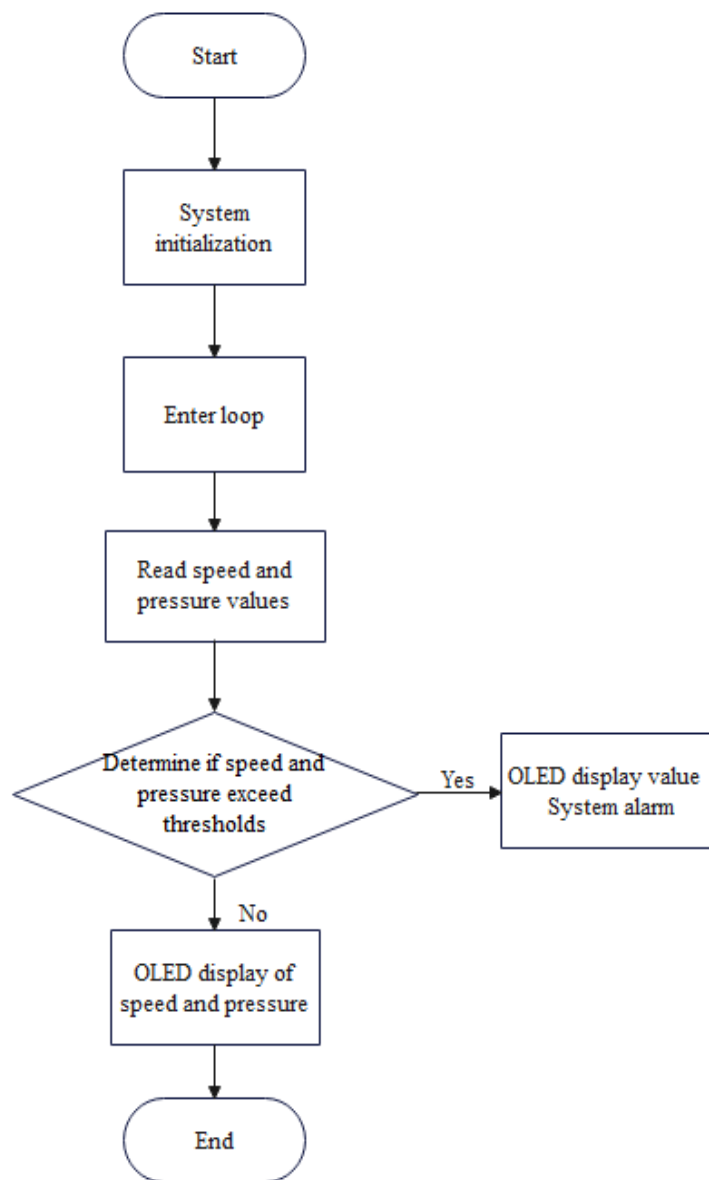


Figure 8. Main program flow block diagram

Because the encoder output is a standard square wave and the STM32 microcontroller comes with an encoder interface, it can be directly wired using the hardware technique, i.e., the IO port is directly wired. Connect to the STM32 microcontroller IO port for direct reading. As shown in Figure 9.

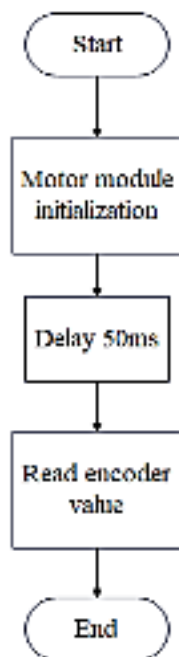


Figure 9. Block diagram of motor speed reading process

The pressure sensor module integrated by the HX711 chip is relatively easy to interface and program with the STM32 microcontroller at the back end. All control signals can be driven by the STM32 microcontroller pins without programming the registers inside the chip. The clock oscillator inside the chip does not require any external devices. As shown in Figure 10.

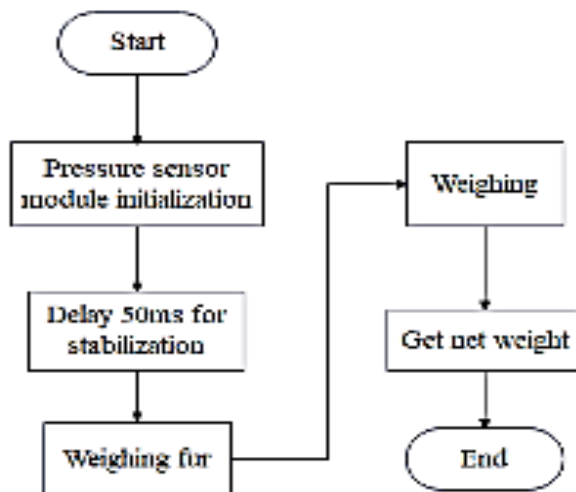


Figure 10. Pressure sensor module data reading program flow block diagram

The OLED mainly displays the measured weight value and detects in real time whether the predetermined value is exceeded or not, and displays an error if the predetermined value is exceeded. As shown in Figure 11.

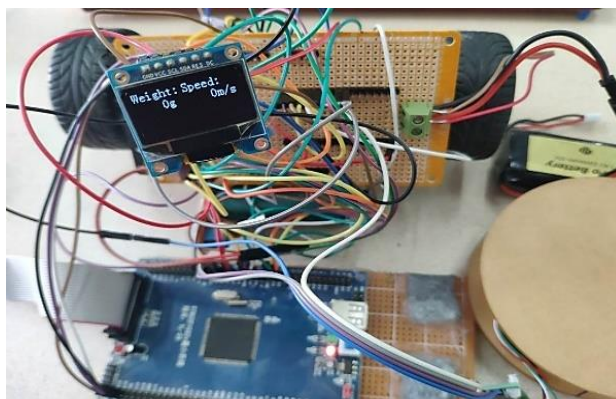


Figure 11. OLED module program flow block diagram

This time, we mainly use keil5 to test each module and debug the system in general. The main task of software debugging is to debug through the physical circuit, find and modify the errors in the program, and find faults in the physical operation results. In the process of debugging the program, we should first design independent debugging subroutine modules to test whether the program can achieve the expected functions and whether the interface control circuit is normal, and finally gradually connect the subroutines for total debugging.

After the program debugging and software simulation, the program written can run normally and meet the requirements, the system can achieve the expected results of operation. Later on, the welding of some physical parts is carried out. According to the corresponding circuit schematic, the required components are laid out and welded on the circuit board in a reasonable manner. After the welding is completed, the hardware is debugged. The system power supply OLED initialization after the boot interface is shown in Figure 12.

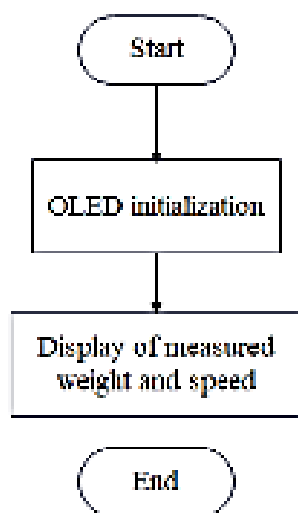


Figure 12. OLED interface after power-on initialization

A cell phone is placed on the module to simulate the normal load, at this time the motor power supply starts to rotate normally. As shown in Figure 13.

Increase the load mass until it exceeds the warning value to show the error, as shown in Figure 14.

The motor measures the speed as shown in Figure 15.

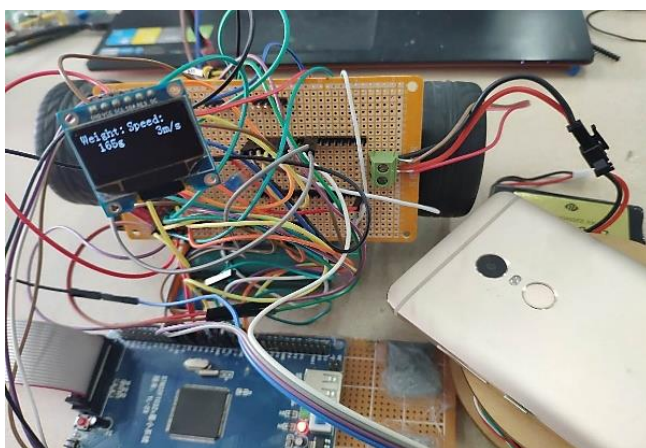


Figure 13. Simulated load test weight graph

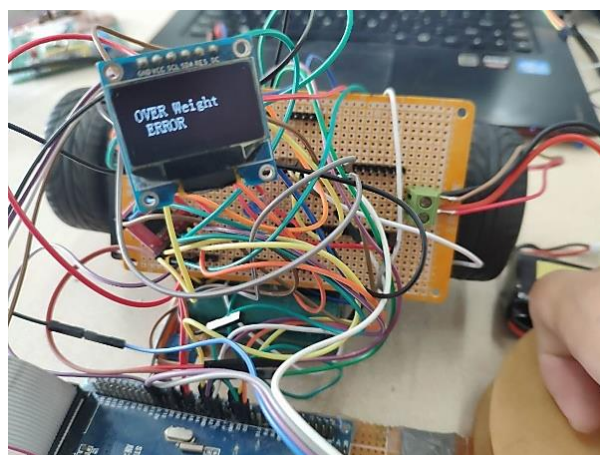


Figure 14. Load weight exceeding the maximum value display error

◆	speed_ml	6	int
◆	speed_mr	7	int
◆	PWM	0	float
◆	speed	6.66149712	float

Figure 15. Motor test speed

Where speed_ml is the left wheel speed and speed_mr is the right wheel speed. Where speed is the total speed, which is the number of pulses output from the encoder in one second. The calculation formula is $V = (\text{the number of pulses output from the encoder in one second} / 1600) * 60 \text{ m/s}$.

Through a series of debugging, the above series of result graphs were finally obtained. Basically, the desired design purpose is accomplished.

During the process of this design, I encountered a lot of difficulties, and even though I had some experience as well as basic knowledge, I kept encountering new problems in the process of practical operation.

The selection of materials for speed detection has photoelectric type as well as encoder type, etc., and finally choose the motor with Hall sensor encoder. The motor can better achieve the control role, while Hall sensor speed measurement is relatively convenient and cost-effective. For the selection of pressure sensors, it is not possible to achieve a large load test and therefore take the analog way. Therefore, the HX711AD chip, which is also cost-effective, was finally used.

Next, the pressure sensor module is relatively easy to test because of its simple procedure. However, the complexity of the motor speed measurement led to slow progress.

Finally, we soldered the circuit boards, built the complete system, and started debugging the whole system until we reached the expected goal. After a period of hard work, the STM32-based dangerous driving behavior detection system is basically complete. In the process, many new control methods were learned, new chip programming was learned, and the chips were soldered.

References:

1. Statistical Bulletin of the People's Republic of China on National Economic and Social Development in 2018.
2. Li, Shuo (2015). Research and system construction of dangerous driving state detection mechanism. Nanjing: Master's thesis for professional degree of Nanjing University of Posts and Telecommunications.

3. Lu, Sen-Xing (2015). Sensor strategy in the construction of detection system. *China Science and Technology Information*, (11), 95-97.
4. Xu, Hui (2015). Video-based vehicle speed detection and speeding alarm system. Inner Mongolia: Master's thesis, Inner Mongolia University of Technology.
5. Wang, Hui (2013). Video-based vehicle abnormal behavior detection. Shenyang: Master's thesis, Shenyang University of Technology.
6. Wang, Qianjin, & Zheng, Zhanjie (2018). Research and design of computer vision-based dangerous driving early warning system. *Journal of Changsha University*, 32(05), 37-40.
7. Bie, Y., Li, M., & Chen, F. (2017). Heat loss properties of cavity absorber in solar collecting system with parabolic trough concentrator. *Acta energiae solaris sinica*, 38(2), 423–430.
8. Tang, Keshuang, Tal, Chaopeng, & Zhou, Nan (2018). Empirical analysis of dangerous driving behavior during phase switching at intersections based on trajectory data. *Chinese Journal of Highways*, 31(04), 88-97.
9. Zhan, T, Cai, Z. S., Zhang, J., & Yang, Y. (2011). A dangerous driving behavior detection system based on multi-sensor information fusion. *Research and Development*, (07), 54-57.
10. Jouybari, H. J., Saedodin, S., Zamzamian, A., & Nimvari, M. E. (2017). Experimental investigation of thermal performance and entropy generation of a flat-plate solar collector filled with porous media. *Applied Thermal Engineering*, 127, 1506–1517. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2017.08.170>
11. Wang, Fei, Qi, Peng, & Lu, Shuaihua (2016). Design and application of automatic speeding detection system for motor vehicles. *Science and technology innovation and application*, (16), 51.
12. Chen, C. J. (2013). Integrated design and implementation of large vehicles dangerous driving behavior monitoring system. Wuhan: Wuhan University of Technology Dissertation.
13. Chen, Jie (2014). Analysis of factors affecting the thermal performance of flat-panel solar collectors. *Chinese Journal of Agricultural Machinery*, 35(06), 226-229.
14. Guo Tianxiang. New concept 51 microcontroller C language tutorial [M]. Beijing: Electronic Industry Press, 2009.

Список литературы:

1. Statistical Bulletin of the People's Republic of China on National Economic and Social Development in 2018.
2. Li Shuo. Research and system construction of dangerous driving state detection mechanism. Nanjing: Master's thesis for professional degree of Nanjing University of Posts and Telecommunications. 2015.
3. Lu Sen-Xing. Sensor strategy in the construction of detection system // China Science and Technology Information. 2015. №11. P. 95-97.
4. Xu Hui. Video-based vehicle speed detection and speeding alarm system. Inner Mongolia: Master's thesis, Inner Mongolia University of Technology. 2015.
5. Wang Hui. Video-based vehicle abnormal behavior detection. Shenyang: Master's thesis, Shenyang University of Technology. 2013.
6. Wang, Qianjin, Zheng, Zhanjie. Research and design of computer vision-based dangerous driving early warning system // Journal of Changsha University. 2018. V. 32. №05. P. 37–40.
7. Bie Y., Li M., Chen F. Heat loss properties of cavity absorber in solar collecting system with parabolic trough concentrator // Acta energiae solaris sinica. 2017. V. 38. №2. P. 423-430.
8. Tang Keshuang, Tal Chaopeng, Zhou Nan. Empirical analysis of dangerous driving behavior during phase switching at intersections based on trajectory data // Chinese Journal of Highways. 2018. V. 31. №04. P. 88–97.

9. Zhan T., Cai Z. S., Zhang J., Yang Y. A dangerous driving behavior detection system based on multi-sensor information fusion // Research and Development. 2011. №07. P. 54-57.
10. Jouybari H. J., Saedodin S., Zamzamian A., Nimvari M. E. Experimental investigation of thermal performance and entropy generation of a flat-plate solar collector filled with porous media // Applied Thermal Engineering. 2017. V. 127. P. 1506-1517. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2017.08.170>
11. Wang Fei, Qi Peng, Lu Shuaihua. Design and application of automatic speeding detection system for motor vehicles // Science and technology innovation and application. 2016. №16. P. 51.
12. Chen C. J. Integrated design and implementation of large vehicles dangerous driving behavior monitoring system. Wuhan: Wuhan University of Technology Dissertation. 2013.
13. Chen Jie. Analysis of factors affecting the thermal performance of flat-panel solar collectors // Chinese Journal of Agricultural Machinery. 2014. V. 35. №06. P. 226–229.
14. Guo Tianxiang. New concept 51 microcontroller C language tutorial. Beijing: Electronic Industry Press. 2009.

*Работа поступила
в редакцию 04.07.2022 г.*

*Принята к публикации
08.07.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Cheng Changshan, Levtshev A., Zhao Changhao, Song Mengchen, Min Xubo Design of Dangerous Driving Behavior Detection System Based on STM32 // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 232-244. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/27>

Cite as (APA):

Cheng, Changshan, Levtshev, A., Zhao, Changhao, Song, Mengchen, & Min, Xubo (2022). Design of Dangerous Driving Behavior Detection System Based on STM32. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 232-244. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/27>

UDC 629.064.5

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/28>

DYNAMIC PRICING AND ENERGY MANAGEMENT OF ELECTRIC HEATING INTEGRATED ENERGY SYSTEM BASED ON STACKELBERG GAME

©Wang Yibo, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang, China; Mordovia State University, Saransk, Russia; 209210040@stu.just.edu.com

©Feng Guozeng, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang, China; Mordovia State University, Saransk, Russia

ДИНАМИЧЕСКОЕ ЦЕНООБРАЗОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГИЕЙ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРООБОГРЕВА НА ОСНОВЕ ИГРЫ ШТАКЕЛЬБЕРГА

©Ван Ибо, Цзянсуский университет науки и технологий, г. Чжэньцзян, Китай;
Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П.
Огарева, г. Саранск, Россия; 209210040@stu.just.edu.com

©Фэн Гоцзэн, Цзянсуский университет науки и технологий, г. Чжэньцзян, Китай;
Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П.
Огарева, г. Саранск, Россия

Abstract. This paper investigates the dynamic pricing and energy management of integrated electric and thermal energy systems through the Stackelberg game approach, for the upper tier leader problem, the revenue of the integrated energy system as a whole is used as the objective function, taking into account the electricity price and related constraints such as the heat price, for the lower follower problem, a leader-follower Stackelberg game model is constructed with the highest user satisfaction as the objective function, Constraints such as power balance conditions and thermal balance conditions of the system are also taken into account, The upper level of the model is solved using a differential evolutionary algorithm, Lower level solver using CPLEX solver. The simulation results show that the proposed model not only effectively weighs the interests of the integrated energy system and the customer aggregator, but also achieves a win-win situation for both the customer aggregator and the external grid, and the solution algorithm used protects the data privacy between the integrated energy system and the customer aggregator.

Аннотация. В данной работе исследуется динамическое ценообразование и управление энергией в интегрированных электрических и тепловых энергетических системах с помощью подхода игры Штакельберга. Для проблемы лидера верхнего уровня в качестве целевой функции используется доход интегрированной энергетической системы в целом, принимая во внимание цену на электроэнергию и связанные ограничения, такие как цена на тепло. Для проблемы нижнего уровня последователя строится модель игры лидер-последователь Штакельберга с наибольшим удовлетворением пользователя в качестве объективной функции. Учитываются такие ограничения, как условия баланса мощности и условия теплового баланса системы. Верхний уровень модели решается с помощью дифференциального эволюционного алгоритма, нижний уровень решается с помощью решателя CPLEX. Результаты моделирования показывают, что предложенная модель не только эффективно взвешивает интересы интегрированной энергетической системы и агрегатора потребителей, но и достигает беспроигрышной ситуации как для агрегатора потребителей, так и для внешней

сети, а используемый алгоритм решения защищает конфиденциальность данных между интегрированной энергетической системой и агрегатором потребителей.

Keywords: Stackelberg game, integrated energy systems, dynamic pricing, energy management.

Ключевые слова: игра Штакельберга, интегрированные энергетические системы, динамическое ценообразование, управление энергией.

With the full development of clean energy sources such as wind and photovoltaic power generation and the development and use of technologies such as cogeneration and microgrids, China is pushing forward with its energy transition, while in the international environment, many countries are also deepening their energy structures [92]. However, in recent decades, with rapid economic development, population growth and rising living standards, fossil fuel consumption has increased dramatically, leading to serious energy-related problems, such as energy shortages and environmental pollution, which have become pressing themes in the world's energy sector [93, 94].

We have been making active efforts in the field of energy saving and emission reduction. According to the Global Coal Market Report (2018–2023) published by the International Energy Agency in 2019, China's economy and energy environment are in a period of structural transformation and the share of coal demand is set to decline year on year. In the following five years, the share of coal resources in the global energy mix will be reduced from 27% to 25%, and it will be replaced mainly by clean energy sources such as renewable energy and natural gas. China's total coal resources will increase from 4.1 billion tons in 2020 to over 4.2 billion tons in 2030, and although the total will increase, its share will decrease by 8% [95]. In 2020, the country proposes a dual carbon target of 3060: striving to peak CO₂ emissions by 2030 and striving to achieve carbon neutrality by 2060. In order to reduce greenhouse gas emissions and fossil fuel consumption, there are two possible technological routes to this end: one effective way is to increase the ratio of renewable energy to primary energy in the power system, of which the application of wind power and photovoltaic power generation has received the most attention among the many technologies that use renewable energy for clean power generation; the other effective way is to increase the energy efficiency of power plants, one of the most effective ways to achieve this is through combined heat and power technology [96].

Combined Heat and Power (CHP) has gained increasing attention in recent years due to its high efficiency, environmental friendliness, reliability and economic efficiency, which not only effectively addresses the energy shortage crisis, but also significantly reduces the environmental pollution generated during operation [97, 98]. In theory, the efficiency of CHP systems can often be as high as 80% or even higher, and because of this, many countries around the world are actively promoting the application of CHP technology [99]. However, the shortcomings of the combined electric and thermal system are gradually revealed. The heat generating units used in the combined electric and thermal system are mainly combined heat and power units, which contain both heat and power, and there is a strong coupling between heat and power [100]. In the northern heating season, for example, the installed capacity of CHP units is relatively high, while the proportion of peaking units is small, and the peaking capacity is poor. This is because there is no direct conversion between electricity and heat, and units tend to operate in a “heat to power” mode, where the operation of CHP units is constrained by the minimum power output in order to maintain the heating level of the system, resulting in the grid receiving less wind power [10].

In the context of world energy shortage and serious environmental pollution, clean energy has become the mainstream trend in energy development [11]. However, its large-scale entry into the grid poses a huge challenge to the safe operation of the grid. Virtual power plant (VPP) is one of the main solutions to the problem of grid integration of multiple distributed energy resources (DER), effectively aggregating distributed power sources, energy storage and controllable loads to form a virtual whole to participate in the electricity market and the operation and dispatch of the grid [12], which will become an important link in the promotion of smart grid construction.

This paper proposes a game-theoretic algorithm to ensure the deployment of clean energy and other energy sources to the grid in order to meet the requirements of low cost and green energy supply by ensuring the deployment of customer demand and power plant capacity.

The integrated cogeneration energy system studied in this paper consists of two parts, the power supply part and the heat supply part. The power supply part consists of the CHP unit and the scenic storage equipment, while the heat supply part consists of the CHP unit and the gas boiler. The composition of the integrated energy system is shown in Figure 1.

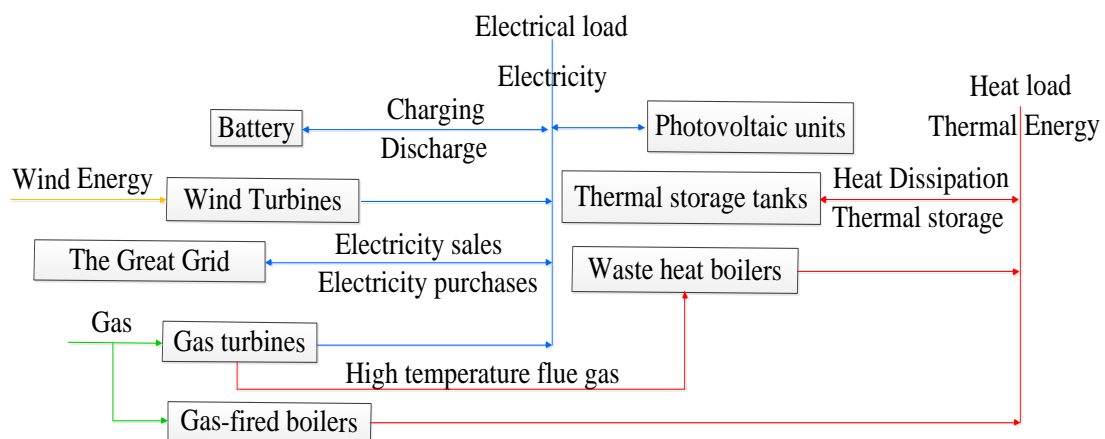


Figure 1. Integrated energy system components

In combined heat and power systems, the output of wind turbines can be constrained by the size and practicality of the installed capacity. When the installed capacity is determined, the maximum value of wind power output at each moment is determined by the actual conditions such as weather and environment, and the wind turbine generation capacity P_{wz} and the wind speed at moment t satisfy the following non-linear relationship [13].

$$\begin{cases} 0 & v(t) < v_i \text{ or } v(t) > v_0 \\ \frac{P_{wz}(v(t) - v_i)}{v_r - v_i} & v_i \leq v(t) \leq v_r \\ P_{wz} & v_r \leq v(t) \leq v_0 \end{cases} \quad (1)$$

Where, $v(t)$ is the real-time wind speed at time t , v_i is the cut-in wind speed, v_0 is the cut-out wind speed, v_r is the rated wind speed, P_{wz} is the installed capacity of the wind turbine. When the real-time wind speed is less than the cut-in wind speed or greater than the cut-out wind speed, the WTGs are shut down. When the real-time wind speed is greater than the cut-in wind speed and less than the rated wind speed, the real-time power generation and the wind speed satisfy the primary function,

when the real-time wind speed is greater than the rated wind speed and less than the cut-out wind speed, the value of the real-time power generation is equal to the value of the installed capacity.

The power generated by photovoltaics is related to light intensity and temperature and is mathematically modelled as follows [14].

$$P_{pvt} = \alpha_{pv} P_{PVZ} \frac{A_t}{A_s} [1 + \alpha_T (T - T_{sp})] \quad (2)$$

Where, α_{pv} is the power derating factor of the unit, P_{PVZ} is the rated power of the PV, A_t is the actual irradiance of the PV at moment t, A_s is the irradiance at standard conditions (in units: kw/m^2). α_T is the power temperature coefficient, and T_{sp} is the temperature at standard conditions. Since the value of α_T is relatively very small, the effect of temperature variation on the output of the PV unit is approximately zero, so the power generated by the PV can be approximately proportional to the actual irradiance.

Electric storage systems store electrical energy, allowing the power to be panned in the time dimension to meet the requirements of the stochastic nature of new energy generation. At present, the electric energy storage technologies used in integrated energy systems include lead-acid, sodium-sulphur, liquid-flow and nickel-chromium batteries. Lead-acid batteries are often chosen as electrical energy storage components due to their small self-discharge rate, high discharge rate, low price and low charging and discharging losses:

To avoid the adverse effects of charging and discharging at low power and low charge states on lifetime, the battery is operated to meet the charging and discharging constraints and the charge state constraints [15], i.e.

$$\begin{aligned} U_{bt.chr}^t P_{bt.chr}^{\min} &\leq P_{bt.chr}^t \leq U_{bt.chr}^t P_{bt.chr}^{\max} \\ U_{bt.dis}^t P_{bt.dis}^{\min} &\leq P_{bt.dis}^t \leq U_{bt.dis}^t P_{bt.dis}^{\max} \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} SOC_{bt}^t &= SOC_{bt}^{t-1} + (\eta_{bt.chr} P_{bt.chr}^t - P_{bt.dis}^t / \eta_{bt.dis}) \Delta t \\ SOC_{bt}^{\min} &\leq SOC_{bt}^t \leq SOC_{bt}^{\max} \end{aligned} \quad (4)$$

Where: SOC_{bt}^t is the state of charge of the battery, kWh; $P_{bt.chr}$ and $P_{bt.dis}$ are the charging and discharging power of the battery, kW; $\eta_{bt.chr}$ and $\eta_{bt.dis}$ are the charging and discharging efficiency of the battery; $U_{bt.chr}$ and $U_{bt.dis}$ are the charging and discharging state marker bits of the battery, 0 for out of service, 1 for operation; and satisfy Mutual exclusion constraint and charging and discharging frequency constraint, i.e.

$$U_{bt.dis}^t + U_{bt.chr}^t \leq 1 \quad (2)$$

$$\sum_{t=1}^{24} U_{bt.dis}^t + U_{bt.chr}^t \leq T \quad (3)$$

In actual operation, the battery has to meet the charge/discharge creep rate constraint.

$$\begin{aligned} P_{bt.chr}^{down} &\leq P_{bt.chr}^t - P_{bt.chr}^{t-1} \leq P_{bt.chr}^{up} \\ P_{bt.dis}^{down} &\leq P_{bt.dis}^t - P_{bt.dis}^{t-1} \leq P_{bt.dis}^{up} \end{aligned} \quad (4)$$

Where: $P_{bt.chr}^{down} / P_{bt.chr}^{up}$ and $P_{bt.dis}^{down} / P_{bt.dis}^{up}$ are the minimum/large charging and discharging power of the battery in charging and discharging state respectively, kW.

Thermal storage tanks can store thermal energy when it is in surplus and release it when it is in short supply or when it is more expensive to produce heat, improving the flexibility and economy of system operation [16].

$$W_{tst}^t = W_{tst}^{t-1}(1 - \gamma_h) + (\eta_{tst.chr} H_{tst.chr}^t - H_{tst.dis}^t / \eta_{tst.dis})$$

$$W_{tst}^{min} \leq W_{tst}^t \leq W_{tst}^{max} \quad (5)$$

$$U_{tst.chr}^t H_{tst.chr}^{min} \leq H_{tst.chr}^t \leq H_{tst.chr}^{max} U_{tst.chr}^t$$

$$U_{tst.dis}^t H_{tst.dis}^{min} \leq H_{tst.dis}^t \leq H_{tst.dis}^{max} U_{tst.dis}^t \quad (6)$$

where: W_{tst}^t is the stored thermal energy of the storage tank, kWh; $H_{tst.chr}^t$ and $H_{tst.dis}^t$ are the storage and discharge thermal power of the storage tank, respectively, kW; γ_h is the energy self-loss rate of the storage tank; $\eta_{tst.chr}$ and $\eta_{tst.dis}$ are the storage efficiency and discharge efficiency, respectively; $U_{tst.chr}$ and $U_{tst.dis}$ are the charging and discharging status marker bits of the storage tank and 0 for stop and 1 for run; and satisfy the mutual exclusion constraint, i.e.:

$$U_{tst.dis}^t + U_{tst.chr}^t \leq 1 \quad (7)$$

Same operating mode as the battery, to meet the climbing rate constraint.

$$H_{tst.chr}^{down} \leq H_{tst.chr}^t - H_{tst.chr}^{t-1} \leq H_{tst.chr}^{up}$$

$$H_{tst.dis}^{down} \leq H_{tst.dis}^t - H_{tst.dis}^{t-1} \leq H_{tst.dis}^{up} \quad (8)$$

Where: $H_{down\ tst.chr} / H_{up\ tst.chr}$ and $H_{down\ tst.dis} / H_{up\ tst.dis}$ are the minimum/large storage and discharge power in the storage and discharge state of the thermal storage tank respectively, kW.

Cogeneration units are generally divided into two types: pumped condensing units and back pressure units. Back pressure units have a high thermal cycle efficiency but poor adaptability to load changes, while pumped condensing units have good electrical and thermal mutual adjustability, but a relatively low heat supply, and most cogeneration units in China currently use pumped condensing units. In this paper, the whole turbine is composed of three parts: low pressure cylinder, medium pressure cylinder and high pressure cylinder. The high temperature and high pressure steam produced in the waste heat boiler enters the turbine to do work, the heat extraction comes from the medium pressure cylinder discharge, and the rest of the steam is put into the low pressure cylinder to do work and then into the condenser condensation, and then back to the boiler to achieve repeated use. Based on the above principle, the gas turbine in the cogeneration system generates electricity while the waste heat produced is outputted through the waste heat boiler, and its electricity and heat output expressions are [17].

$$\begin{cases} G_{GT}^t = a(P_{GT}^t)^2 + bP_{GT}^t + cI_{GT}^t \\ H_{HE}^t = \eta^{GT} P_{GT}^t / \lambda^{GT} \end{cases} \quad (9)$$

Where: G_t GT, P_t GT and H_t HE are the natural gas power consumed by the GT, the output electric power and the waste heat power recovered from the power generation through the waste heat boiler respectively; I_t GT is a 0-1 variable indicating the on/off state of the micro gas turbine; a , b and c are the fuel consumption coefficients; λ_{GT} is the output electric and thermal power ratio of the micro gas turbine; η_{GT} is the heat recovery efficiency.

GT operation is also subject to operating power constraints and climbing constraints:

$$\begin{cases} P_{\min}^{GT} \leq P_{GT}^t \leq P_{\max}^{GT} \\ P_{\downarrow}^{GT} \leq P_{GT}^t - P_{GT}^{t-1} \leq P_{\uparrow}^{GT} \end{cases} \quad (10)$$

Where: $P_{GT} \min$, $P_{GT} \max$ are the upper and lower limits of the output electric power of the gas turbine; $P_{GT} \uparrow$, $P_{GT} \downarrow$ are the upper and lower limits of the climbing power of the gas turbine.

GB generates heat by burning natural gas to supplement the thermal load when the GT does not produce enough heat, and its output thermal power $H_{GB} t$ is related to the input natural gas power G_t GB as [18]:

$$\begin{cases} H_{GB}^t = \eta^{GB} G_{GB}^t \\ 0 \leq H_{GB}^t \leq H_{\max}^{GB} \end{cases} \quad (11)$$

Where: η^{GB} is the heat production efficiency of the GB; $H_{GB} \max$ is the upper limit of the thermal power output of the GB.

The integrated energy system can buy and sell electricity to the external distribution grid to maintain the balance of the electrical load within the system. To ensure the safe operation of the distribution grid, the integrated energy system cannot purchase and sell electricity to the grid at the same time, and the upper limit of the interactive power with the distribution grid is specified within a certain range to meet the following constraints [19]:

$$I_t^{bGrid} + I_t^{sGrid} \leq 1 \quad (12)$$

$$\begin{cases} 0 \leq P_t^{bGrid} \leq P_{\max}^{bGrid} \\ 0 \leq P_t^{sGrid} \leq P_{\max}^{sGrid} \end{cases} \quad (13)$$

Where: $I_{bGrid} t$ and $I_{sGrid} t$ are 0-1 variables indicating the power purchase and sale status of the integrated energy system at time t ; $P_{bGrid} t$ and $P_{sGrid} t$ are the power purchase and sale of EH; $P_{bGrid} \max$ and $P_{sGrid} \max$ are the upper limits of the power purchase and sale of the integrated energy system.

The integrated energy operator can be seen as an energy hub with a two-way energy flow, playing the role of energy production, transmission and supply. It is the leader and coordinator of the integrated energy system, taking on the responsibility of balancing the power of the source, load and storage of the main market investors, playing the role of a manager, and the customer can interact with the integrated energy operator through feedback on energy demand. The price strategy is

formulated on the basis of the capacity plan of its own supply equipment and the load demand on the energy side, with the optimisation objective of maximising returns, which can be expressed as:

$$\max E_{eso} = \sum_{t=1}^T (C_{sell} - C_{grid} - C_{CCHP} - C_h) \quad (14)$$

Where $C_{t\ sell}$ represents the revenue from supplying energy to the user side at time t . $C_{t\ grid}$ represents the grid interaction cost, when it is greater than 0 it represents the purchase of electricity from the grid, otherwise it represents the sale of electricity to the grid, and C_h represents the cost of operating and maintaining the equipment. C_{CCHP} represents its fuel cost. The above equations can be expressed as follows:

$$C_{sell}^t = (P_{el}^t c_{e,s}^t + Q_{hl}^t c_{h,s}^t) \Delta t \quad (15)$$

$$C_{grid}^t = [\max(P_{el}^t - P_{es}^t, 0) c_{g,s}^t + \min(P_{el}^t - P_{es}^t, 0) c_{g,b}^t] \Delta t \quad (16)$$

$$C_h = \sum_i K_i P_i^t \quad (17)$$

$$C_{cchp}^t = a_e (P_{GT}^t)^2 + b_e P_{GT}^t + c_e + a_h (Q_{GB}^t)^2 + b_h Q_{GB}^t + c_h \quad (18)$$

where $P_{t\ el}$ and $Q_{t\ hl}$ denote the electrical and thermal loads of the customer, respectively, $c_{t\ e,s}$ and $c_{t\ h,s}$ denote the price at which the operator sells electricity and heat to the customer, respectively, $c_{t\ g,s}$ and $c_{t\ g,b}$ denote the price at which the operator sells and purchases electricity from the external grid, respectively, and $P_{t\ es}$ denotes the total amount of electricity supplied by the operator. K_i denotes the equipment operation and maintenance factor; $P_{t\ GT}$ and $Q_{t\ GB}$ denote the electric power output of the gas turbine and the thermal power output of the gas boiler. In addition, a_e, b_e, c_e, a_h, b_h and c_h denote the fuel cost factors for gas turbines and gas boilers respectively.

In addition, to prevent the problem from degenerating and to avoid direct transactions between the energy-using side and the grid, it should be ensured that the operator sells at a price slightly below the market price, and the following constraints need to be met:

$$c_{g,b}^t < c_{e,s}^t < c_{g,s}^t \quad (19)$$

$$c_{h,\min}^t < c_{h,s}^t < c_{h,\max}^t \quad (20)$$

Users optimize their own power consumption of electricity and heat loads on the basis of a price given by the energy operator for the sale of energy, with the aim of maximizing consumer surplus, i.e., the difference between the user's utility function and the cost of using energy. This can be expressed as

$$F_{user} = \sum_{t=1}^T (f_u^t - (P_{el}^t c_{e,s}^t + Q_{hl}^t c_{e,h}^t) \Delta t) \quad (21)$$

where f represents the user's utility function, indicating the degree of satisfaction obtained by the user in purchasing electrical and thermal energy, usually non-decreasing and convex, with several forms such as quadratic and logarithmic, etc. This paper uses the quadratic function to represent:

$$f_u^t = v_e P_{el}^t - \frac{\alpha_e}{2} (P_{el}^t)^2 + v_h P_{hl}^t - \frac{\alpha_h}{2} (P_{hl}^t)^2 \quad (22)$$

where: v_e , α_e , v_h and α_h denote preference coefficients for the consumption of electrical and thermal energy respectively, which can reflect the consumer's preference for energy and influence the magnitude of demand.

The consumer electrical load contains both fixed and levelizable electrical loads and can be expressed as:

$$P_{el}^t = P_{fel}^t + P_{sel}^t \quad (23)$$

Among them, $P_{t\ fel}$ denotes fixed load, which requires high reliability of power supply and is not easy to change, ensuring normal production and life of users; $P_{t\ sel}$ denotes transferable load, which allows users to reasonably adjust their energy consumption load according to the price of energy sales given by the operator, but needs to meet the following constraints:

$$\begin{aligned} 0 \leq P_{sel}^t \leq P_{sel}^{\max} \\ \sum_{t=1}^T P_{sel}^t \Delta t = W_{sel} \end{aligned} \quad (24)$$

where $P_{max\ sel}$ denotes the upper limit of user transferable load and W_{sel} denotes the total amount of transferable load in T time periods, i.e., the total amount of transferable load needs to be kept constant before and after the demand response.

In addition, the thermal loads in the text are similar, containing both fixed and transferable loads, as follows:

$$Q_{hl}^t = Q_{fhl}^t + Q_{shl}^t \quad (25)$$

$$0 \leq Q_{shl}^t \leq Q_{shl}^{\max} \quad (26)$$

Where $Q_{t\ fhl}$ and $Q_{t\ shl}$ represent the fixed heat load and the transferable heat load respectively, the transferable heat load can be shifted in a certain proportion according to the user's comfort and energy adequacy; $Q_{max\ shl}$ represents the upper limit of the transferable heat load.

In order to ensure the safe and reliable operation of the integrated energy system, it is necessary to consider system constraints, including power balance constraints and unit output constraints, as well as unit creep constraints, in the context of a clear objective function [20].

1) Supply balance constraints

Power must be balanced throughout the transmission of electricity in the network, and this balance characteristic has a decisive influence on the frequency stability and voltage stability of the network. If the power generated is greater than the required load, the grid frequency will then increase and conversely decrease, and the stability of the power system should depend on the stability of the network frequency.

$$P_{WT}^t + P_{PV}^t + P_{GT}^t + P_{bt.dis}^t = P_{fel}^t + P_{sel}^t + P_{bt.chr}^t \quad (27)$$

where $P_t WT$ and $P_t PV$ denote the output electric power of wind turbine and photovoltaic unit respectively.

2) Heat balance constraints

In a heat supply system, a balance must be maintained between the supply and demand of consumers and heat sources. The temperature of the heat supply rises as the demand of the heat consumers decreases and vice versa, and the quality of the heat supply depends to some extent on the temperature of the heat supply, thus ensuring that there is a need to dispatch results in line with the demand for heat. In this paper, heat losses due to transmission are not considered and the heat supply balance is constrained as follows:

$$H_{WHB}^t + H_{GB}^t + H_{tst.dis}^t = H_{fhl}^t + H_{shl}^t + H_{tst.ch}^t \quad (28)$$

3) Exchange power constraints

$$P_{grid.min} \leq P_{grid}^t \leq P_{grid.max} \quad (29)$$

$$P_{grid.down} \leq P_{grid}^t - P_{grid}^{t-1} \leq P_{grid.up} \quad (30)$$

Where: $P_{grid.max}/P_{grid.min}$ and $P_{grid.up}/P_{grid.down}$ are the maximum/small, purchased power and the upper/lower climbing rate limits of the grid respectively.

For the above master-slave game model, this paper uses a distributed optimization algorithm to optimize the solution of the return function of each investment body. The decision of the leader integrated energy operator is a class of large-scale nonlinear programming, which can be solved using a differential evolutionary algorithm to reduce the difficulty of solving, and the optimization objective of the follower user can be modeled by Yalmip and call Cplex solving tool to speed up the algorithm and ensure the accuracy of the result.

The upper-level optimization algorithm includes the following steps:

Step 1: Input initial data and set parameters, including the typical daily electric, thermal and cooling load power of the customer, the predicted wind turbine and PV output, the operating parameters of each device and the upper and lower bound constraints on the multi-energy price.

Step 2: Initialize the population a such that the number of iterations $K = 0$.

Step 3: The integrated energy operator sends the optimized sold energy price down to the lower-level user follower.

Step 4: The user invokes the lower layer algorithm to calculate its own revenue.

Step 5: The integrated energy operator calculates its own objective function U_1 based on equation 12.

Step 6: Crossover and mutation operations are performed on population a to obtain a new population b .

Step 7: The lower layer algorithm is invoked again to solve the follower objective function in an optimization search and the optimization result is sent to the upper layer integrated energy operator, which calculates its own objective function U_2 according to equation 12.

Step 8: Select the operation, if $U_2 > U_1$, then $a=b$ and $U_1=U_2$, if $U_2 < U_1$, then keep the same.

Step 9: Determine if the number of iterations is satisfied, if so, output the optimal result, otherwise skip to step 6.

The lower-level algorithm consists of the following steps:

Step 1: The user invokes the Cplex solver tool to calculate the user's electrical, thermal and cooling adjustable loads according to equation 19.

Step 2: Optimization results are sent to the upper level leader.

This paper is based on a combined cooling, heating and power RIES, which considers multiple forms of energy, including new and renewable energy sources, to achieve a self-sustaining recycling system. The electricity and heat demand loads of the users, PV and wind turbine forecast output plans are shown in Figure 2.

Let the customer's transferable electrical load be 20% of the total demand electrical load and the adjustable thermal load be 10% of the demand thermal load due to the high sensitivity of the customer to thermal discomfort and the difficulty of regulation. The constant coefficients of user preference for electricity and heat/cooling energy are $v_e, u_e, v_{h/c}$ and $u_{h/c}$ are 1.8, 0.0012, 1.4, 0.001 respectively. the fuel cost coefficients a_e, b_e and c_e ($a_{h/c}, b_{h/c}$ and $c_{h/c}$) of the integrated energy operator are 0.0015, 0.16, 0 (0.0008, 0.13, 0) respectively, and other equipment parameters as shown in Table 1. The energy storage equipment parameters are shown in Tab 2. The RIES economic parameters are shown in Table 3.

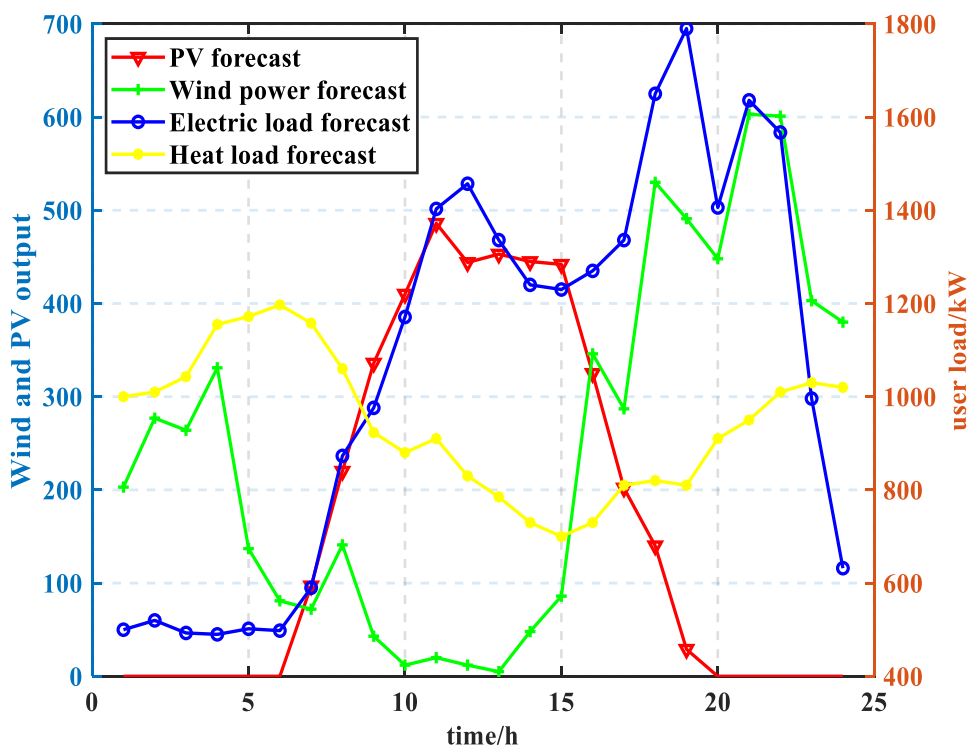


Figure 2. Forecast curves for wind, PV and customer loads

NEW ENERGY CCHP SYSTEM PARAMETERS

Table 1

<i>Parameters</i>	<i>Value</i>
Gas generator capacity/kW	500
Gas boiler capacity/kW	800
Electrical efficiency of generators	0.35
Waste heat recovery efficiency	0.83
Heat exchanger efficiency	0.80

Table 2

ENERGY STORAGE DEVICE EQUIPMENT PARAMETERS

<i>Parameters</i>	<i>Value</i>
$P_{min\ bt.\ chr}, P_{max\ bt.\ chr}$	0, 350
$P_{min\ bt.\ dis}, P_{max\ bt.\ dis}$	0, 350
$H_{min\ tst.\ chr}, H_{max\ tst.\ chr}$	0, 350
$H_{min\ tst.\ dis}, H_{max\ tst.\ dis}$	0, 300
$\eta_{st.\ chr}, \eta_{st.\ dis}$	0.98, 0.98
$\eta_{bt.\ chr}, \eta_{bt.\ dis}$	0.97, 0.97

Table 3

RIES ECONOMIC PARAMETERS

<i>Parameters</i>	<i>Value/ ¥/kWh</i>	
Time share tariff	Peak	1.25
	Flat value	0.80
	Valley value	0.40
Feed-in Tariff	0.35	
Heat Price Cap	0.50	
Lower limit of thermal price	0.20	

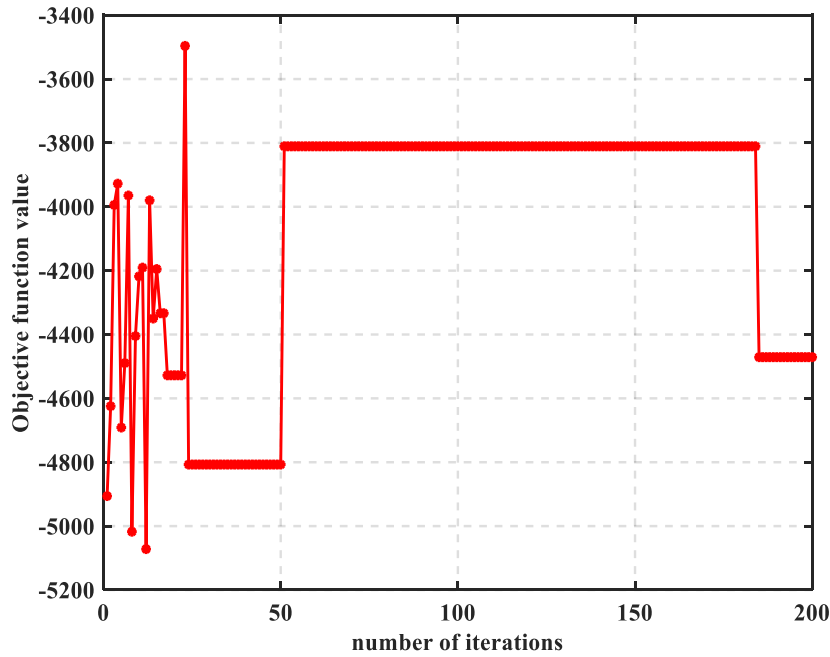
Table 4

RIES ECONOMIC PARAMETERS

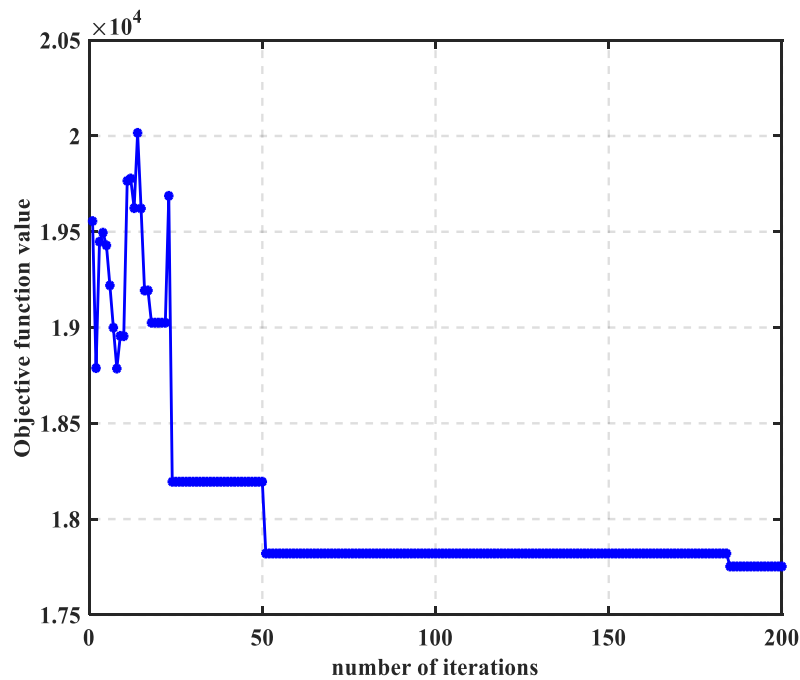
Average electricity sales price	0.75
Average hot price	0.45

Analysis of simulation results

From the simulation results, the iterative convergence results of the integrated energy operator and the user are shown in Figure 3, convergence is reached at around 185 iterations. In the lower level game, users adjust their own energy consumption strategy in conjunction with the upper level leader's energy price, and their revenue function fluctuates. The above game analysis gives a good picture of the game process between the two parties. Once the Nash equilibrium of the game is reached, their strategies do not change anymore, and finally, the leader integrated energy operator has a gain of 4470.95 ¥ and follows the customer consumer surplus of 17752.8 ¥.



(a) DE upper level objective function curve

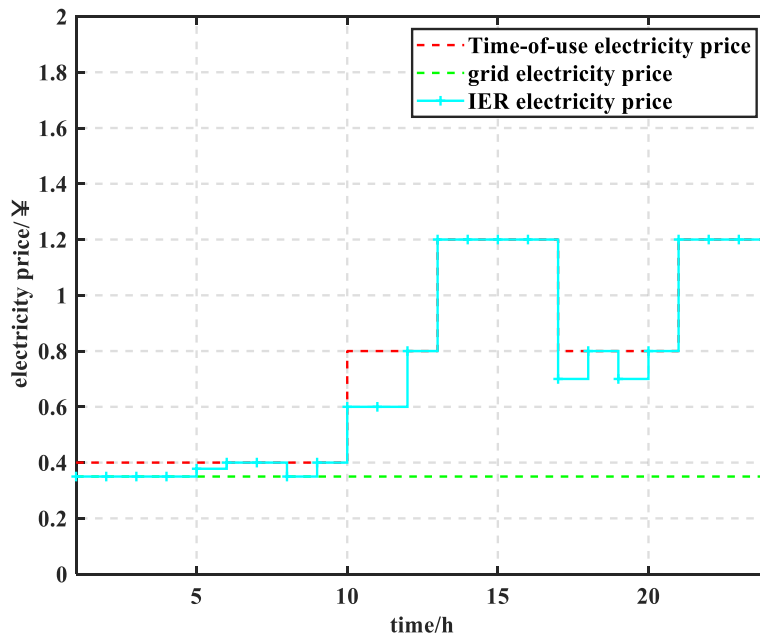


(b) DE lower level objective function curve

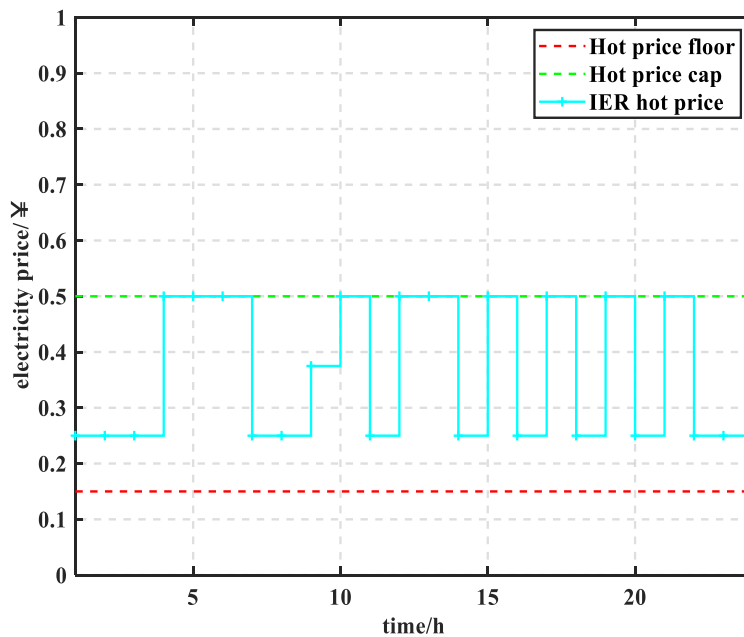
Figure 3. Stackelberg equilibrium convergence results

The pricing strategy of the upper tier leader operator is shown in Figure 3. The red dashed line and the green dashed line are the time-of-use tariff and feed-in tariff respectively when interacting with the larger grid. The operator's tariff strategy is always contained between the larger grid pricing to prioritise the consumption of new energy in the system, providing a better price for the energy end. From Figure 4 (a), the fluctuating trend of the operator's electricity sales price is in line with the big grid time-of-use tariff, with the aim of incentivising customers to actively purchase electricity, and

similarly, the analysis of the heat price is like the electricity price. From Figure 4 (b), there is a link between its heat purchase price and the trend of customers' heat load.



(a) Tariff results

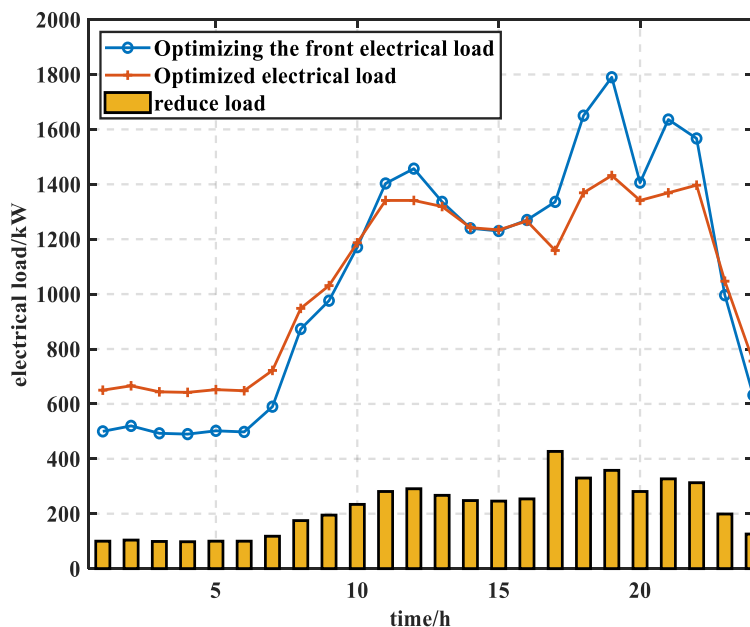


(b) Hot Price Results

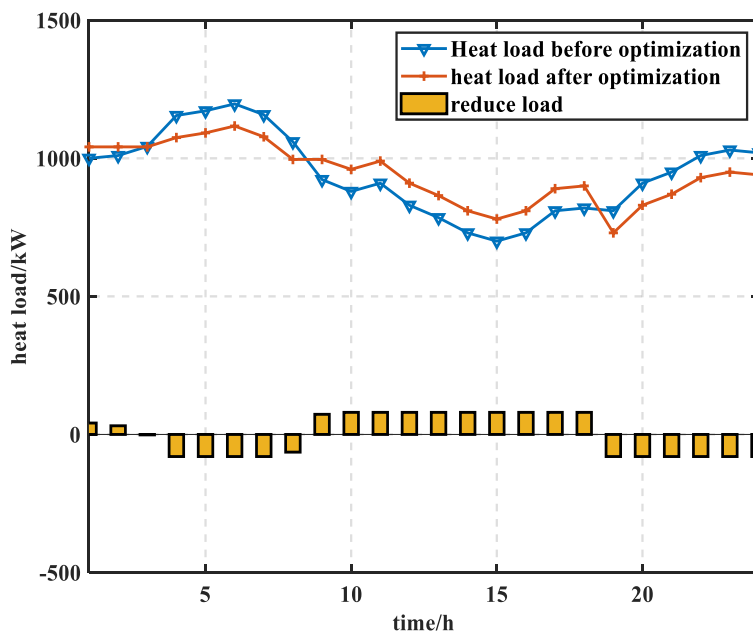
Figure 4. Integrated Energy Operations Pricing Strategy

The electric and thermal load curves before and after demand response on the customer side are shown in Figure 5. From Figure 5(a), it can be seen that the load curves before and after demand response exhibit a “peak-shaving” characteristic in order to reduce the total cost of electricity under the tariff incentive. The two peaks in the consumer's original load curve occur at 11:00-12:00 and

18:00-22:00, when the tariff is higher, and after customer-side optimisation, the peak load drops significantly, shifting to 0:00-8:00 and 23:00 -24:00 when the tariff is lower in the load valley phase, the fluctuation of the electrical load curve is significantly reduced. As can be seen from Figure 5(b), the customer thermal load follows roughly the same trend as the electrical load, and the amount of thermal load shifted is relatively small in order to ensure the comfort of the customer.



(a) Electric load curve before and after demand response



(b) Heat load curve before and after demand response

Figure 5. User load optimization curves before and after demand response

In this paper, we assume that the fuel cost of clean energy such as photovoltaic and wind turbine is approximately 0, and considering the environmental protection of new energy, the integrated energy operator gives priority to the consumption of new energy generation. From the dispatch results of

Figure 6 and Figure 7 for electric and thermal energy, we can see that during the valley hours of 23:00-7:00 for electricity consumption, the electricity consumption of customers is low, when the electricity price is in the valley, and the electric load is mainly provided by the wind turbine output, and the shortage is supplemented by the gas turbine. In order to ensure heat supply, the operator directs the boiler output through price response and the heat load is mainly provided by the waste heat boiler and the gas boiler, with the shortfall being supplemented by the ESO's storage tank through low charge and high discharge. During the normal period of electricity consumption, the demand for electricity rises gradually, the wind and photovoltaic output is fully absorbed and the gas turbine output increases, with the shortfall being compensated by interaction with the main grid. The heat load is still provided by waste heat boilers and gas boilers, with the shortfall being supplemented by thermal storage tanks. The analysis during peak electricity consumption periods is similar and will not be repeated here.

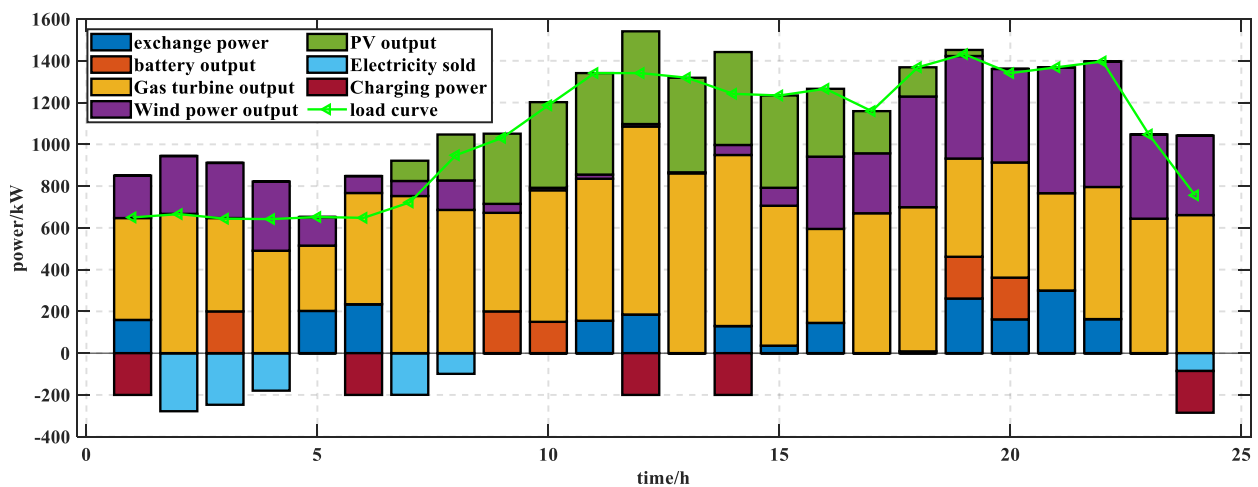


Figure 6. Electricity balance dispatch results

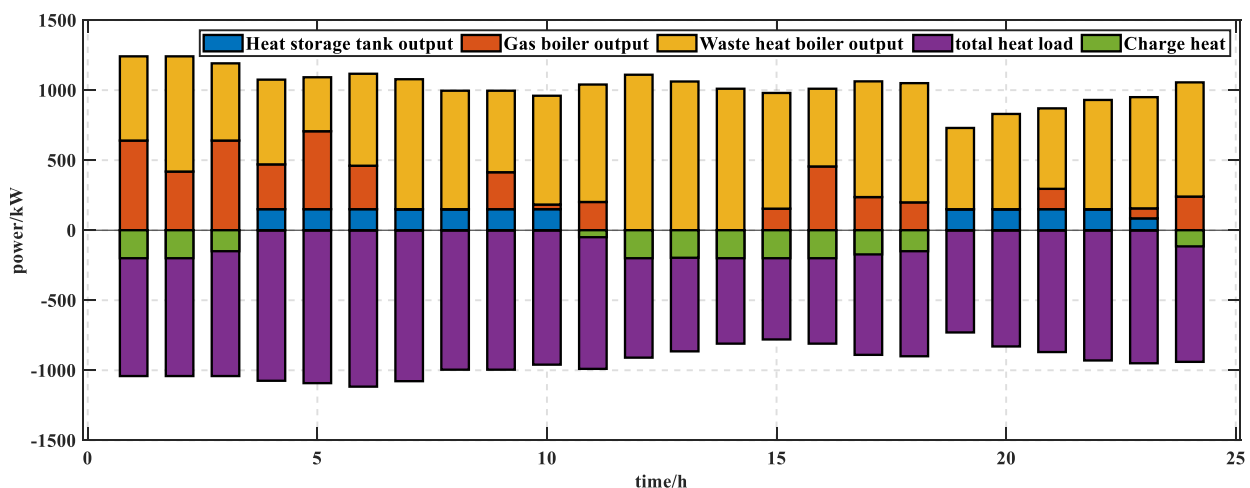


Figure 7. Heat balance scheduling results

Conclusion

In this paper, we study the dynamic pricing and energy management of an integrated electric and thermal energy system through the Stackelberg game approach. For the upper-level leader problem, we take the overall revenue of the integrated energy system as the objective function and consider constraints such as the price of electricity and the price of heat. The Stackelberg game model

is constructed with the highest customer satisfaction as the objective function, and the power balance and heat balance of the system are also considered. The simulation results show that the proposed model not only effectively weighs the interests of the integrated energy system and the customer aggregator, but also achieves a win-win situation for both the customer aggregator and the external grid, and the solution algorithm used protects the data privacy between the integrated energy system and the customer aggregator.

References:

1. Li, H., Liu, D., & Yao, D. Y. (2021). Analysis and reflection on the development of power system towards the goal of carbon emission peak and carbon neutrality. *Proc. CSEE*, 41, 6245-6259.
2. Li, X., Ai, X., Hu, J., Zhou, B., & Lin, Z. (2019). Three-stage combined peak regulation strategy for nuclear-thermal-virtual power plant considering carbon trading mechanism. *Power Syst. Technol.*, 43, 2460-2470.
3. Wu, C., Lin, S., Xia, C., & Guan, L. (2020). Distributed optimal dispatch of microgrid cluster based on model predictive control. *Power Syst. Technol.*, 44(2), 530-538.
4. Khan, M. R. B., Jidin, R., & Pasupuleti, J. (2016). Multi-agent based distributed control architecture for microgrid energy management and optimization. *Energy Conversion and Management*, 112, 288-307. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.01.011>
5. Dou, C., Jia, X., & Heng, L. I. (2016). Multi-agent-system-based market bidding strategy for distributed generation in microgrid. *Power System Technology*, 40(2), 579-586.
6. Lee, J., Guo, J., Choi, J. K., & Zukerman, M. (2015). Distributed energy trading in microgrids: A game-theoretic model and its equilibrium analysis. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 62(6), 3524-3533. <https://doi.org/10.1109/TIE.2014.2387340>
7. Jadhav, A. M., & Patne, N. R. (2017). Priority-based energy scheduling in a smart distributed network with multiple microgrids. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 13(6), 3134-3143. <https://doi.org/10.1109/TII.2017.2671923>
8. Jadhav, A. M., Patne, N. R., & Guerrero, J. M. (2018). A novel approach to neighborhood fair energy trading in a distribution network of multiple microgrid clusters. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 66(2), 1520-1531. <https://doi.org/10.1109/TIE.2018.2815945>
9. Zhong, W., Xie, S., Xie, K., Yang, Q., & Xie, L. (2020). Cooperative P2P energy trading in active distribution networks: An MILP-based Nash bargaining solution. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 12(2), 1264-1276. <https://doi.org/10.1109/TSG.2020.3031013>
10. Sheng, W., Wu, M., Ji, Y., Kou, L., Pan, J., Shi, H., ... & Wang, Z. G. (2019, April). Key techniques and engineering practice of distributed renewable generation clusters integration. In *Proceedings of the CSEE* (Vol. 39, No. 8, pp. 2175–2186).
11. Mu, C., Ding, T., Dong, J., Ning, K., Dong, X., & He, Y. (2021). Development of decentralized peer-to-peer multi-energy trading system based on private blockchain technology. *Journal of Proceedings of the CSEE*.
12. Doan, H. T., Cho, J., & Kim, D. (2021). Peer-to-peer energy trading in smart grid through blockchain: A double auction-based game theoretic approach. *Ieee Access*, 9, 49206–49218. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3068730>
13. Yang, Z., Peng, S., Liao, Q., Liu, D., Xu, Y., & Zhang, Y. J. (2018). Non-cooperative trading method for three market entities in integrated community energy system. *Autom. Electr. Power Syst.*, 42(14), 32-39.
14. Park, S., Lee, J., Bae, S., Hwang, G., & Choi, J. K. (2016). Contribution-based energy-trading mechanism in microgrids for future smart grid: A game theoretic approach. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 63(7), 4255-4265. <https://doi.org/10.1109/TIE.2016.2532842>

15. Liu, N., Cheng, M., Yu, X., Zhong, J., & Lei, J. (2018). Energy-sharing provider for PV prosumer clusters: A hybrid approach using stochastic programming and stackelberg game. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 65(8), 6740-6750. <https://doi.org/10.1109/TIE.2018.2793181>
16. Cui, S., Wang, Y. W., Shi, Y., & Xiao, J. W. (2020). Community energy cooperation with the presence of cheating behaviors. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 12(1), 561-573. <https://doi.org/10.1109/TSG.2020.3022792>
17. Mei, Shengwei, Liu, Feng, Wei, Wei. (2016). Fundamentals of engineering game theory and power system application. Beijing Science Press.
18. Paudel, A., Chaudhari, K., Long, C., & Gooi, H. B. (2018). Peer-to-peer energy trading in a prosumer-based community microgrid: A game-theoretic model. *IEEE Transactions on Industrial electronics*, 66(8), 6087-6097. <https://doi.org/10.1109/TIE.2018.2874578>
19. Liu, N., Yu, X., Wang, C., Li, C., Ma, L., & Lei, J. (2017). Energy-sharing model with price-based demand response for microgrids of peer-to-peer prosumers. *IEEE Transactions on Power Systems*, 32(5), 3569-3583. <https://doi.org/10.1109/TPWRS.2017.2649558>
20. Xu, Y., Liao, Q., Liu, D., Peng, S., Yang, Z., Zou, H., & Zhang, L. (2019). Multi-player intraday optimal dispatch of integrated energy system based on integrated demand response and games. *Power System Technology*, 43(7), 2506-2518.

Список литературы:

1. Li H., Liu D., Yao D. Y. Analysis and reflection on the development of power system towards the goal of carbon emission peak and carbon neutrality // Proc. CSEE. 2021. V. 41. P. 6245-6259.
2. Li X., Ai X., Hu J., Zhou B., Lin, Z. Three-stage combined peak regulation strategy for nuclear-thermal-virtual power plant considering carbon trading mechanism // Power Syst. Technol. 2019. V. 43. P. 2460-2470.
3. Wu C., Lin S., Xia C., Guan L. Distributed optimal dispatch of microgrid cluster based on model predictive control // Power Syst. Technol. 2020. V. 44. №2. P. 530-538.
4. Khan M. R. B., Jidin R., Pasupuleti J. Multi-agent based distributed control architecture for microgrid energy management and optimization // Energy Conversion and Management. 2016. V. 112. P. 288-307. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.01.011>
5. Dou C., Jia X., Heng L. I. Multi-agent-system-based market bidding strategy for distributed generation in microgrid // Power System Technology. 2016. V. 40. №2. P. 579-586.
6. Lee J., Guo J., Choi J. K., Zukerman M. Distributed energy trading in microgrids: A game-theoretic model and its equilibrium analysis // IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2015. V. 62. №6. P. 3524-3533. <https://doi.org/10.1109/TIE.2014.2387340>
7. Jadhav A. M., Patne N. R. Priority-based energy scheduling in a smart distributed network with multiple microgrids // IEEE Transactions on Industrial Informatics. – 2017. – Т. 13. – №. 6. – С. 3134-3143. <https://doi.org/10.1109/TII.2017.2671923>
8. Jadhav A. M., Patne N. R., Guerrero J. M. A novel approach to neighborhood fair energy trading in a distribution network of multiple microgrid clusters // IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2018. V. 66. №2. P. 1520-1531. <https://doi.org/10.1109/TIE.2018.2815945>
9. Zhong W., Xie S., Xie K., Yang Q., Xie L. Cooperative P2P energy trading in active distribution networks: An MILP-based Nash bargaining solution // IEEE Transactions on Smart Grid. 2020. V. 12. №2. P. 1264-1276. <https://doi.org/10.1109/TSG.2020.3031013>
10. Sheng W., Wu M., Ji Y., Kou L., Pan J., Shi H., Wang Z. G. Key techniques and engineering practice of distributed renewable generation clusters integration // Proceedings of the CSEE. 2019. V. 39. №8. P. 2175-2186.

11. Mu C., Ding T., Dong J., Ning K., Dong X., He Y. Development of decentralized peer-to-peer multi-energy trading system based on private blockchain technology // Journal of Proceedings of the CSEE. 2021.
12. Doan H. T., Cho J., Kim D. Peer-to-peer energy trading in smart grid through blockchain: A double auction-based game theoretic approach // Ieee Access. 2021. V. 9. P. 49206-49218. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3068730>
13. Yang Z., Peng S., Liao Q., Liu D., Xu Y., Zhang Y. J. Non-cooperative trading method for three market entities in integrated community energy system // Autom. Electr. Power Syst. 2018. V. 42. №14. P. 32-39.
14. Park S., Lee J., Bae S., Hwang G., Choi J. K. Contribution-based energy-trading mechanism in microgrids for future smart grid: A game theoretic approach // IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2016. V. 63. №7. P. 4255-4265. <https://doi.org/10.1109/TIE.2016.2532842>
15. Liu N., Cheng M., Yu X., Zhong J., Lei J. Energy-sharing provider for PV prosumer clusters: A hybrid approach using stochastic programming and stackelberg game // IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2018. V. 65. №8. P. 6740-6750. <https://doi.org/10.1109/TIE.2018.2793181>
16. Cui S., Wang Y. W., Shi Y., Xiao J. W. Community energy cooperation with the presence of cheating behaviors // IEEE Transactions on Smart Grid. 2020. V. 12. №1. P. 561-573. <https://doi.org/10.1109/TSG.2020.3022792>
17. Mei Shengwei, Liu Feng, Wei Wei. Fundamentals of engineering game theory and power system application. Beijing Science Press, 2016.
18. Paudel A., Chaudhari K., Long C., Gooi H. B. Peer-to-peer energy trading in a prosumer-based community microgrid: A game-theoretic model // IEEE Transactions on Industrial electronics. 2018. V. 66. №8. P. 6087-6097. <https://doi.org/10.1109/TIE.2018.2874578>
19. Liu N., Yu X., Wang C., Li C., Ma L., Lei J. Energy-sharing model with price-based demand response for microgrids of peer-to-peer prosumers // IEEE Transactions on Power Systems. 2017. V. 32. №5. P. 3569-3583. <https://doi.org/10.1109/TPWRS.2017.2649558>
20. Xu Y., Liao Q., Liu D., Peng S., Yang Z., Zou H., Zhang L. Multi-player intraday optimal dispatch of integrated energy system based on integrated demand response and games // Power System Technology. 2019. V. 43. №7. P. 2506-2518.

*Работа поступила
в редакцию 08.07.2022 г.*

*Принята к публикации
12.07.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Wang Yibo, Feng Guozeng Dynamic Pricing and Energy Management of Electric Heating Integrated Energy System Based on Stackelberg Game // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 245-262. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/28>

Cite as (APA):

Wang, Yibo, & Feng, Guozeng, (2022). Dynamic Pricing and Energy Management of Electric Heating Integrated Energy System Based on Stackelberg Game. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 245-262. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/28>

UDC 697.326.8

https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/29

OPTIMAL DESIGN OF HEATING BOILERS

©Liu Jiapei, Jiangsu University of Science and Technology,
Zhenjiang, China, 1432184336@qq.com

©Zhang Zongnan, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang, China

©Kudashev S., Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia

ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ КОТЛОВ

©Лю Цзяпэй, Цзянсуский университет науки и технологий,
г. Чжэньцзян, Китай, 1432184336@qq.com

©Чжан Цзуннань, Цзянсуский университет науки и технологий, г. Чжэньцзян, Китай

©Кудашев С. Ф., Национальный исследовательский Мордовский государственный
университет им. Н.П. Огарева, г. Саранск, Россия

Abstract. Instead of a regular flywheel, it is possible to install a lightweight, with a variable moment of inertia on the electric unit, which will accelerate faster, which means it is faster to enter the mode of the rated frequency of the generator output voltage. In a mode close to the nominal speed of rotation, the moment of inertia will increase sharply, which will allow more mechanical energy storage, which will not allow to slow down the speed of the internal combustion engine, so it is better to damp (smooth out) the low-frequency external disturbances from the side of the electrical network.

Аннотация. Вместо обычных маховиков на электрической установке можно установить маховик с малым весом и изменяемым крутящим моментом инерции, что ускорит скорость, а значит, и скорость ввода номинального частотного режима напряжения на выходе генератора. В режиме приближения к номинальной скорости вращения количество инерции будет резко увеличиваться, что позволит большему количеству механической энергии хранить, что не позволит снизить скорость двигателя внутреннего сгорания, поэтому желательно подавлять (устранять) низкочастотные внешние помехи сбоку сети.

Keywords: flywheel, engine, moment of inertia, angular velocity, mechanical energy storage.

Ключевые слова: маховик, мотор, момент инерции, угловая скорость, механический накопитель энергии.

In today's industrially developed era, the generation and transmission of heat energy by boilers has become more and more important. Therefore, it is very meaningful to conduct optimization research on boilers.

In terms of hydraulic cylinders: With the rapid development of hydraulic technology, hydraulic machinery is widely used in various fields of production and life. The hydraulic cylinder has the advantages of simple structure, reliable operation, and good low-speed stability, and is the key hydraulic transmission actuator [35-38]. During the working process, the strength and stiffness of the cylinder under the action of internal and external pressure, as well as the bending deformation and critical force of the piston rod when the piston rod reaches a large stroke are all important design parameters of the hydraulic cylinder. Hydraulic cylinder is the executive component in the hydraulic transmission system. It is an energy conversion device that converts hydraulic energy into mechanical

energy. The hydraulic motor realizes the continuous rotary motion, while the hydraulic cylinder realizes the reciprocating motion. There are three types of hydraulic cylinders: piston cylinder, plunger cylinder and swing cylinder. Piston cylinder and plunger cylinder realize reciprocating linear motion, output speed and thrust, and swing cylinder realizes reciprocating swing, output angular velocity (rotation speed) and torque. In addition to being used singly, hydraulic cylinders can also be used in combination of two or more or in combination with other mechanisms. to perform special functions. The hydraulic cylinder is simple in structure and reliable in operation, and has been widely used in the hydraulic system of machine tools [39, 40].

In terms of heat exchangers: heat exchange is a container that realizes heat transfer between two or more different temperature media, so that heat is transferred from a higher temperature medium to a lower temperature medium, to meet the process requirements. The medium temperature can also be used as a device to improve energy utilization. Heat exchangers involve nearly 30 kinds of industries such as chemical industry and petroleum, and domestic heat exchangers have made remarkable achievements in the research of energy saving and efficiency, improving heat transfer efficiency, reducing heat transfer area, reducing pressure drop, and improving device thermal strength [41].

In terms of experiments: domestic structural thermal test control methods mostly use temperature control or heat flow density control. The common point of the two methods is that the time sequence command curve of temperature or heat flux needs to be given in advance. The temperature or heat flux time series command curve is usually calculated based on a simple one-dimensional thermal analysis model of the structure, and the coupling effect of aerodynamic heating and the thermal response of the structure cannot be taken into account [42]. In addition, due to the lack of high-temperature thermophysical parameters of some materials, the calculated temperature or heat flux timing command has a large error compared with the real thermal load on the structural member. According to the increasing test task requirements, it is imperative to develop a set of structural thermal test control methods with higher simulation accuracy, so as to meet the evolving structural thermal test requirements [43].

In addition, considering the shortcomings of traditional thermal test control methods, a new structural thermal test control method—full equation heat flow control method is developed. The control process is as follows: The aerodynamic parameters and heat loss terms are input to the control computer; Substitute into the full-equation heat flow control equation to calculate the heat flow to be applied to the test piece; Use the calculated heat flow value as the control load command value at the next moment, and the current moment. The feedback value of heat flux density is compared; according to the error signal generated by the difference between the two, the output voltage of the electric power regulating device is adjusted, thereby realizing the full equation heat flux control. This control method truly embodies the real-time coupling effect of aerodynamic heating and structural thermal response [44]. It can take into account the change of high temperature thermal physical properties of materials with temperature, more accurately simulate the structural thermal load environment, improve the test accuracy, and make up for the traditional control method. It is suitable for complex structures where temperature and heat flow curves cannot be accurately given [45].

Recirculation is a piping system for a heating circuit, as well as a drinking hot water (DHW) line, designed for the constant movement of heat transfer fluid or hot water. It is designed to increase the efficiency of using boilers, as well as to increase the comfort of consumers when using hot water. With a remote location of the DHW supply tap from the boiler, the water in the pipes cools quickly. You must skip it for a long time until the temperature rises to the desired value. If recirculation is used, water is constantly moving from the boiler to the draw — off point and back. It does not cool

down, which makes it possible to use the DHW immediately, without waiting. In heating systems, circulation ensures optimal thermal conditions. A hot coolant enters the heating circuit, which passes through a cascade of radiators and gives off its thermal energy. Returning to the boiler, the cooled heat transfer fluid heats up again and enters the heating circuit for a new cycle. The efficiency of heating, uniform heat transfer at the beginning and end points of the circuit depends on the speed of water movement. As a rule, the boiler itself provides the circulation of the heat transfer agent. For recirculation of hot water, an additional piping equipped with a circulation pump is used.

The impact node is the most critical node of the pulsed coolant supply system, the reliability of which depends on the performance of the entire system. The shock unit converts the stationary mode of the coolant flow into a pulsed one by periodically blocking the flow. The impact node is the basis of impulse systems; therefore, the design of the impact node is necessary, which is capable of independently adjusting to the flow through it.

The solution to this problem was the use of a flexible connection between the valves. In the case of an axial-type impact assembly, the replacement of a rigid connection between the valves is carried out by installing a spring between the impact valves. As shown in Figure 1

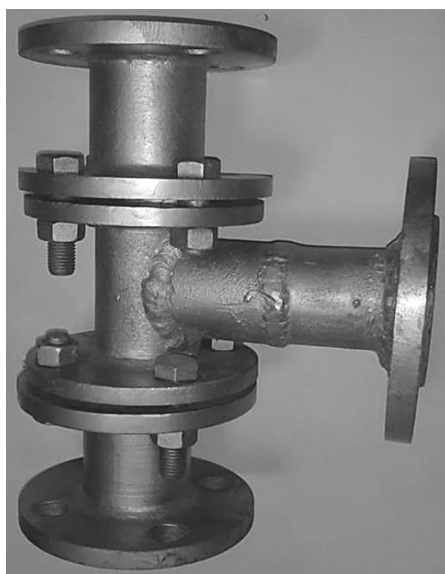


Figure 1. Appearance and diagram of a two-valve axial shock unit

Percussion valves that perform vertical rocking movements, as a rule, are able to operate at low available pressures, have low hydraulic resistance, but at the same time have a longer closing time and lower productivity.

Percussion valves with vertically translational movement move relative to any guide device. Such valves are equipped with TG and YerPI rams. Percussion valves with vertically translational movement are poppet and cup. Poppet-type valves of various modifications are more widely used. These valves have a short closing time, so they create a direct impact even with short feed pipe lengths. However, they have greater hydraulic resistance and greater stresses generated in the shock valve stem.

Cup-type percussion valves are free from these disadvantages. When a flow occurs through the shock valve, the friction force and the pressure difference on the end platforms begin to act on it, due to which the valve closes, hitting a fixed disk mounted on a rubber shock absorber. Cup percussion valves, compared to other percussion valves, have a large flow capacity, and the stresses that occur

on the disc are minimal. The cup valve has two significant drawbacks: a long closing of the valve and exactingness to the purity of the feed water.

The element for creating pulsations is the generator of flow oscillations - the impact node. One of the designs of the shock assembly is shown in Figure 1. The shock assembly, which includes a body consisting of two parts, each of which has an inlet and outlet, a centering rod inserted into bushings fixed in each part, at the ends of which shock valves are fixed, each entering the inlet holes located on one of the sides of each part, on the opposite sides of which permanent magnets are rigidly fixed, between which there is a disk consisting of two parts rigidly fixed in the central part of the centering rod and tightly pressing the elastic membrane located between them, clamped along the edges between two parts with the possibility of axial movement of the free part of the elastic membrane; the disk may be made of magnetic material.

The operation of the hydraulic ram is based on the use of the phenomenon of water hammer - a short-term sharp increase in pressure when the fluid flow suddenly stops in a rigid pipe. As shown in Figure 2.

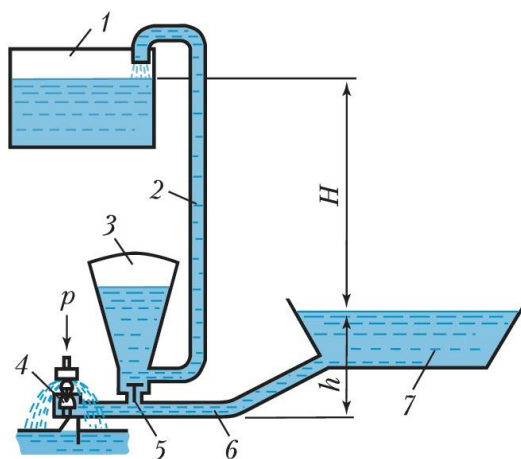


Figure 2. Scheme of a hydraulic ram: 1 — upper tank; 2, 6 — pipelines; 3 — pressure cap; 4, 5 — valves; 7 — reservoir; p — the force required to open the valve; h — the height of the waterfall; H — the height of the water rise

The principle of operation of the “hydraulic ram” — a pump that uses the phenomenon of water hammer. On the left is the flow acceleration phase, on the right is the injection phase (moment of water hammer). 1 — supply tank (upper level of natural flow); 2 — injection (accelerating) pipe; 3 — impact (shock) valve; 4 — pressure (pressure) valve; 5 — air cap; 6 — pressure (outlet) pipe. H is the height of the water rise relative to the level of the drain; h is the level of the supply tank relative to the level of the drain.

Hydraulic ram, a device that, due to hydraulic shock, raises water to a height significantly higher than the level of the source. Water from the source (1) is supplied by gravity through a long pressure pipeline (2), which goes with a slight decrease. Under the action of the growing dynamic pressure of the water, the stop valve (3) located at the lower end of the pipeline closes, and due to the inertia of the moving water and its incompressibility, the pressure here rises sharply. A brief increase in pressure is enough to lift a small part of the water through the pressure valve (4) to a height of more than 50 m. Then the kick valve opens, and everything repeats again.

The Figure 2 shows a slightly more complex device — it contains an air cap 5, which plays the same role as hydro accumulator tanks with a rubber membrane in modern autonomous plumbing

systems. This cap accumulates water under pressure and smoothest the pulsations of the flow of injected water, although theoretically the maximum lifting height is somewhat reduced, since the discharge pipe 6 no longer receives a sharp impulse from a hydraulic shock that occurs when the valve 3 is closed, but the average pressure smoothed out by the “pneumatic shock absorber” — air in cap 5. However, a little further we will see that the smoothing of pulsations is only an additional “bonus” of the air cap. Its main function is different, and without such a node, the rise of water through a more or less long pressure channel will be very difficult.

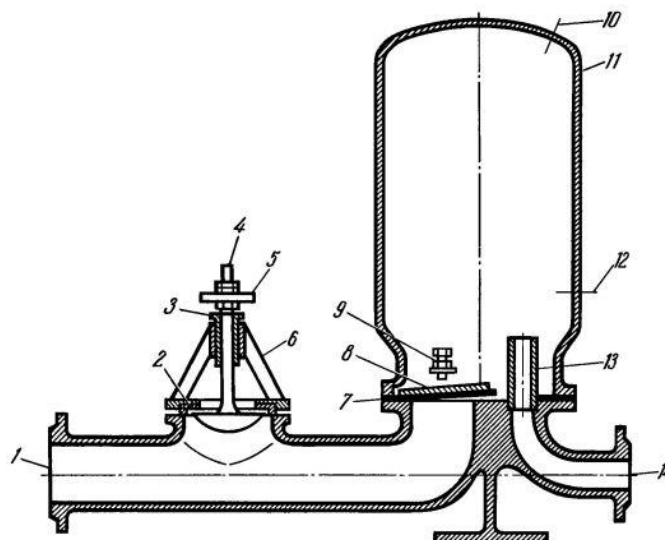


Figure 3. The design of the hydraulic ram: 1 — inlet pipe, water inlet from the supply pipeline; 2 — shock valve seat; 3 — bronze guide and control sleeve; 4 — shock valve with a stem; 5 — additional weight of the shock valve; 6 — impact valve support; 7 — rubber gasket, on which the discharge valve is fixed; 8 — discharge valve; 9 — lock-bolt, limiting the stroke of the delivery valve; 10 — place of the fitting for connecting the pressure gauge; 11 — air cap; 12 — place of the device for supplying air to the air cap; 13 — restrictive sleeve; 14 — discharge pipe, water outlet to the discharge pipeline

A typical design of a hydraulic ram is shown in Figure 3. From the supply pipeline, water enters under a shock valve with a stem moving in a guide bronze bushing. The latter is mounted in a threaded support, which allows you to adjust the valve stroke. When closed, the valve is pressed against the seat. An additional weight is attached to the valve stem. On Figure 3 does not show a device for preliminary opening of the shock valve when starting the ram. The fact is that the pressure of the feed water (which can reach several atmospheres) presses the valve against the seat, so that the valve must be forced to open in order to start the installation.

Another option is a funnel-shaped expansion of the inlet to the injection pipe. It works according to the same principle: in the zone of liquid-air contact, due to the large cross section, the flow velocity is low and air entrapment is unlikely. A decrease in the cross section and an acceleration of the flow occurs at a depth where atmospheric air already separates a sufficient layer of water.

And one more note: in accordance with the recommendations of Viktor Schauberger, confirmed by experience, the creation of spiral guides at the inlet in the direction of the natural swirling of water in the funnel contributes to the organization of the most efficient flow and its fastest advance into the pipe. But, of course, it is important to observe the measure — there is no need to block the spiral channels, trying to force the water to move within strictly specified limits, it is quite enough to simply tell it the way with a shallow spiral relief on the surfaces restricting the flow, and even better, simply organize a tangential water supply to the inlet funnel.

To describe the operation of an open shock valve, we present it in the form of a simplified diagram, Figure 4.

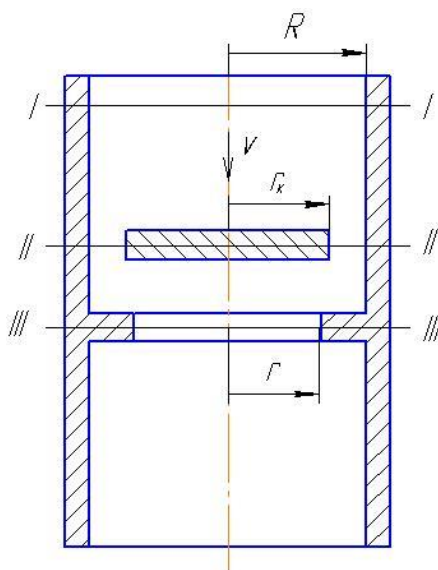


Figure 4. Simplified diagram of a shock valve

In the case of an open impact valve, there is a fluid flow through it with a velocity v_I in a section with a radius R . Above and below the valve, a zone is formed where the fluid velocity is zero and only the static component of the fluid acts on the valve. And since the radius of the passage section above and below the valve are different, the velocity in the pipeline section I-I $v_I = v$ will be less than the speed in the section III-III v_{III} .

$$v_{III} > v_I \quad (31)$$

Accordingly, the dynamic components of the pressure in the sections I-I и III-III:

$$\frac{(v_{III})^2}{2} \rho > \frac{(v_I)^2}{2} \rho \quad (32)$$

And increments of static pressures (without taking into account accelerations) satisfy the reverse inequalities:

$$\Delta p_{III} < \Delta p_I \quad (3)$$

$$\Delta p = \frac{\rho}{2} (v_{III} - v_I)^2 \quad (4)$$

On the valve in the direction of the axis of movement, static pressure forces act along the normal to horizontal surfaces. The pressure forces (normal stresses) from the sides, directed along the normal to these surfaces, are balanced, and the shear stresses, due to the small surface area of the valve sides, can be neglected. Denoting the pipe radius R in section I-I and the radius in the valve seat section r (section III-III) from the continuity law $Q_{III} = Q_I$, we obtain that:

$$\Delta p = \frac{\rho(R^4 - r^4)}{2r^4} v^2 \quad (5)$$

means

$$F_{\theta} = \Delta p \cdot \frac{\rho(R^4 - r^4)}{2r^4} v^2 \quad (33)$$

In the case of a closed valve, the constant component of the coolant flow rate is equal to $v_0=0$, and only the oscillatory component of the velocity acts on the valve. When analyzing the operation of a two-valve PP, it is necessary to take into account the following forces: inertia of moving parts; spring elasticity F_c ; fluid pressure; hydraulic resistance $F_{\Delta p}$, due to the speed difference between the shock valve and the coolant. Scheme of the PP with the indication of forces, acting on impact valves is shown in Figure 4.

Differential equations describing the operation of a two-valve flow converter:

$$\begin{cases} m\ddot{x}_1 = -F_c + F_{c1} + F_{\theta 2} + F_{\Delta p 2}, \\ m\ddot{x}_2 = F_c - F_{c2} - F_{\theta 2} - F_{\Delta p 2}, \end{cases} \quad (7)$$

$$\begin{cases} m\ddot{x}_1 = -c(\Delta x) - c_1(x_1 - h) + \frac{\mu\rho S}{2} v_1^2 + \frac{\zeta_1\rho S}{2} (v_1 - \dot{x}_1)^2 \\ m\ddot{x}_2 = c(\Delta x) - c_2(x_2 - h) - \frac{\mu\rho S}{2} v_2^2 - \frac{\zeta_2\rho S}{2} (v_2 + \dot{x}_2)^2 \end{cases} \quad (34)$$

where m — shock valve weight, kg; x_1, x_2 — coordinate of shock valves K-1 and K-2, respectively, m; c, c_2, c_1 — coefficients of elasticity of springs 3, 2, 1 respectively, N/m; Δx — shock valve movement K-1 и K-2, $\Delta x = H + h + x_1 - x_2$, m; v_1, v_2 — fluid velocity in sections 1-1 and 2-2, respectively, m/sec; S — shock valve's square, m^2 .

Hydraulic processes in a circuit with a two-valve flow converter are considered using the theory of circuits. The energy chain of one arm of the hydraulic network is shown in Figure 5 it includes two links. Heat exchanger with plate compliance l_1 , water mass in channels m_1 , active hydraulic resistance r_1 , connecting pipeline with water mass m_2 , active hydraulic resistance r_2 , and pipeline material compliance l_2 .

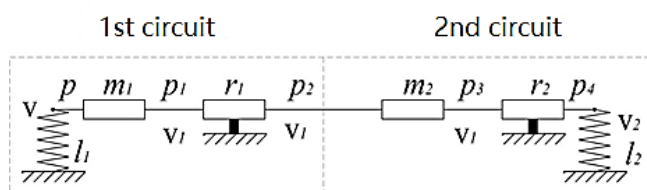


Figure 5. Hydraulic circuit of the supply pipeline with a heat exchanger installed on it

Circuit equation:

$$\begin{cases} p = m_1 \dot{v}_1 + r_1 v_1^2 + p_2, \\ v = l_1 \dot{p} + v_1, \end{cases} \quad (9)$$

$$\begin{cases} p_2 = m_2 \dot{v}_1 + r_2 v_1^2 + p_4, \\ v_1 = l_2 \dot{p}_4 + v_2. \end{cases} \quad (10)$$

where p, p_4 – the pressure of the coolant at the inlet to the supply pipeline and at the outlet from it, respectively, Pa; v_1, v_2 – volumetric flow rate of the heat carrier at the inlet to the supply pipeline and at the outlet from it, respectively, m³/s.

Pressure and volume flow at the inlet to the circuit:

$$\begin{cases} p = m_1 \dot{v}_1 + r_1 v_1^2 + m_2 \dot{v}_2 + r_2 v_2^2 + p_4, \\ v = l_1 \dot{p}_2 + l_2 \dot{p}_4 + v_2. \end{cases} \quad (11)$$

The volume flow and pressure of the coolant were presented as a constant component and a deviation:

$$v = v_0 + \bar{v}, \quad p = p_0 + \bar{p} \quad (12)$$

In this case, due to the smallness:

$$v^2 \approx v_0^2 + 2 v_0 \bar{v}, \quad \dot{v} = \dot{\bar{v}}, \text{ etc} \quad (13)$$

Pressure equation:

$$p = (m_1 l_2 + m_2 l_2) \ddot{\bar{p}}_4 + \bar{p}_4 + p_{40} + (m_2 + m_1) \dot{\bar{v}}_2 + (2r_1 v_{20} + 2r_2 v_{20}) \bar{v}_2 + (r_1 + r_2) v_{20}^2. \quad (14)$$

Taking into account the introduced coefficients, $a_1 = m_1 l_2 + m_2 l_2$, $a_2 = 1$, $b_1 = m_2 + m_1$, $b_2 = 2r_1 v_{20} + 2r_2 v_{20}$, we represent equation (2.5) in the form:

$$p = a_1 \ddot{\bar{p}}_4 + a_2 \bar{p}_4 + a_3 p_{40} + b_1 \dot{\bar{v}}_2 + b_2 \bar{v}_2 + b_3 v_{20}^2. \quad (15)$$

Image equation:

$$(a_1 s^2 + a_2) P_4(s) = -(b_1 s + b_2) V_2(s) \quad (16)$$

After appropriate transformations, the complex resistance of the circuit:

$$Z(s) = \frac{P_4(s)}{V_2(s)} = \frac{-b_1 s - b_2}{a_1 s^2 + a_2} \quad (17)$$

Frequency function:

$$Z(\Omega) = \frac{-b_1 j \Omega - b_2}{-a_1 \Omega^2 + a_2} \quad (18)$$

The real part of the frequency function:

$$U(\Omega) = \frac{b_2}{a_1 \Omega^2 - a_2} \quad (19)$$

The imaginary part of the frequency function:

$$V(\Omega) = \frac{b_1 \Omega}{-a_1 \Omega^2 + a_2} \quad (20)$$

Amplitude-frequency response of the circuit:

$$A(\Omega) = \sqrt{U^2(\Omega) + V^2(\Omega)} \quad (21)$$

Phase-frequency function:

$$\varphi(\Omega) = -\arctg \frac{U(\Omega)}{V(\Omega)} \quad (22)$$

The values of the parameters of the system and the coolant with pulsed supply for modeling the frequency response are presented in the Table.

Table

THE VALUES OF THE PARAMETERS
 OF THE SYSTEM AND THE COOLANT WITH PULSED SUPPLY

	$r_1 \frac{\text{Па} \cdot \text{с}}{\text{м}^3}$	$r_2 \frac{\text{Па} \cdot \text{с}}{\text{м}^3}$	$v_0 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$	$m_1 \text{ кг}$
1	0,1	0,5	0,07	60
2	0,1	0,5	0,07	80
3	0,5	0,5	0,07	110
4	0,5	0,5	0,07	60
5	0,5	0,5	0,07	60
6	0,5	0,5	0,07	60
7	0,5	0,5	0,07	60
8	0,5	0,5	0,1	60
9	0,5	0,5	0,15	60
	$m_2 \text{ кг}$	$l_1 \frac{\text{м}^3}{\text{Па}}$	$l_2 \frac{\text{м}^3}{\text{Па}}$	
1	4,5	0,00017	0,00011	
2	4,5	0,00017	0,00011	
3	4,5	0,00017	0,00011	
4	4,5	0,0002	0,00011	
5	4,5	0,00006	0,00011	
6	4,5	0,00017	0,00011	
7	4,5	0,00017	0,00011	
8	4,5	0,00017	0,00011	
9	4,5	0,00017	0,00011	

Graphs of the theoretical frequency response (of a supply pipeline with a heat exchanger installed on it, calculated in accordance with the values of the parameters for modeling are shown at the Figure 6. The frequency response practically does not depend on the resistance of the pipelines.

From the graphs (Figure 6) it can be seen that with an increase in the mass of liquid in the pipeline, the elasticity of the system, as well as the velocity of the liquid through the flow converter, the amplitude of pressure fluctuations increases at a unit flow through the system. This is due to the fact that an increase in the elasticity of the system leads to an increase in the velocity of propagation of elastic waves in the liquid, an increase in the velocity of the coolant reduces the closing time of

shock valves, and an increase in the mass of the liquid at constant system parameters (pipeline length, diameter, etc.) is possible only with a change in the density of the coolant, which affects the velocity of propagation of elastic waves in the liquid.

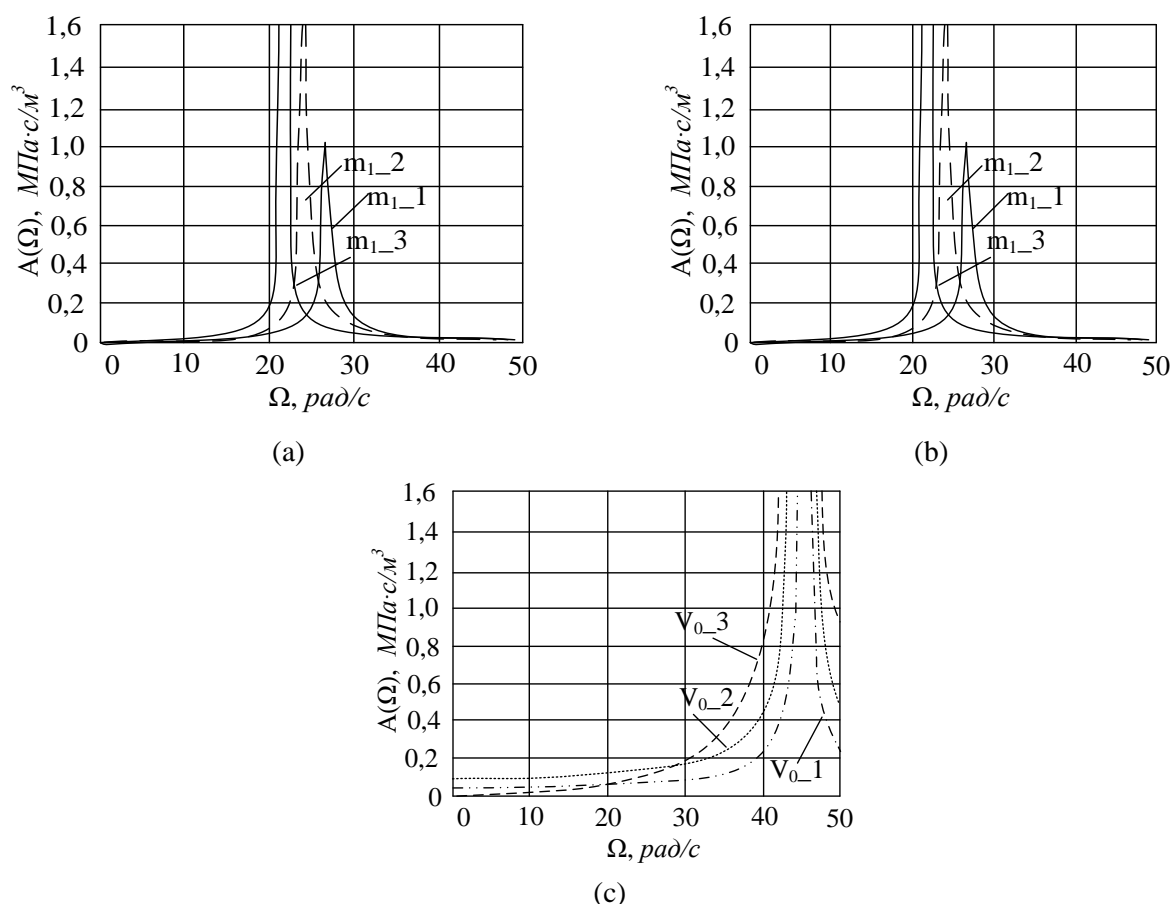


Figure 6. Theoretical amplitude-frequency characteristics of the supply pipeline with a heat exchanger installed on it

As a result of theoretical studies, dependences, models were obtained, in the solution of which analytical dependences were obtained, in accordance with which the scheme of the experimental setup was developed. To solve the tasks set, an experimental setup was developed and implemented. It is designed to study the possibility of increasing the boiler water circulation ratio during the transition to the pulse feedwater flow regime.

Further, the structural and functional was determined and the schematic diagram of the laboratory installation of the layout of the boiler DE-10/13 with a pulsed feed circuit was developed to solve the following problems:

- implementation of a pulsed flow regime in the boiler feed circuit;
- experimental verification of the operation of the impact unit with a drive when operating at different frequencies;
- quantitative and qualitative assessment of the flow rate created by membrane pumps in the circulation circuit of the boiler unit;
- study of energy consumption in the scheme of the laboratory installation of the boiler model DE-10/13 with a pulsed feed circuit;
- determination of the dependence of the flow through the shock valve on the frequency of its closing.

The experimental setup is a model of an individual heating point with a pulsed coolant supply. It allows you to adjust and test the shock assembly: two-valve. The experimental setup has two hydraulic circuits: a circuit with a working medium and a pumped one. The first consists of an accelerating pipe of a plate heat exchanger, a membrane pump flow converter. In the scheme shown in Figure 7, a line with a return heating system is installed, which in this case allows organizing a system for recirculating the coolant supply from the return pipeline T2 to the supply pipeline T1, that is, it turns out to be used as a hydraulic converter.

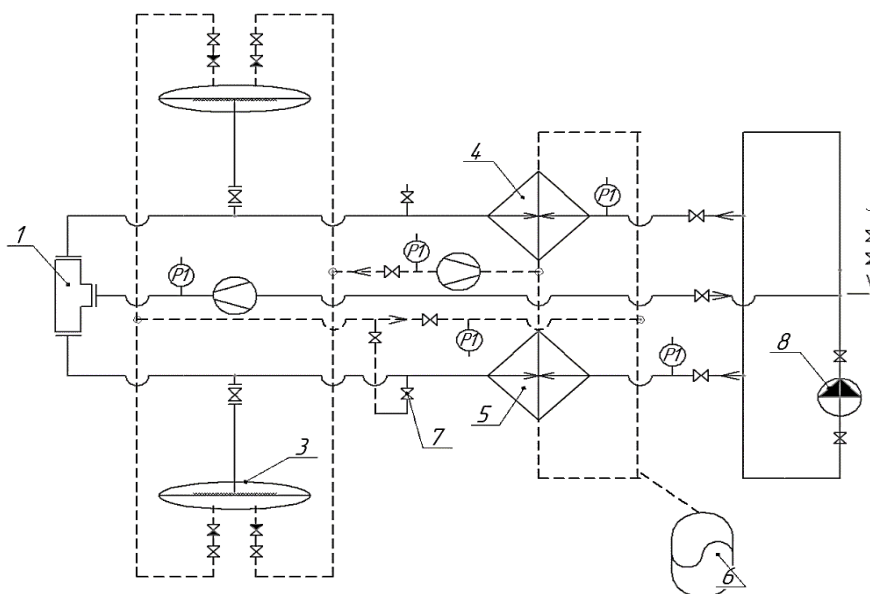


Figure 7. Schematic diagram of the experimental setup

The coolant enters the shock assembly through two pipelines, they are individually approached to each shock valve. The presence of a flow in the heating system determines the hydrodynamic forces, the flow converters act on the valves, which causes the closing or opening of one of the shock valves. When one of the shock valves is closed, a process of pressure fluctuation occurs in the pipeline in front of the shock valve. With an increase in pressure, and then a sharp deceleration of the flow, the pressure in the pipeline increases, and the liquid from the return pipeline T2 through the check valves 7 enters the supply pipeline 6. The increase in pressure in the pipeline that is supplied to the shock valves is replaced by its decrease below or higher value. The hydrostatic forces that act on the closed shock valves are reduced due to the occurrence of a negative wave, due to which the position of the shock valves changes. Liquid pressure fluctuations in the pipeline, generated by shock valves, propagate through pipelines with a certain attenuation coefficient, i.e. with movement along the length of the pipeline, the amplitude of the pressure fluctuations of the coolant decreases.

To reduce the amplitude of fluctuations in pressure fluctuations, a hydraulic accumulator is installed in the return pipeline. Since the closing of the shock valves occurs alternately, at any time one of the shock valves is in the open position, which reduces the hydraulic resistance. It is required to set the required stroke value of the shock valves to control the flow in the heating system. When the shock valve is closed, the pressure of the liquid in the pipeline increases. As a result of the increase in pressure, the blower membranes move to the upper point, and part of the liquid is pumped through the outlet valves into the accumulator and further into the supply pipeline. With a decrease in pressure in the pipeline, a suction period begins, during which the membranes of pumps 3 move down and part of the liquid from the return pipeline T2 is sucked into the pump cavity through the inlet valves.

This laboratory equipment uses the following measuring instruments as, pressure sensors “ОВЕН ПД100”, Pressure sensor BD, Electromagnetic flowrate sensor “Masterflow DU 15”.

Sensors «ОВЕН ПД100» whose task is to transform pressure with a measuring membrane of stainless steel AISI 316L, technology - based sensor SIS (silicon in silicon) and cable input. This model is characterized by increased measurement accuracy (от $\pm 0,25\%$ full scale value), resistance to hydraulic shock and relatively low output noise (no more ± 16 мкА). The converters of these models are designed for automatic control and control systems at the main and secondary industries in industry: hydraulic systems and pneumatic systems, water supply and heat supply systems, automation of water utilities, heat points, gas facilities, etc., where increased accuracy, stability of the signal output is required. The converters of these models are designed for automatic control and control systems at the main and secondary industries in industry: hydraulic systems and pneumatic systems, water supply and heat supply systems, automation of water utilities, heat points, gas facilities, etc., where increased accuracy, stability of the signal output is required pressure type “KPT-9-00-ИР-С-МС-М20-1,6-0,5-1Т2”, presented in the Figure 8. The pressure sensor has a linear characteristic and is equipped with a current output of 4-20 mA, which allows you to connect the CRT sensor-9 to the PCI L-783 PCI sensor by means of current shunts.



Figure 8. The appearance of the excessive pressure converter “KPT – 9”

The consumption converter Electromagnetic Masterflow serves to convert the consumption of hot or cold - water supply, as well as others, it is possible to set up a given sensor for other liquid liquids, but just so that the specific electrical conductivity was at least 10-3 cm/m in electrical signals: impulse, current, frequency. The appointment of this meter of consumption and accounting for consumption of the amount of fluid in filled pressure pipelines of water supply and heat supply systems, with air content, particles not more than 1%.

Sensors can be used as a primary device with heat meters in the heat meter, with a secondary device in the counter -flow meter, as well as in automated data collection systems, regulation and control of technological processes.

Masterflow class “Э” can be used as part of flowmeter equipment as measuring or technological converters.

Masterflow's modification converters convert the volume of fluid which passed through them in a proportional amount of impulse output with a standard sizes of the price. The device has a current

output of 4-20 mA, which allows you to connect it by means of a shunt resistance to the data collection board L-783.

The value of the output current signal in the presence of a flow through the converter is defined as:

$$I_{\text{вых}} = \frac{g(I_{\text{макс}} - I_0) + I_0 g_{\text{макс}}}{g_{\text{макс}}} \quad (23)$$

Where: $I_{\text{вых}}$ – the value of the output current, mA; $I_{\text{макс}}$ – the value of the maximum output current 5 mA or 20 mA; I_0 – current value at zero consumption – 0 mA or 4 mA; $g_{\text{макс}}$ – maximum volumetric flowrate for this, m³/h; g – current flowrate, m³/h.

MF-h modification converters convert the fluid consumption into a sequence of electrical impulses with a frequency proportional to the consumption, and also have an impulse output with a pulse ratio normalized for a group of sizes. MF-T modification converters convert the fluid consumption into a direct current's output, proportional to the consumption, and also have a pulse output from a pulse ratio normalized for a group. MF modification converters can be performed in the performance of "P", designed to measure both direct and reverse flow.

In this work, an experimental laboratory study was carried out to determine the performance of a hydraulic ram in a system with a pulsed coolant supply to the recirculation line.

The following results are obtained: there was an equation obtained, depending on the performance of the hydraulic ram on the length of the supply pipeline and the pressure in the heating network for use in individual heating points. Based on the obtained data, a graph of the dependence of the flow rate created by the hydraulic ram on the available pressure in the heating circuit in which this unit is installed was plotted, the number of significant coefficients of the regression equation was obtained.

References:

1. Cheng, D. (2008). Mechanical design manual.
2. Zhao, Jingwen, & Wang, Hongyu (2001). Structural finite element analysis.
3. Liu, Hongwen (2016). Mechanics of materials.
4. Liu Jianming, he Weili. Hydraulic and pneumatic transmission. 2014.
5. Maeda, G. J., Singh, S. P., & Rye, D. C. (2011, September). Improving operational space control of heavy manipulators via open-loop compensation. In *2011 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems* (pp. 725-731). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IROS.2011.6094437>
6. Nicoletto, G., & Marin, T. (2011). Failure of a heavy-duty hydraulic cylinder and its fatigue re-design. *Engineering Failure Analysis*, 18(3), 1030-1036. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2010.12.019>
7. Wang, Z. (2010). Prospectives for China's solar thermal power technology development. *Energy*, 35(11), 4417-4420. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2009.04.004>
8. Zhu, S., Yan, J., Chen, Z., Tong, M., & Wang, Y. (2015). Effect of the stiffener stiffness on the buckling and post-buckling behavior of stiffened composite panels—Experimental investigation. *Composite structures*, 120, 334-345. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2014.10.021>
9. Geng, Q., Li, H., & Li, Y. (2014). Dynamic and acoustic response of a clamped rectangular plate in thermal environments: experiment and numerical simulation. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 135(5), 2674-2682. <https://doi.org/10.1121/1.4870483>
10. Zhang, Yu, & Zhang, Boliang (1993). Structural thermal test technology.
11. Tao, Wenquan (2006). Heat transfer.

Список литературы:

1. Cheng D. et al. Mechanical design manual. 2008.
2. Zhao Jingwen, Wang Hongyu. Structural finite element analysis. 2001
3. Liu Hongwen. Mechanics of materials. 2016.
4. Liujianming he Weili. Hydraulic and pneumatic transmission. 2014.
5. Maeda G. J., Singh S. P. N., Rye D. C. Improving operational space control of heavy manipulators via open-loop compensation // 2011 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. IEEE, 2011. P. 725-731. <https://doi.org/10.1109/IROS.2011.6094437>
6. Nicoletto G., Marin T. Failure of a heavy-duty hydraulic cylinder and its fatigue re-design // Engineering Failure Analysis. 2011. V. 18. №3. P. 1030-1036. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2010.12.019>
7. Wang Z. Prospectives for China's solar thermal power technology development // Energy. 2010. V. 35. №11. P. 4417-4420. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2009.04.004>
8. Zhu S., Yan J., Chen Z., Tong M., Wang Y. Effect of the stiffener stiffness on the buckling and post-buckling behavior of stiffened composite panels—Experimental investigation // Composite structures. 2015. V. 120. P. 334-345. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2014.10.021>
9. Geng Q., Li H., Li Y. Dynamic and acoustic response of a clamped rectangular plate in thermal environments: experiment and numerical simulation // The Journal of the Acoustical Society of America. 2014. V. 135. №5. P. 2674-2682. <https://doi.org/10.1121/1.4870483>
10. Zhang Yu, Zhang Boliang. Structural thermal test technology. 1993.
11. Tao Wenquan. Heat transfer. 2006.

*Работа поступила
в редакцию 29.06.2022 г.*

*Принята к публикации
03.07.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Liu Jiapei, Zhang Zongnan, Kudashev S. Optimal Design of Heating Boilers // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 263-276. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/29>

Cite as (APA):

Liu, Jiapei, Zhang, Zongnan, & Kudashev, S. (2022). Optimal Design of Heating Boilers. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 263-276. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/29>

UDC 621.311.243

https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/30

OPTIMIZATION DESIGN OF KEY PARAMETERS OF SOLAR FLAT PANEL SOLAR COLLECTOR'S OWN STRUCTURE BASED ON PYTHON

©Xiong Qiming, Jiangsu University of Science and Technology,
Zhenjiang, China, xionqiming11@126.com

©Bazhanov A., Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia

©Lu Jiahao, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang, China

©Zhang Qi, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang, China

©Sun Cheng, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang, China

©Zhou Yanyan, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang, China

ОПТИМИЗАЦИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОНСТРУКЦИИ ПЛОСКОПАНЕЛЬНОГО СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА НА БАЗЕ PYTHON

©Сюн Цимин, Цзянсуский университет науки и технологии,
г. Чжэньцзян, Китай, xionqiming11@126.com

©Бажанов А., Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева, г. Саранск, Россия

©Лу Цзяхао, Цзянсуский университет науки и технологии, г. Чжэньцзян, Китай

©Чжан Ци, Цзянсуский университет науки и технологии, г. Чжэньцзян, Китай

©Сунь Чэн, Цзянсуский университет науки и технологии, г. Чжэньцзян, Китай

©Чжоу Яньян, Цзянсуский университет науки и технологии, г. Чжэньцзян, Китай

Abstract. Combined with domestic and foreign literature, the research progress, key parameters and existing problems of flat-panel solar collectors are analyzed. On this basis, the thermal efficiency of flat-panel solar collectors is studied by means of experiments and numerical simulations. This paper introduces and analyzes the structural characteristics of flat-panel solar collectors. Based on the structural characteristics of flat-panel solar energy and research at home and abroad, the influence of the structural parameters of each flat-panel solar collector on the collector performance was studied. According to the heat transfer process and structural characteristics of the collector, the heat energy equation of the collector is established, and the calculation process of the heat loss of the collector is simplified according to the existing research, and the calculation of the heat loss coefficient is an empirical formula. In order to facilitate the experimental study, an efficiency factor and a heat transfer factor are introduced, and the temperature of the fluid at the inlet of the collector is used to replace the surface temperature of the heat-absorbing plate, which is difficult to measure. The calculation program is used to obtain the influence data of each key parameter of the collector on the thermal efficiency and use Origin to process the data to visualize the influence of each parameter on the thermal efficiency. On this basis, a variance analysis method is proposed to optimize the collector. Based on the PYTHON software, the calculation program is written according to the variance analysis method, and the key parameters that will greatly affect the instantaneous efficiency of the collector are combined in pairs, and the optimal collector parameter combination corresponding to the maximum instantaneous efficiency is studied. This research has a certain guiding effect on the utilization of solar energy.

Аннотация. На основе литературных данных проанализированы ход исследований, основные параметры и существующие проблемы плоскострельных солнечных коллекторов.

Исходя из этого, тепловой КПД плоских солнечных коллекторов изучается с помощью экспериментов и численного моделирования. В статье представлены и проанализированы структурные характеристики плоских солнечных коллекторов. На основе структурных характеристик плоскопанельной солнечной энергии и исследований было изучено влияние структурных параметров каждого плоскопанельного солнечного коллектора на производительность коллектора. В соответствии с процессом теплопередачи и конструктивными характеристиками коллектора устанавливается уравнение тепловой энергии коллектора, а процесс расчета тепловых потерь коллектора упрощается в соответствии с существующими исследованиями, а расчет коэффициента тепловых потерь является эмпирической формулой. Для облегчения экспериментального исследования вводятся коэффициент полезного действия и коэффициент теплоотдачи, а температура жидкости на входе в коллектор используется вместо температуры поверхности теплопоглощающей пластины, которую трудно измерить. Программа расчета используется для получения данных о влиянии каждого ключевого параметра коллектора на тепловую эффективность и использует Origin для обработки данных для визуализации влияния каждого параметра на тепловую эффективность. На этой основе предлагается метод дисперсионного анализа для оптимизации коллектора. На основе программного обеспечения PYTHON программа расчета написана в соответствии с методом дисперсионного анализа, а ключевые параметры, которые будут сильно влиять на мгновенную эффективность коллектора объединены попарно, а оптимальная комбинация параметров коллектора, соответствующая максимальной мгновенной эффективности, изучалась. Это исследование имеет определенное направляющее влияние на использование солнечной энергии.

Keywords: solar energy, collector, two-way ANOVA, PYTHON.

Ключевые слова: солнечная энергия, коллекционер, двусторонний дисперсионный анализ, PYTHON.

Due to the intensified energy depletion and greenhouse effect caused by the huge consumption of traditional fossil fuels, it is imperative to develop clean energy to optimize the energy consumption structure. In recent years, solar energy has been widely used in photovoltaic power generation, solar concentrating heat collection and thermoelectric hybrid systems [1, 2].

In solar thermal utilization, the development of solar water heating system has promoted the innovation of flat panel solar collector technology. Compared with evacuated tube collectors, flat-panel solar collectors have the advantages of less tube burst and long life, and are widely used in urban residential building integration. Experts and scholars at home and abroad have analyzed the influence of the parameters of the heat absorbing plate and the rain and dust accumulation in the external environment on the thermal performance of the flat-panel solar collector [3, 4] and used nanofluids as the working fluid to improve the thermal efficiency of the flat-panel solar collector. Chinese scholars [5, 6] have studied the effects of different boundary conditions, such as ambient temperature, working medium inlet temperature, working medium flow rate, and cavity absorber emissivity, on the heat loss of cavity absorbers [7-9]. The research of foreign experts and scholars has shown that porous media has a significant effect on the enhancement of heat transfer of flat-panel solar collectors and can effectively reduce the heat transfer loss of the collector [10]. Cruz-Peragon F et al. [11] used nonlinear optimization method to analyze the relationship between various parameter changes of flat-panel solar collectors and their thermal performance and established an energy

equation based on genetic algorithm optimization. The non-uniform flow of the heat collector working fluid, the temperature distribution of the heat absorbing plate and the Nusselt number of the working fluid heat transfer in the tube are discussed, and the optimal design algorithm of the flat plate collector is given.

This paper focuses on optimizing the structural parameters of the flat-panel solar collector to improve the thermal efficiency of the collector. The key points such as the ambient temperature, wind speed, average temperature of the heat-absorbing plate, heat-absorbing plate and tube sheet of the collector are analyzed by using python numerical calculation method. The effect of parameters on the thermal efficiency of the collector.

The main working principle of the flat-panel solar collector is that the sunlight irradiates the heat-absorbing plate through the transparent cover plate, and the heat energy converted by the solar energy is transferred to the exhaust pipe, and the heat-collecting working medium in the exhaust pipe transmits the heat. The flat-panel solar collector is a special heat exchange device. The solar radiation first reaches the transparent cover on the upper surface of the collector. Most of the solar radiation reaches the surface of the collector through the transparent cover, and a small part is covered by the cover. The plate absorbs or is reflected back to the sky. Secondly, most of the solar radiation energy reaching the surface of the heat collector plate will be absorbed by the heat collector plate and converted into heat energy, and the heat energy on the heat collector plate will be transferred to the fluid channel wall in contact with it in the form of heat conduction, and a small part will be converted into heat energy. Reflected by the heat collector to the transparent cover. In this way, when the heat collecting working medium from the inlet end of the fluid channel flows through the fluid channel, it is heated by the heat energy transferred to the wall of the fluid channel. The working medium flows out from the outlet end of the fluid channel with useful energy. After such many cycles, the solar radiation energy is continuously absorbed and stored in the hot water tank for backup, becoming useful energy. At the same time, the transparent cover, the surrounding frame and the bottom of the collector lose heat to the environment, which constitutes the heat loss of the collector. Such a heat exchange cycle process is maintained until the heat collection temperature reaches a certain equilibrium point. Its basic working principle [12, 13]. It is mainly composed of heat absorbing plate, transparent cover plate, thermal insulation layer, exhaust pipe (heat collecting pipe) and shell and other components.

The instantaneous efficiency equation of a solar collector is the main basis for measuring its thermal performance. The effective energy and instantaneous efficiency of a flat-panel solar collector under steady-state conditions can be obtained from the following equations [14]:

$$Q_u = A[S - U_L(T_{p,m} - T_a)] \quad (1)$$

$$S = \eta_0 G \quad (2)$$

$$Q_u = mc_f \Delta T \eta = F_R (\tau \alpha)_e - F_R U_L T_i^* \quad (3)$$

$$T_i^* = \frac{T_i - T_a}{G} \quad (4)$$

Where, Q_u is the useful energy; S is the absorbed radiant energy, W/m^2 ; $T_{p,m}$, T_a The average temperature of the heat sink and the ambient temperature, K; η_0 is the absorption efficiency; c_f is the specific heat capacity, $J/(kg.K)$; m is the mass flow of the working fluid, kg/s ; ΔT is the

temperature difference between the inlet and outlet; F_R is the thermal migration factor; $(\tau\alpha)_e$ is the product of the transmittance of the cover glass and the absorptivity of the heat sink; U_L is the total heat loss coefficient, $W/(m^2.k)$; η is the instantaneous efficiency; T_i^* is the normalized temperature difference, $(m^2.k)/W$; T_i is the temperature of the inlet and outlet working fluid, K;

Two-way ANOVA with interaction, which assumes that the combination of factor A and factor B will produce a new effect. For example, if it is assumed that consumers in different regions have different special preferences for a certain brand than consumers in other regions, this is a new effect generated by the combination of the two factors, which belongs to the background with interaction; otherwise, there is no interaction. background.

Two-factor univariate analysis of variance uses `anova2` function `p=anova2(X, reps)`, each column of matrix X corresponds to a level of factor A, and each row corresponds to a level of factor B, X should satisfy the basic assumption of variance analysis, reps mean. The number of groups of data for each level combination of factors A and B. The optimization method in this paper uses the two-factor univariate analysis of variance method with interactive effects. This method means that factor A and factor B have several levels respectively, and each level combination corresponds to several groups of data. Perform variance analysis on these data to obtain factor A. And factor B has a significant impact on the final result, and then analyze whether the interaction between the two has a significant impact on the final result.

Suppose factor A and factor B have r levels and s levels respectively, then there are $A_1, A_2 \dots A_r$ and $B_1, B_2 \dots B_s$; It is assumed that the population (A_i, B_j) under the horizontal combination x_{ij} satisfies the normal distribution $N(\mu_{ij}, \sigma^2), i=1, \dots, r, j=1, \dots, s$, Let the horizontal combination (A_i, B_j) have t sets of data. The expression to change x_{ijk} to μ_{ij} and ε_{ijk} is as follows:

$$x_{ijk} = \mu_{ij} + \varepsilon_{ijk} \tag{5}$$

$$i = 1, \dots, r, j = 1, \dots, s, k = 1, \dots, t$$

ε_{ijk} follows a normal distribution $N(0, \sigma^2)$ is independent of each other, Then we can get the overall mean μ , The effect of the level A_i of factor A on the final result α_i , The effect of the level B_i of factor B on the final outcome β_i and the interaction of A_i and B_i on the final outcome. The formula for calculating γ_{ij} is as follows:

$$\mu = \frac{1}{rs} \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^s \mu_{ij} \tag{6}$$

$$\mu_i = \frac{1}{s} \sum_{j=1}^s \mu_{ij} \tag{7}$$

$$\alpha_i = \mu_i - \mu \tag{8}$$

$$\mu_j = \frac{1}{r} \sum_{i=1}^r \mu_{ij} \tag{9}$$

$$\beta_j = \mu_j - \mu \quad (10)$$

$$\gamma_{ij} = \mu_{ij} - \mu - \alpha_i - \beta_j \quad (11)$$

Then the mathematical model of the derived formula is:

$$x_{ijk} = \gamma_{ij} + \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk} \quad (12)$$

$$\sum_{i=1}^r \alpha_i = 0, \sum_{j=1}^s \beta_j = 0, \sum_{i=1}^r \gamma_{ij} = \sum_{j=1}^s \gamma_{ij} = 0 \quad (13)$$

$$\varepsilon_{ijk} \sim N(0, \sigma^2) \quad (14)$$

$$i = 1, \dots, r, j = 1, \dots, s, k = 1, \dots, t$$

Mainly based on the absorption rate of the heat sink plate of the collector α_p , The heat sink emissivity ε_p , The thickness of the heat sink δ_p , The thermal conductivity of the heat sink λ_p , The spacing of the pipes W, the inner diameter of the pipes D_i and the inlet temperature $T_{f,i}$ of the working medium in the exhaust pipe as the research focus to carry out a pairwise combination, Analyze whether the influence of the two factors alone and their interaction on the collector efficiency η is significant, and then obtain the optimal solution (the best combination of two key parameters).

The corresponding numerical calculation is carried out in python, and the variation of the thermal performance of the collector with the absorption rate, emissivity, thickness and thermal conductivity of the heat-absorbing plate is obtained as shown in

Figure 1.

It can be seen from

Figure 1 (a) that the absorption rate α_p has a significant effect on the useful energy Q_u and the instantaneous efficiency η , but has no significant effect on the total heat loss coefficient U_L , the fin efficiency F , the efficiency factor F' and the heat transfer factor F_R ;

It can be seen from

Figure 1 (b) that the emissivity ε_p has no significant effect on the useful energy Q_u , the total heat loss coefficient U_L , the fin efficiency F , the efficiency factor F' and the thermal migration factor F_R ; the emissivity ε_p has a significant negative correlation effect on the instantaneous efficiency η ;

It can be seen from

Figure (c) that the thickness δ_p of the heat absorbing plate has a significant effect on the useful energy Q_u , the fin efficiency F , the efficiency factor F' , the heat transfer factor F_R and the instantaneous efficiency η , and has a certain degree of influence on the total heat loss coefficient U_L .

It can be seen from Figure 1 (d) that the thermal conductivity λ_p has a significant effect on the useful energy Q_u , the fin efficiency F , the efficiency factor F' , the heat transfer factor F_R and the instantaneous efficiency η , while the thermal conductivity λ_p has no significant effect on the total heat loss coefficient U_L .

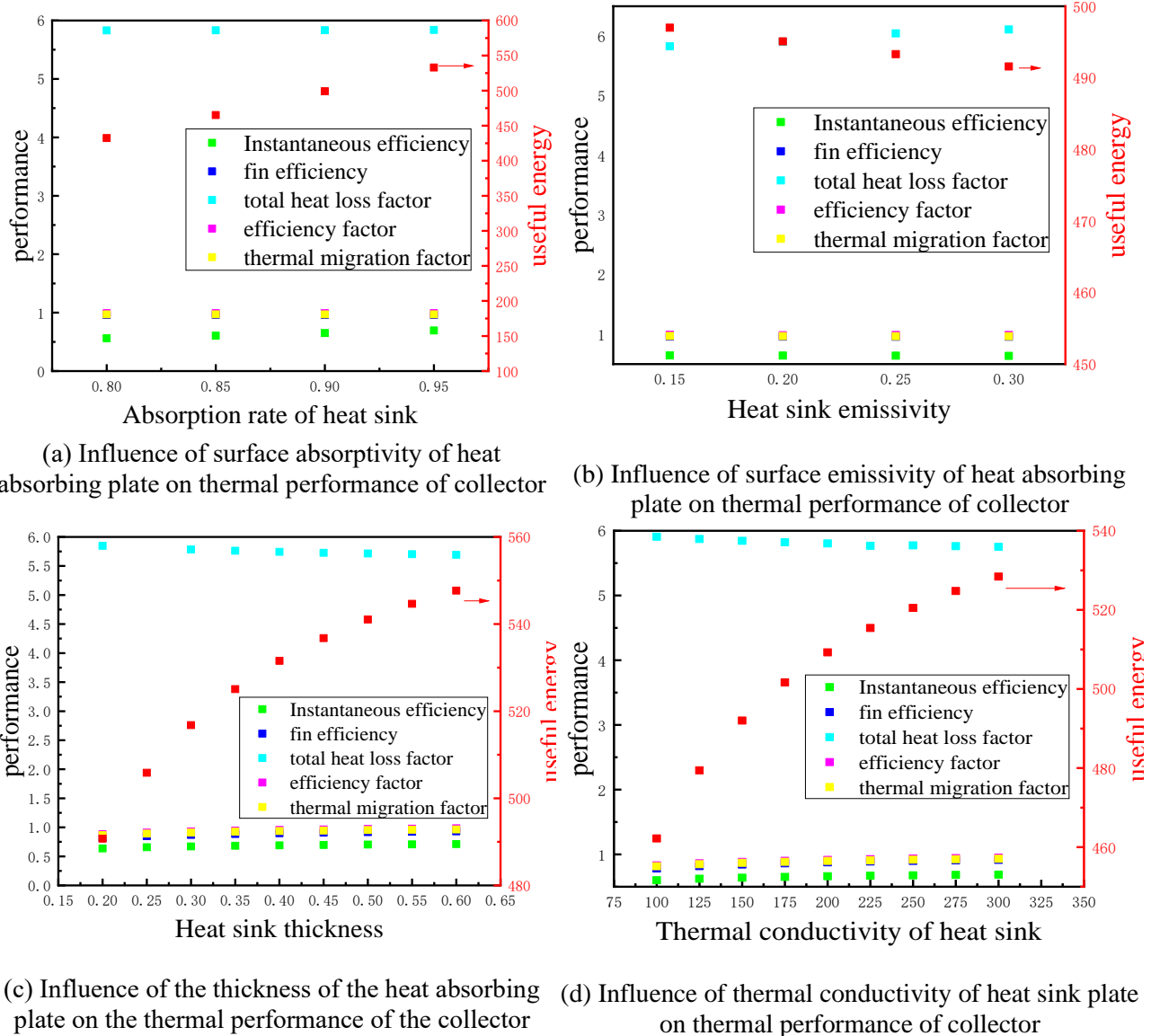


Figure 1. Influence of key parameters of heat absorbing plate on the thermal performance of the collector

The corresponding numerical calculation is performed in python, and the thermal performance of the collector varies with the spacing of the tubes, the inner diameter of the tubes, and the inlet temperature of the working medium in the tubes, as shown in

Figure .

It can be seen from

Figure (e) that the spacing W of the rows of tubes has a negative correlation with the useful energy Q_u , and the spacing of the rows of tubes W has a positive correlation with the total heat loss coefficient U_L ; The spacing of the tubes W has a significant effect on the fin efficiency F , the efficiency factor F' , the heat transfer factor F_R and the instantaneous efficiency η .

It can be seen from

Figure (f) that the inner diameter D_i of the exhaust pipe has a significant effect on the useful energy Q_u , the fin efficiency F , the efficiency factor F' , the heat transfer factor F_R and the

instantaneous efficiency η ; the inner diameter D_i of the exhaust pipe has almost no effect on the total heat loss coefficient U_L .

It can be seen from

Figure (g) that the inlet temperature $T_{f,i}$ of the working medium in the exhaust pipe has a negative correlation effect on the useful energy Q_u and the instantaneous efficiency η , and the total heat loss coefficient U_L , the fin efficiency η , the efficiency factor F' and the heat transfer factor F_R are less affected by $T_{f,i}$.

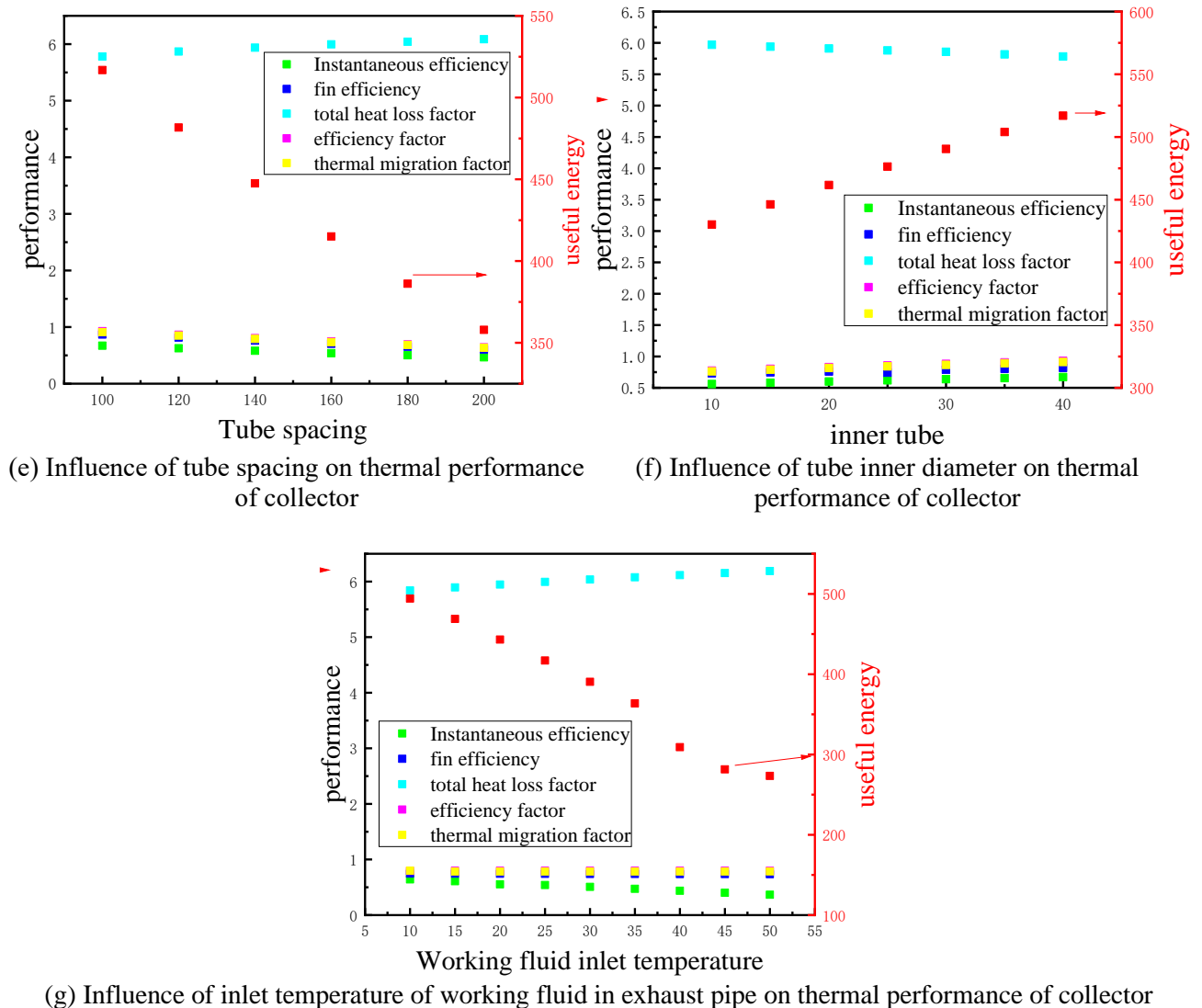


Figure 2. Influence of key parameters of exhaust pipe on thermal performance of collector

Through the method of two-factor variance analysis, the absorptivity and thermal conductivity of the heat-absorbing plate of the collector, the thermal conductivity and thickness of the heat-absorbing plate of the collector, the absorptivity and the heat-absorbing plate of the heat-absorbing plate of the collector were analyzed. Numerical analysis was carried out on the interaction between the thickness, the distance between the heat collector tubes and the inner diameter of the tubes, the inner diameter of the collector tubes and the inlet temperature of the working medium in the tubes, and the distance between the collector tubes and the inlet temperature of the working medium in the

tubes. Then the optimal combination can be obtained, and the purpose of optimizing the key parameters of the collector can be achieved.

1. Combined optimization of the absorption rate of the heat sink and the thermal conductivity of the heat sink. The value range of the absorption rate α_p of the heat sink plate of the collector is 0.80~0.95, which is set as Ap, that is, 0.80~0.95 is Ap1, Ap2, Ap3 and Ap4, respectively. The thermal conductivity λ_p of the heat sink is the thermal conductivity of the common materials of the heat sink: steel, iron, aluminum and copper: 36 W/m K, 80 W/m.k, 237 W/m.k and 398 W/m.k, set λ_p as Tp, and the four thermal conductivity are respectively Tp1, Tp2, Tp3 and Tp4, which constitute 16 combinations.

According to the python calculation program, simulate the program four times to obtain an average instantaneous efficiency result, and obtain a data table of the effect of the absorption rate of the heat sink plate of the collector and the thermal conductivity of the heat sink plate on the instantaneous efficiency η .

Table 1

THE INSTANTANEOUS EFFICIENCY OF THE COLLECTOR VARIES WITH THE ABSORPTION RATE OF THE HEAT SINK AND THE THERMAL CONDUCTIVITY OF THE HEAT SINK

<i>parameter</i>	<i>Tp1</i>	<i>Tp2</i>	<i>Tp3</i>	<i>Tp4</i>
Ap1	0.4166	0.4444	0.4721	0.4998
Ap2	0.5053	0.5407	0.576	0.6114
Ap3	0.594	0.6353	0.6766	0.7179
Ap3	0.6163	0.6593	0.7022	0.7452

According to the data in Table, the calculation program was written, and the calculated p values were 0.0000, 0.0154 and 0.0100, respectively, that is, the thermal conductivity of the heat sink, the absorption rate of the heat sink and the interaction of the two had significant effects on the instantaneous efficiency η . Through further analysis of the interaction, it was found that the mean value of the combination 'Ap4, Tp4' was the highest, that is, the mean value of the combination '0.95, 398 W/m.k' was 0.7452.

2. Combined optimization of thermal conductivity of heat sink and thickness of heat sink. The values of the thermal conductivity of the hot plate are the thermal conductivity of iron, aluminum and copper, which are common materials of the heat sink: 80 W/m.k, 237 W/m.k and 398 W/m.k, respectively. The thickness δ_p of the heat absorbing plate can be varied in the range of 0.2...0.6 mm.

By setting λ_p and δ_p as Tp and Ep respectively, there are 15 combinations. According to the python calculation program, simulate the program four times to obtain an average instantaneous efficiency result, and obtain a data table of the influence of the thickness of the heat-absorbing plate of the collector and the thermal conductivity of the heat-absorbing plate on the instantaneous efficiency η . As shown in Table 2.

According to the data in Table 2, the calculation program was written, and the p-values obtained from the simulation were 0.0000, 0.0201 and 0.0000, respectively, that is, the thermal conductivity of the heat sink, the thickness of the heat sink and the interaction of the two had significant effects on the instantaneous efficiency η . Through further analysis of the interaction, it was found that the mean of the combination 'Ep5, Tp3' was the highest, that is, the mean of the combination '0.6, 398 W/m.k' was 0.7215.

Table 2

THE INSTANTANEOUS EFFICIENCY OF THE COLLECTOR VARIES WITH THE THERMAL CONDUCTIVITY OF THE HEAT SINK AND THE THICKNESS OF THE HEAT SINK

<i>parameter</i>	<i>Tp1</i>	<i>Tp2</i>	<i>Tp3</i>
Ep1	0.5251	0.6494	0.6795
Ep2	0.5754	0.6776	0.6995
Ep3	0.607	0.693	0.7103
Ep4	0.6286	0.7026	0.7169
Ep5	0.6444	0.7092	0.7215

3. Combined optimization of heat sink absorption rate and heat sink thickness. The value range of the absorption rate α_p of the heat absorbing plate of the collector is 0.80~0.95, and the value range of the thickness δ_p of the heat absorbing plate is 0.20~0.60mm. If α_p and δ_p are set to Ap and Ep, respectively, there are 20 combinations. According to the python calculation program, simulate the program four times to obtain an average instantaneous efficiency result, and obtain a data table of the effect of the collector absorption rate and the thickness of the heat absorbing plate on the instantaneous efficiency η . As shown in Table 3.

Table 3

THE INSTANTANEOUS EFFICIENCY OF THE COLLECTOR VARIES WITH THE ABSORPTION RATE OF THE HEAT SINK AND THE THICKNESS OF THE HEAT SINK

<i>parameter</i>	<i>Ap1</i>	<i>Ap2</i>	<i>Ap3</i>	<i>Ap4</i>
Ep1	0.5954	0.6372	0.6789	0.7207
Ep2	0.6133	0.6563	0.6992	0.7423
Ep3	0.6228	0.6665	0.7101	0.7538
Ep4	0.6287	0.6728	0.7168	0.7609
Ep5	0.6228	0.6771	0.7214	0.5657

According to the data, the calculation program was written, and the calculated p values were 0.0000, 0.0000 and 0.0100 respectively, that is, the absorption rate of the heat sink, the thickness of the heat sink and the interaction of the two had significant effects on the instantaneous efficiency η . Through a one-step analysis of the interaction, that is, the combination of '0.50mm, 0.95' obtains the best mean value of instantaneous efficiency of 0.7609.

4. Combination optimization of tube spacing and tube inner diameter. The value range of the collector tube spacing W is 100~200 mm, and the variation range of the tube inner diameter D_i is 10mm~40mm. Set W and D_i as W and DI, respectively, there are 24 combinations. According to the python calculation program, simulate the program four times to obtain an average instantaneous efficiency result, and obtain a data table of the influence of the distance between the collector tubes and the inner diameter of the tube on the instantaneous efficiency η . As shown in Table 4, the calculation program was written to obtain p values of 0.0178, 0.0253 and 0.0018, respectively, that is, the inner diameter of the tube, the distance between the tubes, and the interaction between the tube spacing and the inner diameter of the tube have significant effects on the instantaneous efficiency η . Through further analysis of the interaction, it is found that the mean value of the combination 'W1, DI4' is the highest, that is, the mean value of the combination '100 mm, 40 mm' is 0.8643.

Table 4 According to the data in Table 4, the calculation program was written to obtain p values of 0.0178, 0.0253 and 0.0018, respectively, that is, the inner diameter of the tube, the distance between the tubes, and the interaction between the tube spacing and the inner diameter of the tube have significant effects on the instantaneous efficiency η . Through further analysis of the interaction, it is found that the mean value of the combination 'W1, DI4' is the highest, that is, the mean value of the combination '100 mm, 40 mm' is 0.8643.

Table 4

THE INSTANTANEOUS EFFICIENCY OF THE COLLECTOR VARIES WITH THE SPACING OF THE TUBES AND THE INNER DIAMETER OF THE TUBES

<i>parameter</i>	<i>DI1</i>	<i>DI2</i>	<i>DI3</i>	<i>DI4</i>
W1	0.7874	0.8144	0.8387	0.8643
W2	0.7674	0.7844	0.8054	0.8225
W3	0.7481	0.7633	0.7769	0.7896
W4	0.7288	0.7405	0.7505	0.7601
W5	0.7114	0.7221	0.7306	0.7392
W6	0.6912	0.6998	0.7057	0.7121

5. Combination optimization of the inner diameter of the exhaust pipe and the inlet temperature of the working medium in the exhaust pipe. The variation range of the inner diameter D_i of the exhaust pipe is 10~40mm, and the variation range of the inlet temperature $T_{f,i}$ of the working medium in the exhaust pipe is 10~50°C. Set D_i and $T_{f,i}$ as DI and TFI respectively, there are 36 combinations. According to the python calculation program, simulate the program four times to obtain an average instantaneous efficiency result, and obtain a data table of the influence of the inner diameter of the collector tube and the inlet temperature of the working medium in the tube on the instantaneous efficiency η . As shown in Table.

Table5

THE INSTANTANEOUS EFFICIENCY OF THE COLLECTOR VARIES WITH THE INNER DIAMETER OF THE TUBE AND THE INLET TEMPERATURE OF THE WORKING MEDIUM IN THE TUBE

<i>parameter</i>	<i>TFI1</i>	<i>TFI2</i>	<i>TFI3</i>
DI1	0.8094	0.7716	0.7329
DI2	0.8333	0.7952	0.7554
DI3	0.8557	0.817	0.7762
DI4	0.8723	0.8337	0.7925
<i>parameter</i>	<i>TFI4</i>	<i>TFI5</i>	<i>TFI6</i>
DI1	0.693	0.6524	0.6109
DI2	0.7144	0.6726	0.6301
DI3	0.7341	0.6912	0.6475
DI4	0.7499	0.7063	0.662
<i>parameter</i>	<i>TFI7</i>	<i>TFI8</i>	<i>TFI9</i>
DI1	0.569	0.5265	0.4834
DI2	0.5869	0.5432	0.4988
DI3	0.6032	0.5581	0.5126
DI4	0.6169	0.5713	0.525

According to the data in Table, a simulation program was written, and the p values were 0.0178, 0.0098 and 0.0018, respectively, that is, the inner diameter of the exhaust pipe, the inlet temperature

of the working medium in the exhaust pipe, and the interaction between the inner diameter of the exhaust pipe and the inlet temperature of the working medium in the exhaust pipe affect the instantaneous efficiency. The effect of η is significant. Through further analysis of the interaction, it was found that the combination 'DI4, TFI1' had the highest mean value, that is, the mean value of the combination '40 mm, 10°C' was 0.8723.

6. Combination optimization of the spacing between the tubes and the inlet temperature of the working medium in the tubes. The variation range of the tube spacing W is 100~200mm, and the variation range of the inlet temperature $T_{f,i}$ of the working medium in the tube is 10~50°C. Set W and $T_{f,i}$ to be W and TFI respectively, there are 54 combinations in total. According to the python calculation program, simulate the program four times to obtain an average instantaneous efficiency result, and obtain a data table of the effect of the distance between the collector tubes and the inlet temperature of the working medium in the tube on the instantaneous efficiency η . As shown in Table

Table 6

THE INSTANTANEOUS EFFICIENCY OF THE COLLECTOR VARIES WITH THE SPACING OF THE TUBES AND THE INLET TEMPERATURE OF THE WORKING MEDIUM IN THE TUBES

<i>parameter</i>	<i>TFI1</i>	<i>TFI2</i>	<i>TFI3</i>
W1	0.8789	0.8402	0.7985
W2	0.855	0.8164	0.7757
W3	0.8324	0.7942	0.7544
W4	0.81	0.7725	0.7336
W5	0.7918	0.7546	0.7163
W6	0.7694	0.7329	0.6955
<i>parameter</i>	<i>TFI4</i>	<i>TFI5</i>	<i>TFI6</i>
W1	0.7555	0.7116	0.6668
W2	0.7338	0.691	0.6474
W3	0.7135	0.6718	0.6293
W4	0.6936	0.653	0.6116
W5	0.6771	0.6372	0.5967
W6	0.6572	0.6183	0.5788
<i>parameter</i>	<i>TFI7</i>	<i>TFI8</i>	<i>TFI9</i>
W1	0.6213	0.5752	0.5285
W2	0.6031	0.5582	0.5127
W3	0.5862	0.5424	0.4982
W4	0.5696	0.5271	0.484
W5	0.5556	0.514	0.4719
W6	0.5389	0.4985	0.4575

According to the data in Table , the calculation program was written, and the calculated p values were 0.0000, 0.0098 and 0.0000 respectively, that is, the influence of the inner diameter of the exhaust pipe on the instantaneous efficiency was not significant, but the inlet temperature of the working medium in the exhaust pipe, the inner diameter of the exhaust pipe and the inlet of the working medium in the exhaust pipe were not significant. The interaction of temperature has a significant effect on the instantaneous efficiency η . Through further analysis of the interaction, it was found that the mean value of the combination 'W1, TFI1' was the highest, that is, the mean value of the combination '100 mm, 10°C' was 0.8789.

A mathematical model for the performance calculation of flat-panel solar collectors was established through PYTHON. Through the calculation and analysis of the data, the influence of the

key parameters of the collector on the instantaneous efficiency of the collector was obtained. 0.95), an increase of 23.68%; a decrease of 1.09% under the change range of the heat sink emissivity (0.15-0.30); an increase of 12.25% under the heat sink thickness change range (0.20-0.60); The coefficient variation range (100-300) increased by 14.31%; the tube spacing variation range (100-200) decreased by 30.75%; the tube inner diameter variation range (10-40) increased by 20.18%; The inlet temperature of the working fluid in the tube decreases by 43.05% under the variation range (10-50);

Using the two-factor analysis method, a two-factor one-way variance analysis mathematical model with interactive effects was established to analyze and optimize the key parameters of the collector's own structure, and finally the optimization results were obtained:

1. The best combination of absorption rate and thermal conductivity of the heat-absorbing plate, that is, the combination of '0.95, 398 W/m.k'.

2. The best combination of thermal conductivity of the heat sink and thickness of the heat sink, that is, the combination of '0.6 mm, 398 W/m.k'.

3. The best combination of absorption rate and thickness of the heat absorbing plate, that is, the combination of '0.50mm, 0.95'.

4. The best combination of tube spacing, and tube inner diameter is the combination of '100mm, 40mm'.

5. The best combination of the inner diameter of the exhaust pipe and the inlet temperature of the working medium in the exhaust pipe is the combination of '40 mm, 10°C'.

6. The best combination of the spacing between the tubes and the inlet temperature of the working medium in the tubes is the combination of '100 mm, 10°C'.

References:

1. Pandey, K. M., & Chaurasiya, R. (2017). A review on analysis and development of solar flat plate collector. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 67, 641–650. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.078>

2. Xu, Y., Xuan, Y., & Liu, X. (2017). Broadband photon management of subwavelength structures surface for full-spectrum utilization of solar energy. *Energy Conversion and Management*, 152, 22–30. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2017.09.036>

3. Chang, W., Wang, Y., Li, M., Luo, X., Ruan, Y., Hong, Y., & Zhang, S. (2015). The theoretical and experimental research on thermal performance of solar air collector with finned absorber. *Energy Procedia*, 70, 13–22. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.02.092>

4. Wang, J., Yu, Y., & Tang, J. (2018). Compensation and profit distribution for cooperative green pickup and delivery problem. *Transportation Research Part B: Methodological*, 113, 54–69. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2018.05.003>

5. Kiliç, F., Menlik, T., & Sözen, A. (2018). Effect of titanium dioxide/water nanofluid use on thermal performance of the flat plate solar collector. *Solar Energy*, 164, 101–108. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.02.002>

6. Ziyadanogullari, N. B., Yucel, H. L., & Yildiz, C. (2018). Thermal performance enhancement of flat-plate solar collectors by means of three different nanofluids. *Thermal Science and Engineering Progress*, 8, 55–65. <https://doi.org/10.1016/j.tsep.2018.07.005>

7. Bie, Y., Li, M., & Chen, F. (2017). Heat loss properties of cavity absorber in solar collecting system with parabolic trough concentrator. *Acta energiae solaris sinica*, 38(2), 423–430.

8. Xu, L., Sun, F., Ma, L., Li, X., Yuan, G., Lei, D., ... & Wang, Z. (2018). Analysis of the influence of heat loss factors on the overall performance of utility-scale parabolic trough solar collectors. *Energy*, 162, 1077–1091. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.07.065>

9. Liang, H., Fan, M., You, S., Xia, J., Zhang, H., & Wang, Y. (2018). An analysis of the heat loss and overheating protection of a cavity receiver with a novel movable cover for parabolic trough solar collectors. *Energy*, 158, 719–729. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.06.059>
10. Jouybari, H. J., Saedodin, S., Zamzamian, A., & Nimvari, M. E. (2017). Experimental investigation of thermal performance and entropy generation of a flat-plate solar collector filled with porous media. *Applied Thermal Engineering*, 127, 1506–1517. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2017.08.170>
11. Cruz-Peragon, F., Palomar, J. M., Casanova, P. J., Dorado, M. P., & Manzano-Agugliaro, F. (2012). Characterization of solar flat plate collectors. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(3), 1709–1720. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.11.025>
12. Li, C., Tang, H., Tan, J., Li, C., Yang, Y., & Zeng, F. (2021). Numerical simulation on year-round performance of water-flow window with different shading control modes. *Building Services Engineering Research and Technology*, 42(2), 157-174. <https://doi.org/10.1177/0143624420970397>
13. Zayed, M. E., Zhao, J., Du, Y., Kabeel, A. E., & Shalaby, S. M. (2019). Factors affecting the thermal performance of the flat plate solar collector using nanofluids: A review. *Solar Energy*, 182, 382–396. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.02.054>
14. Duffie, J. A., Beckman, W. A., & Blair, N. (2020). *Solar engineering of thermal processes, photovoltaics and wind*. John Wiley & Sons.

Список литературы:

1. Pandey K. M., Chaurasiya R. A review on analysis and development of solar flat plate collector // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2017. V. 67. P. 641-650. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.078>
2. Xu Y., Xuan Y., Liu X. Broadband photon management of subwavelength structures surface for full-spectrum utilization of solar energy // *Energy Conversion and Management*. 2017. V. 152. P. 22-30. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2017.09.036>
3. Chang W., Wang Y., Li M., Luo X., Ruan Y., Hong Y., Zhang S. The theoretical and experimental research on thermal performance of solar air collector with finned absorber // *Energy Procedia*. 2015. V. 70. P. 13-22. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.02.092>
4. Wang J., Yu Y., Tang J. Compensation and profit distribution for cooperative green pickup and delivery problem // *Transportation Research Part B: Methodological*. 2018. V. 113. P. 54-69. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2018.05.003>
5. Kiliç F., Menlik T., Sözen A. Effect of titanium dioxide/water nanofluid use on thermal performance of the flat plate solar collector // *Solar Energy*. 2018. V. 164. P. 101-108. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.02.002>
6. Ziyadanogullari N. B., Yucel H. L., Yildiz C. Thermal performance enhancement of flat-plate solar collectors by means of three different nanofluids // *Thermal Science and Engineering Progress*. 2018. V. 8. P. 55-65. <https://doi.org/10.1016/j.tsep.2018.07.005>
7. Bie Y., Li M., Chen F. Heat loss properties of cavity absorber in solar collecting system with parabolic trough concentrator // *Acta energiae solaris sinica*. 2017. V. 38. №2. P. 423-430.
8. Xu L., Sun F., Ma L., Li X., Yuan G., Lei D., Wang Z. Analysis of the influence of heat loss factors on the overall performance of utility-scale parabolic trough solar collectors // *Energy*. 2018. V. 162. P. 1077-1091. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.07.065>
9. Liang H., Fan M., You S., Xia J., Zhang H., Wang Y. An analysis of the heat loss and overheating protection of a cavity receiver with a novel movable cover for parabolic trough solar collectors // *Energy*. 2018. V. 158. P. 719-729. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.06.059>

10. Jouybari H. J., Saedodin S., Zamzamian A., Nimvari M. E. Experimental investigation of thermal performance and entropy generation of a flat-plate solar collector filled with porous media // *Applied Thermal Engineering*. 2017. V. 127. P. 1506-1517. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2017.08.170>
11. Cruz-Peragon F., Palomar J. M., Casanova P. J., Dorado M. P., Manzano-Agugliaro F. Characterization of solar flat plate collectors // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2012. V. 16. №3. P. 1709-1720. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.11.025>
12. Li C., Tang H., Tan J., Li C., Yang Y., Zeng F. Numerical simulation on year-round performance of water-flow window with different shading control modes // *Building Services Engineering Research and Technology*. 2021. V. 42. №2. P. 157-174. <https://doi.org/10.1177/0143624420970397>
13. Zayed M. E., Zhao J., Du, Y., Kabeel A. E., Shalaby S. M. Factors affecting the thermal performance of the flat plate solar collector using nanofluids: A review // *Solar Energy*. 2019. V. 182. P. 382-396. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.02.054>
14. Duffie J. A., Beckman W. A., Blair N. *Solar engineering of thermal processes, photovoltaics and wind*. John Wiley & Sons, 2020.

*Работа поступила
в редакцию 25.06.2022 г.*

*Принята к публикации
30.06.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Xiong Qiming, Bazhanov A., Lu Jiahao, Zhang Qi, Sun Cheng, Zhou Yanyan Optimization Design of Key Parameters of Solar Flat Panel Solar Collector's Own Structure Based on PYTHON // *Бюллетень науки и практики*. 2022. Т. 8. №8. С. 277-290. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/30>

Cite as (APA):

Xiong, Qiming, Bazhanov, A., Lu, Jiahao, Zhang, Qi, Sun, Cheng, & Zhou, Yanyan (2022). Optimization Design of Key Parameters of Solar Flat Panel Solar Collector's Own Structure Based on PYTHON. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 277-290. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/30>

UDC 621.311.243

https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/31

MODEL OF A HEAT EXCHANGER AIR HEATING BOOSTER

©Li Jie, ORCID: 0000-0001-9636-0294, Ogarev Mordovia State University,
Saransk, Russia, 1538493813@qq.com.

©Golyanin A. A., ORCID: 0000-0003-0275-5637, Ogarev Mordovia State University,
Saransk, Russia, anton.golyanin@yandex.ru

МОДЕЛЬ ТЕПЛООБМЕННИКА НАГРЕВАТЕЛЯ ВОЗДУШНОГО ОТОПЛЕНИЯ

©Ли Цзе, ORCID: 0000-0001-9636-0294, Национальный исследовательский
Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева,
г. Саранск, Россия, 1538493813@qq.com.

©Голянин А. А., ORCID: 0000-0003-0275-5637, Национальный исследовательский
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева,
г. Саранск, Россия, anton.golyanin@yandex.ru

Abstract. To solve the problem of energy crisis in today's world, energy conservation is more and more get the attention of people, heat exchanger occupies an important place in the field of energy saving, however, because of the heat exchanger is a traditional energy-intensive heavy industry, one of the most widely used equipment in it as preheating, mainly in the process of waste heat recovery, refrigeration equipment, made outstanding contributions to energy saving. In this paper, spiral plate heat exchanger as the research object, select the established model, through the analysis of the existing heat transfer enhancement theory, combined with the classical optimization algorithm genetic algorithm spiral plate heat exchanger programming optimization, through iterative calculation to get the optimal spiral plate heat exchanger structure parameters. On this basis, based on the theory of dissipative, puts forward a new physical volume of fire, and established a new heat exchanger performance evaluation standard unit total cost model of heat transfer, and the objective function, analyzes the structural parameters in the spiral plate heat exchanger (cold and hot fluid flow, heat exchanger, plate spacing) and their relationship. Because the total cost per unit heat transfer not only considers the thermodynamic performance of the heat exchanger but also the economic feasibility of the heat exchanger. Finally, combined with the simulation calculation of the performance of the heat exchanger before and after optimization structure parameters, further analysis of its internal flow. The research in this paper provides a theoretical basis for the design, structure optimization and performance prediction of spiral plate heat exchanger.

Аннотация. Для решения проблемы энергетического кризиса в современном мире энергосбережение все больше и больше привлекает внимание людей. Теплообменные процессы занимают важное место в области энергосбережения, однако, поскольку теплообменники являются традиционным и широко используемым энергоемким оборудованием в тяжелой промышленности в качестве предварительного нагрева, в основном в процессе рекуперации отработанного тепла, холодильного оборудования, постольку вносят выдающийся вклад в энергосбережение. В работе спиральный пластинчатый теплообменник в качестве объекта исследования выбирается установленной моделью путем анализа существующей теории улучшения теплопередачи в сочетании с классическим алгоритмом оптимизации путем итеративного расчета, чтобы получить оптимальные параметры конструкции спирального пластинчатого теплообменника. На этом основании, исходя из

диссипативной теории, устанавливается новая нормативная единица оценки производительности теплообменника, модель общей стоимости теплопередачи и целевая функция, анализируются конструктивные параметры в спиральной пластине теплообменника (поток холодной и горячей жидкости, теплообменник, расстояние между пластинами) и их взаимосвязь. Общая стоимость единицы теплопередачи учитывает не только термодинамические характеристики теплообменника, но и экономическую целесообразность теплообменника. Наконец, в сочетании с имитационным расчетом производительности теплообменника до и после оптимизации параметров конструкции проводится дальнейший анализ его внутреннего потока. Исследование обеспечивает теоретическую основу для проектирования, оптимизации конструкции и прогнозирования производительности спирального пластинчатого теплообменника.

Keywords: spiral plate heat exchanger, genetic algorithm, small volume dissipation, performance evaluation, fluent simulation.

Ключевые слова: спиральный пластинчатый теплообменник, генетический алгоритм, рассеяние малого объема, оценка производительности, проточное моделирование.

Introduction

Relevance of the research topic. Russia is a country with a huge, branched heating system. Mechanical engineering today cannot provide a complete set of energy-efficient equipment. But there have been positive developments in this direction. In this regard, plate heat exchange equipment is a modern and reliable device with high performance, optimal price, and compact dimensions. Consequently, the operation of such equipment requires a high technological culture and discipline to ensure the required water regime.

Scientific novelty lies in the study of plate heat exchangers and the selection of their rational parameters. The practical significance of the study lies in the use of this technology in practice in the energy sector in general, as well as in resource-supplying organizations. The dissertation consists of an introduction, three chapters, a conclusion, a list of references, applications.

Material and research methods

A plate heat exchanger is a device in which the process of transferring heat from one medium to another is carried out - from a hot coolant to a cold (heated) one and vice versa. Accordingly, depending on the purpose, such heat exchangers are used for both heating and cooling. The plate heat exchanger is a frame consisting of a rear fixed panel and a front movable plate, which are pulled together by guides. Stamped plates made of stainless steel are placed between the plates.

The plates are made of stainless steel or corrosion-resistant alloys. Gaskets are distinguished by high endurance and quality; their service life is measured in decades. Figure 1 shows a collapsible plate heat exchanger of the HH type.

Advantages and disadvantages of collapsible units. In boiler houses, thermal power plants, GRESS, nuclear power plants and other heat supply organizations, collapsible heat exchangers are often used. Their main advantage lies in the possibility of mechanical cleaning. Various deposits can form inside the unit, which can significantly impair the operation of the device. Therefore, the possibility of periodic cleaning makes it easy to maintain collapsible devices. The disadvantages of these devices include the complexity of installation and high cost.

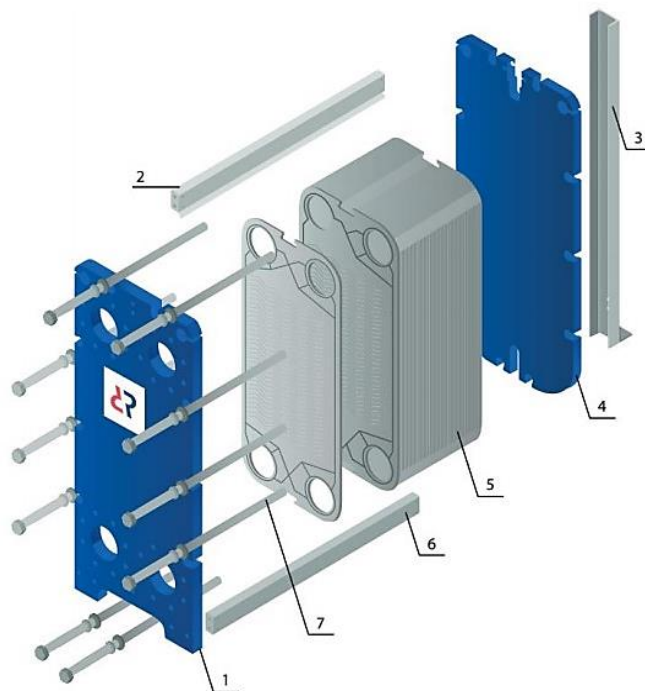


Figure 1. Heat exchanger: 1 - fixed plate, 2 - top guide, 3 - back stand, 4 - pressure plate, 5 - package of plates with gaskets, 6 - lower guide, 7 - tie rods

In heat supply systems, the transfer of heat to consumers is associated with its multiple transformations in heat exchange equipment. Therefore, the efficiency of systems largely depends on the efficiency of its individual elements, in particular, heat exchange equipment. The most affordable way to improve the efficiency of existing and projected heat exchange equipment is to increase the heat transfer coefficient. Passive methods are based on changing the heat exchange surface, including the installation of additional elements, while increasing the hydraulic resistance of the channels. In active methods, the intensification of heat transfer occurs due to the application of external energy to influence the flow.

The method for calculating plate water heaters can be based on the following initial conditions:

- available pressures of heat carriers are known.
- the optimum speed of heated water is set.

As a result of using this design of the shock assembly, relatively high reliability and stability of its operation are ensured with high-quality generation of pulses of the momentum of the working medium in a wide range of changes in its parameters, a mechanism for automatically adjusting the alternate opening and closing of the shock valves due to the compliance of the springs is implemented, and friction costs are completely eliminated, as a result, the resource of using the device increases many times.

The analysis of the state of the issue made it possible to determine the scientific problem of the study, which consists in substantiating the device for the purpose of the work is to study the operation of a plate heat exchanger in a pulsating mode.

A mathematical model of an installation considering hydraulic processes in a heated (closed) circuit with a pulsating movement of the coolant is proposed, based on the theory of electrical circuits.

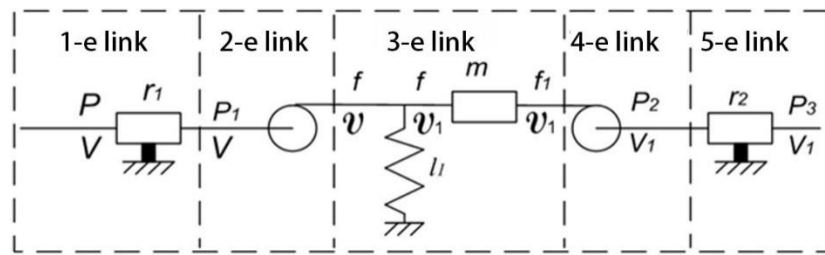


Figure 2. Energy chain of the installation considering hydraulic processes in a heated (closed) circuit with impulse water heating

$$\begin{cases} P = r_1 \cdot V^2 + P_1 \\ V = V \end{cases} \begin{cases} f = P_1 \cdot S_p \\ v = \frac{V}{S_p} \end{cases} \begin{cases} f = m \cdot \dot{v}_1 + f_1 \\ v = l_1 \cdot \dot{f} + v_1 \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} P_2 = \frac{f_1}{S_n} \\ V_1 = v_1 \cdot S_n \end{cases} \begin{cases} P_2 = r_2 \cdot V_1^2 + P_3 \\ V_1 = V_1 \end{cases}$$

Accordingly, the frequency function of the circuit:

$$\begin{aligned} Z(j\Omega) &= \frac{-a_1 \cdot \Omega^2 + a_2 \cdot j\Omega + a_3}{-b_1 \cdot j\Omega - b_2} = \frac{(-a_1 \cdot \Omega^2 + a_2 \cdot j\Omega + a_3) \cdot (b_1 \cdot j\Omega - b_2)}{-(b_1 \cdot j\Omega + b_2) \cdot (b_1 \cdot j\Omega - b_2)} \\ &= -\frac{-a_1 \cdot b_1 \cdot j\Omega^3 + a_1 \cdot b_2 \cdot \Omega^2 - a_2 \cdot b_1 \cdot \Omega^2 - a_2 \cdot b_2 \cdot j\Omega + a_3 \cdot b_1 \cdot j\Omega - a_3 \cdot b_2}{(b_1 \cdot j\Omega)^2 + b_2^2} \\ &= -\frac{-a_1 \cdot b_1 \cdot j\Omega^3 + a_1 \cdot b_2 \cdot \Omega^2 - a_2 \cdot b_1 \cdot \Omega^2 - a_2 \cdot b_2 \cdot j\Omega + a_3 \cdot b_1 \cdot j\Omega - a_3 \cdot b_2}{-b_1^2 \Omega^2 + b_2^2} \end{aligned}$$

Real and imaginary parts of the frequency function:

$$\text{Re}(j\Omega) = -\frac{(a_1 \cdot b_2 - a_2 \cdot b_1) \Omega^2 - a_3 \cdot b_2}{-b_1^2 \Omega^2 + b_2^2} = \frac{a_3 \cdot b_2 - (a_1 \cdot b_2 - a_2 \cdot b_1) \cdot \Omega^2}{b_1^2 \Omega^2 - b_2^2} \quad (3)$$

$$\text{Im}(j\Omega) = \frac{a_1 \cdot b_1 \cdot j\Omega^3 + (a_2 \cdot b_2 - a_3 \cdot b_1) \cdot j\Omega}{b_1^2 \Omega^2 - b_2^2} \quad (4)$$

Amplitude-frequency response (AFC):

$$A(j\Omega) = \sqrt{(\text{Re}(j\Omega))^2 + (\text{Im}(j\Omega))^2} \quad (5)$$

Phase-frequency characteristic of the circuit (PFC):

$$\varphi(\Omega) = -\arctg \frac{\text{Im}(j\Omega)}{\text{Re}(j\Omega)} \quad (6)$$

Table 1

OBTAINED DATA

Ω	a_1	a_2	a_3	a_4	b_1	b_2	$\text{Re}(j\Omega)$	$\text{Im}(j\Omega)$	$A(j\Omega)$	$F(\Omega)$
0.5	6,48	750.2765	80	0.64	0.00864	1	-80.0021	187.393	203.7557	-1.1673
1	6,48	750.2765	80	0.64	0.00864	1	-80.0084	749.585	753.8431	-1.46446
1.5	6,48	750.2765	80	0.64	0.00864	1	-80.0188	1686.66	1688.558	-1.52339
2	6,48	750.2765	80	0.64	0.00864	1	-80.0335	2998.79	2999.857	-1.54411
2.5	6,48	750.2765	80	0.64	0.00864	1	-80.0523	4686.22	4686.904	-1.55372
3	6,48	750.2765	80	0.64	0.00864	1	-80.0753	6749.29	6749.766	-1.55893
3.5	6,48	750.2765	80	0.64	0.00864	1	-80.1025	9188.42	9188.773	-1.56208
4	6,48	750.2765	80	0.64	0.00864	1	-80.1339	12004.1	12004.39	-1.56412
4.5	6,48	750.2765	80	0.64	0.00864	1	-80.1696	15197	15197.19	-1.56552
5	6,48	750.2765	80	0.64	0.00864	1	-80.2094	18767.7	18767.84	-1.56652
5.5	6,48	750.2765	80	0.64	0.00864	1	-80.2535	22717	22717.1	-1.56726
6	6,48	750.2765	80	0.64	0.00864	1	-80.3018	27045.7	27045.81	-1.56783
6.5	6,48	750.2765	80	0.64	0.00864	1	-80.3544	31754.8	31754.91	-1.56827
7	6,48	750.2765	80	0.64	0.00864	1	-80.4112	36845.3	36845.41	-1.56861
7.5	6,48	750.2765	80	0.64	0.00864	1	-80.4723	42318.3	42318.42	-1.56889
8	6,48	750.2765	80	0.64	0.00864	1	-80.5377	48175.1	48175.16	-1.56912

Table 2

OBTAINED DATA

Ω	a_1	a_2	a_3	a_4	b_1	b_2	$\text{Re}(j\Omega)$	$\text{Im}(j\Omega)$	$A(j\Omega)$	$F(\Omega)$
0.5	12.96	1500.276	80	0.64	0.00864	1	-80.0021	-374.889	383.3306	-1.36055
1	12.96	1500.276	80	0.64	0.00864	1	-80.0084	-1499.59	1501.718	-1.51749
1.5	12.96	1500.276	80	0.64	0.00864	1	-80.0188	-3374.26	3375.204	-1.54709
2	12.96	1500.276	80	0.64	0.00864	1	-80.0335	-5999.24	5999.771	-1.55746
2.5	12.96	1500.276	80	0.64	0.00864	1	-80.0523	-9375.03	9375.375	-1.56226
3	12.96	1500.276	80	0.64	0.00864	1	-80.0753	-13502.3	13502.56	-1.56487
3.5	12.96	1500.276	80	0.64	0.00864	1	-80.1025	-18381.9	18382.11	-1.56644
4	12.96	1500.276	80	0.64	0.00864	1	-80.1339	-24014.9	24015.02	-1.56746
4.5	12.96	1500.276	80	0.64	0.00864	1	-80.1696	-30402.4	30402.48	-1.56816
5	12.96	1500.276	80	0.64	0.00864	1	-80.2094	-37545.7	37545.82	-1.56866
5.5	12.96	1500.276	80	0.64	0.00864	1	-80.2535	-45446.5	45446.56	-1.56903
6	12.96	1500.276	80	0.64	0.00864	1	-80.3018	-54106.4	54106.41	-1.56931
6.5	12.96	1500.276	80	0.64	0.00864	1	-80.3544	-63527.2	63527.24	-1.56953
7	12.96	1500.276	80	0.64	0.00864	1	-80.4112	-73711	73711.08	-1.56971
7.5	12.96	1500.276	80	0.64	0.00864	1	-80.4723	-84660.1	84660.16	-1.56985
8	12.96	1500.276	80	0.64	0.00864	1	-80.5377	-96376.8	96376.88	-1.56996

Table 3

OBTAINED DATA

Ω	a_1	a_2	a_3	a_4	b_1	b_2	$\text{Re}(j\Omega)$	$\text{Im}(j\Omega)$	$A(j\Omega)$	$F(\Omega)$
0.5	19.44	2250.276	80	0.64	0.00864	1	-80.0021	-562.386	568.0477	-1.42949
1	19.44	2250.276	80	0.64	0.00864	1	-80.0084	-2249.59	2251.008	-1.53525
1.5	19.44	2250.276	80	0.64	0.00864	1	-80.0188	-5061.85	5062.483	-1.55499
2	19.44	2250.276	80	0.64	0.00864	1	-80.0335	-8999.69	9000.041	-1.5619
2.5	19.44	2250.276	80	0.64	0.00864	1	-80.0523	-14063.8	14064.07	-1.5651
3	19.44	2250.276	80	0.64	0.00864	1	-80.0753	-20255.3	20255.5	-1.56684
3.5	19.44	2250.276	80	0.64	0.00864	1	-80.1025	-27575.4	27575.56	-1.56789
4	19.44	2250.276	80	0.64	0.00864	1	-80.1339	-36025.7	36025.75	-1.56857
4.5	19.44	2250.276	80	0.64	0.00864	1	-80.1696	-45607.8	45607.83	-1.56904
5	19.44	2250.276	80	0.64	0.00864	1	-80.2094	-56323.8	56323.85	-1.56937
5.5	19.44	2250.276	80	0.64	0.00864	1	-80.2535	-68176	68176.07	-1.56962
6	19.44	2250.276	80	0.64	0.00864	1	-80.3018	-81167	81167.05	-1.56981
6.5	19.44	2250.276	80	0.64	0.00864	1	-80.3544	-95299.6	95299.6	-1.56995
7	19.44	2250.276	80	0.64	0.00864	1	-80.4112	-110577	110576.8	-1.57007
7.5	19.44	2250.276	80	0.64	0.00864	1	-80.4723	-127002	127001.9	-1.57016
8	19.44	2250.276	80	0.64	0.00864	1	-80.5377	-144579	144578.6	-1.57024

Based on the results of the calculation, graphs of the frequency response and phase response of the chain were plotted for 3 mass values: 2.7; 5.4; 8.1 kg; (Figure 3, 4).

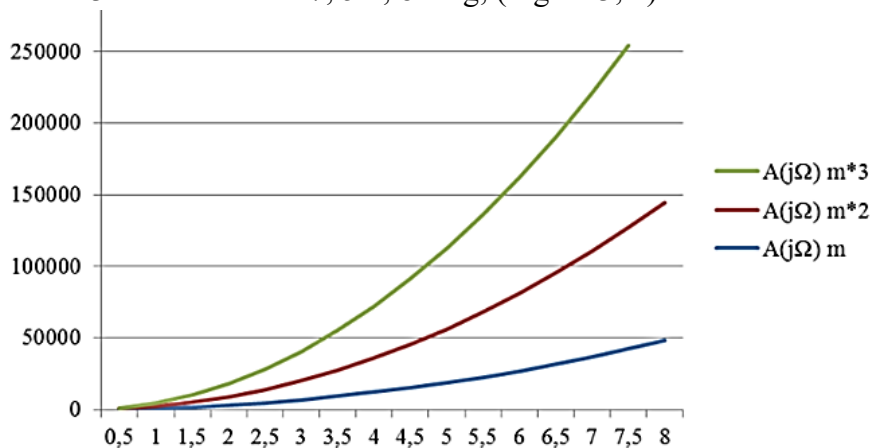


Figure 3. Amplitude-frequency characteristics

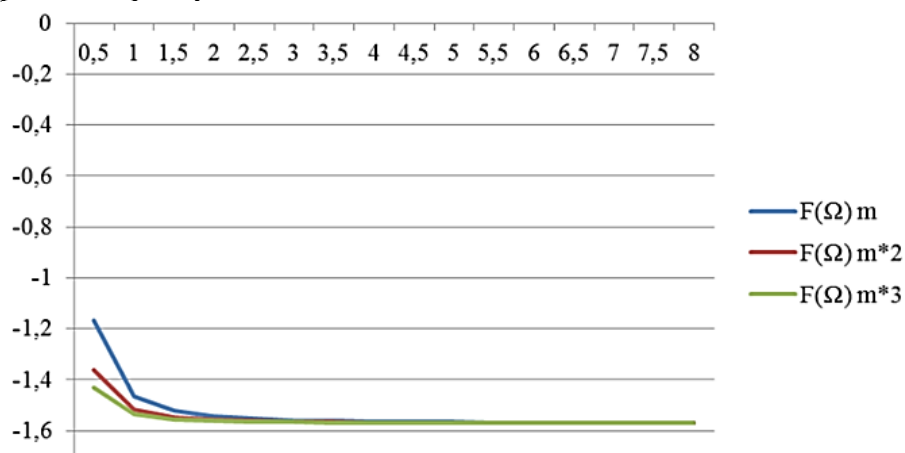


Figure 4. Phase-frequency characteristics

The experimental setup includes: three temperature sensors, a hydraulic accumulator, an impact unit (flow converter), a mechanical gearbox, two counters on different circuits, two check valves, two pressure gauges. A diagram of the cooling circuit with a heat exchanger-supercharger is shown in Figure 5.

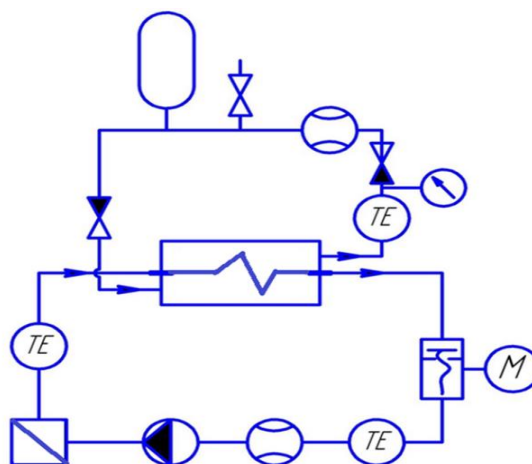


Figure 5. Scheme of the cooling circuit with a heat exchanger-supercharger

Sensor for measuring the temperature of the heat carrier in the heating or hot water preparation pipeline. The working element of the sensor is made of a tube made of copper or stainless steel. For hot water systems, it is recommended to install the sensor without a protective sleeve. This contributes to a faster process of responding to changes in the temperature of the coolant.

On Figure 6. shows a graph of temperature change over time in a heating and closed circuit at a flow interruption frequency of 0.5 Hz (this corresponds to a supply voltage frequency of 10 Hz).

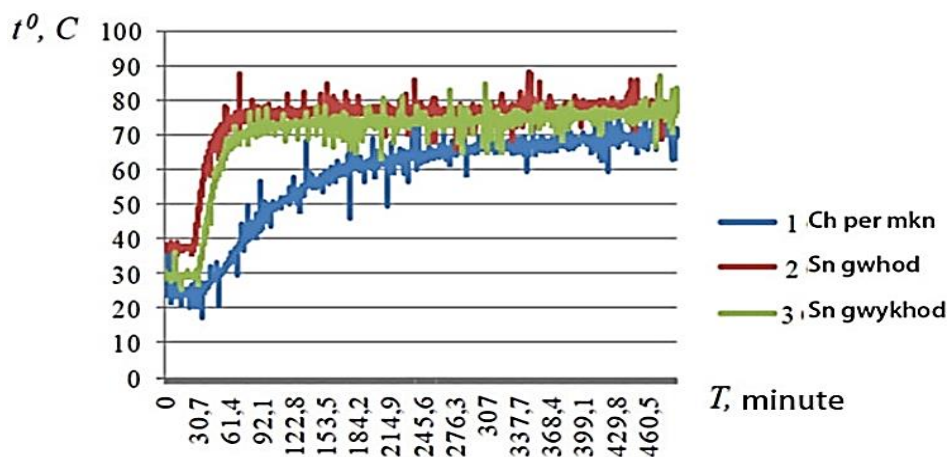


Figure 6. Graph of temperature change over time in the heating and closed loop at a flow interruption frequency of 0.5 Hz

On Figure 7. According to the results of the second experiment, a graph of temperature changes over time in the heating and closed circuits is shown at a flow interruption frequency of 0.6 Hz (this corresponds to a supply voltage frequency of 12 Hz).

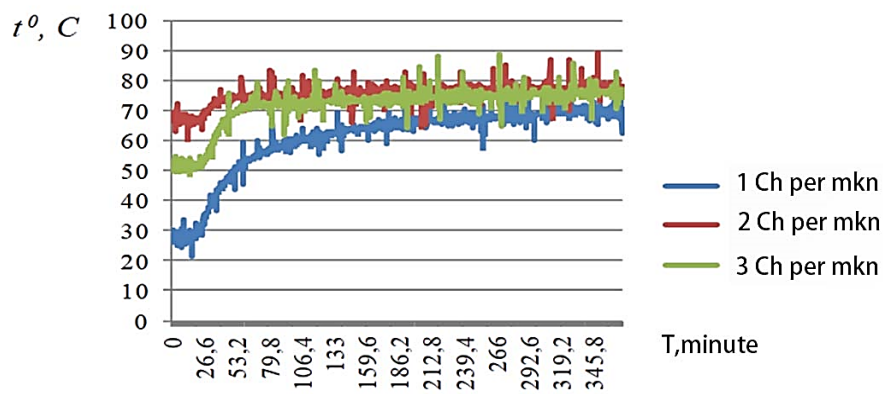


Figure 7. Graph of temperature change over time in the heating and closed loop at a flow interruption frequency of 0.6 Hz

On Figure 8. a graph of the temperature change over time in the heating and closed circuit is shown at a flow interruption frequency of 0.7 Hz (this corresponds to a supply voltage frequency of 14 Hz).

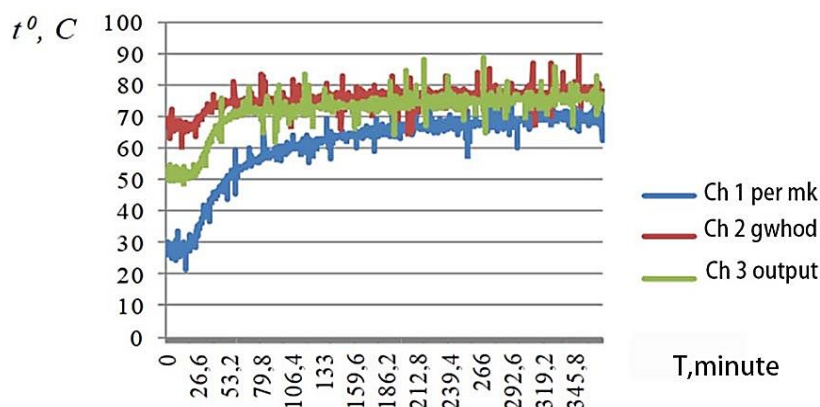


Figure 8. Graph of temperature change over time in the heating and closed circuit at a flow interruption frequency of 0.7 Hz

On Figure 9. a graph of the temperature change over time in the heating and closed circuit is shown at a flow interruption frequency of 0.8 Hz (this corresponds to a supply voltage frequency of 16 Hz).

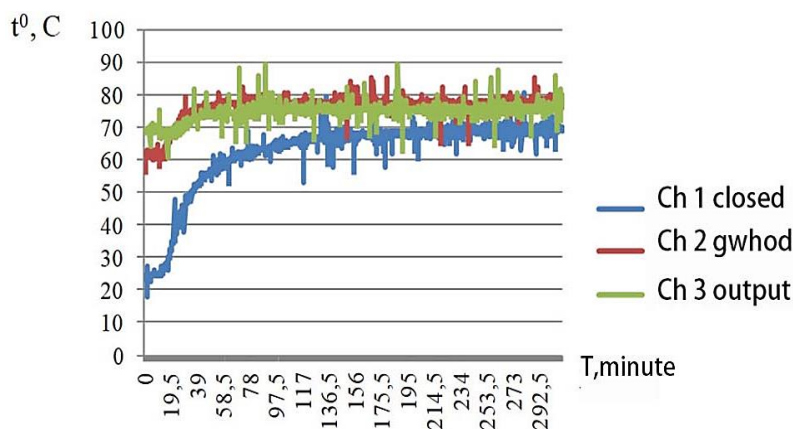


Figure 9. Graph of temperature change over time in the heating and closed loop at a flow interruption frequency of 0.8 Hz

On Figure 10. shows a graph of temperature change over time in the heating and closed circuit at a flow interruption frequency of 0.9 Hz (this corresponds to a supply voltage frequency of 18 Hz).

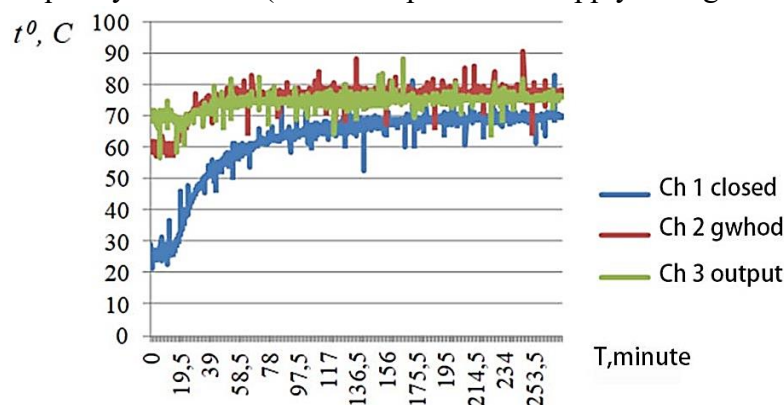


Figure 10. Graph of temperature change over time in the heating and closed loop at a flow interruption frequency of 0.9 Hz

On Figure 11. shows a graph of temperature change over time in a heating (closed) circuit at a flow interruption frequency of 1 Hz (this corresponds to a supply voltage frequency of 20 Hz).

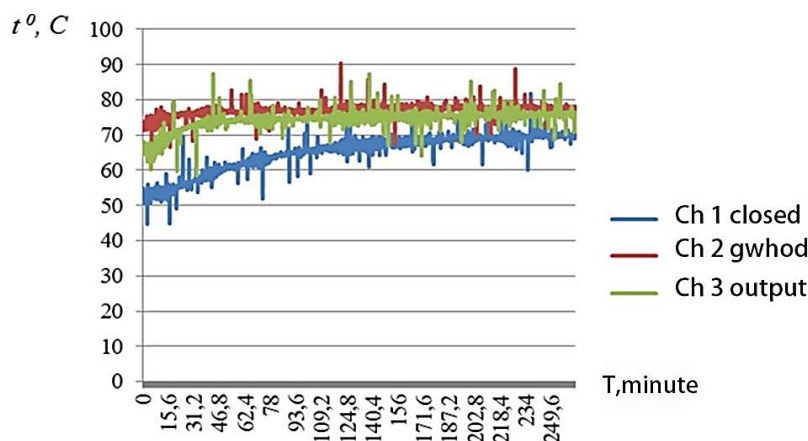


Figure 11. Graph of temperature change over time in the heating and closed loop at a flow interruption frequency of 1 Hz

On Figure 12. a graph of change in the flow rate of the coolant from the frequency of the supply voltage in a closed circuit is shown.

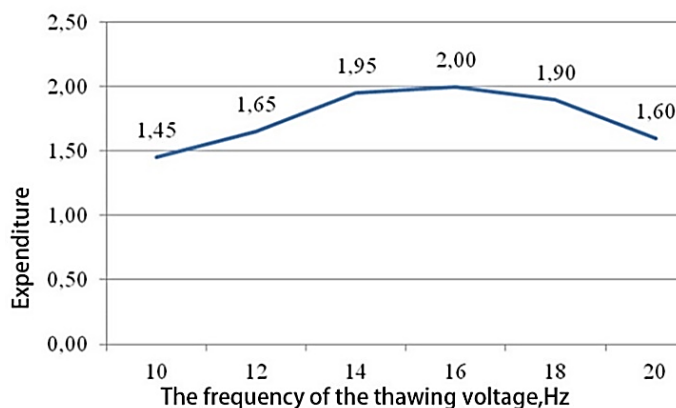


Figure 12. Graph of the dependence of the coolant flow rate on the frequency of the supply voltage in the heated (closed) circuit

On Figure 13. a graph of the change in the flow rate of the coolant from the frequency of flow interruption in a heated (closed) circuit is shown.

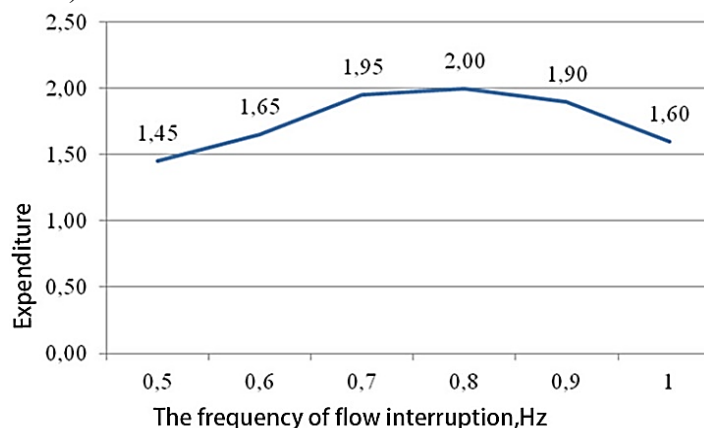


Figure 13. Graph of the dependence of the coolant flow rate on the frequency of flow interruption in a heated (closed) circuit

The thermodynamic analysis of the heat exchanger before and after optimization is done, that is, the related parameters such as entropy production and exergy are calculated for the heat exchanger before and after optimization. The analysis results of the entrance and the thermal resistance of the heat exchanger also show that the thermodynamic performance of the heat exchanger after optimization is better than that before optimization.

References:

1. Kaladgi, A. R., Vishwanath, K. C., Madhu, P., Chandrashekar, A., & Chaluvvaraju, B. V. (2021, October). Effect of copper oxide nano fluids as coolant on thermal performance of spiral heat exchanger. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1189, No. 1, p. 012037). IOP Publishing.
2. Mazaheri, N., & Bahiraei, M. (2021). Energy, exergy, and hydrodynamic performance of a spiral heat exchanger: Process intensification by a nanofluid containing different particle shapes. *Chemical Engineering and Processing-Process Intensification*, 166, 108481. <https://doi.org/10.1016/j.cep.2021.108481>
3. Tamborrino, A., Veneziani, G., Romaniello, R., Perone, C., Urbani, S., Leone, A., & Servili, M. (2021). Development of an innovative rotating spiral heat exchanger with integrated microwave module for the olive oil industry. *LWT*, 147, 111622. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111622>
4. Sultan, K. F., Jabal, M. H., & Jaddoa, A. A. (2021). Energetic and Exergetic Assessment of Spiral Heat Exchanger Using Mineral and Oxide Mineral Oil Nanofluid. *Journal homepage: http://iijeta.org/journals/ijht*, 39(2), 531–540. <https://doi.org/10.18280/ijht.390223>
5. Davoudi, A., Daneshmand, S., Monfared, V., & Mohammadzadeh, K. (2021). Numerical simulation on heat transfer of nanofluid in conical spiral heat exchanger. *Progress in Computational Fluid Dynamics, an International Journal*, 21(1), 52–63.
6. Bahiraei, M., & Mazaheri, N. (2021). A comprehensive analysis for second law attributes of spiral heat exchanger operating with nanofluid using two-phase mixture model: Exergy destruction minimization attitude. *Advanced Powder Technology*, 32(1), 211-224. <https://doi.org/10.1016/j.appt.2020.12.005>
7. Fei, Z., Yanxia, L., Zhongliang, L., & Yongzhi, T. (2020). Flow and heat transfer characteristics of oil-based drilling cuttings in a screw-driving spiral heat exchanger. *Applied Thermal Engineering*, 181, 115881. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2020.115881>

8. Hong, Y., & Reimers, J. L. (2020). *U.S. Patent No. 10,718,571*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

Список литературы:

1. Kaladgi A. R., Vishwanath K. C., Madhu P., Chandrashekar A., Chalubaraju B. V. Effect of copper oxide nano fluids as coolant on thermal performance of spiral heat exchanger // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing, 2021. V. 1189. №1. P. 012037.

2. Mazaheri N., Bahiraei M. Energy, exergy, and hydrodynamic performance of a spiral heat exchanger: Process intensification by a nanofluid containing different particle shapes // Chemical Engineering and Processing-Process Intensification. 2021. V. 166. P. 108481. <https://doi.org/10.1016/j.cep.2021.108481>

3. Tamborrino A., Veneziani G., Romaniello R., Perone C., Urbani S., Leone A., Servili M. Development of an innovative rotating spiral heat exchanger with integrated microwave module for the olive oil industry // LWT. 2021. V. 147. P. 111622. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111622>

4. Sultan K. F., Jabal M. H., Jaddoa A. A. Energetic and Exergetic Assessment of Spiral Heat Exchanger Using Mineral and Oxide Mineral Oil Nanofluid // Journal homepage: <http://ieta.org/journals/ijht>. 2021. V. 39. №2. P. 531-540. <https://doi.org/10.18280/ijht.390223>

5. Davoudi A., Daneshmand S., Monfared V., Mohammadzadeh K. Numerical simulation on heat transfer of nanofluid in conical spiral heat exchanger // Progress in Computational Fluid Dynamics, an International Journal. 2021. V. 21. №1. P. 52-63.

6. Bahiraei M., Mazaheri N. A comprehensive analysis for second law attributes of spiral heat exchanger operating with nanofluid using two-phase mixture model: Exergy destruction minimization attitude // Advanced Powder Technology. 2021. V. 32. №1. P. 211-224. <https://doi.org/10.1016/j.appt.2020.12.005>

7. Fei Z., Yanxia L., Zhongliang L., Yongzhi T. Flow and heat transfer characteristics of oil-based drilling cuttings in a screw-driving spiral heat exchanger // Applied Thermal Engineering. 2020. V. 181. P. 115881. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2020.115881>

8. Hong Y., Reimers J. L. Spiral heat exchanger as preheater in polymer devolatilization processes: пат. 10718571 США. 2020.

*Работа поступила
в редакцию 22.06.2022 г.*

*Принята к публикации
27.06.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Li Jie, Golyanin A. A. Model of a Heat Exchanger Air Heating Booster // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 291-301. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/31>

Cite as (APA):

Li, Jie, & Golyanin, A. A. (2022). Model of a Heat Exchanger Air Heating Booster. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 291-301. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/31>

UDC 621.311.243

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/32>

MODEL OF A MICROCHANNEL HEAT EXCHANGER OF A SUPERCHARGER FOR HEATING WATER

©Wang Yibo, ORCID: 0000-0001-9636-0294, Ogarev Mordovia State University,
Saransk, Russia, 209210040@stu.just.edu.com

©Golyanin A. A., ORCID: 0000-0003-0275-5637, Ogarev Mordovia State University, Saransk,
Russia, anton.golyanin@yandex.ru

МОДЕЛЬ МИКРОКАНАЛЬНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА НАГРЕВАТЕЛЯ ДЛЯ НАГРЕВА ВОДЫ

©Ван Ибо, ORCID: 0000-0001-9636-0294, Национальный исследовательский
Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева,
г. Саранск, Россия, 209210040@stu.just.edu.com

©Голянин А. А., ORCID: 0000-0003-0275-5637, Национальный исследовательский
Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева,
г. Саранск, Россия, anton.golyanin@yandex.ru

Abstract. The subject of the research is a model of a microchannel heat exchanger of a supercharger for heating water. The purpose of study is to simulate the heating effect of microchannel heat exchangers for heating water and to evaluate their effectiveness in practice. Research methods: comparison, synthesis, modeling, description, experimentation, graphical analysis. As a result of the study, the prerequisites for the energy conversion of the microchannel heat exchanger, the heating unit, the energy conversion unit, and the biofuel storage unit were considered and put together. The degree of implementation is complete. Efficiency of development — in order to enhance energy use and reduce losses in energy use, thereby protecting the environment and saving energy.

Аннотация. Предметом исследования является модель микроканального теплообменника нагнетателя для нагрева воды. Цель исследования — смоделировать нагревательный эффект микроканальных теплообменников для нагрева воды и оценить их эффективность на практике. Методы исследования: сравнение, синтез, моделирование, описание, экспериментирование, графический анализ. В результате исследования были рассмотрены и сведены воедино предпосылки к преобразованию энергии микроканального теплообменника, блока нагрева, блока преобразования энергии и блока хранения биотоплива. Степень реализации полная. Эффективность развития — увеличение использования энергии и снижения потерь при использовании энергии, защита окружающей среды и экономия энергии.

Keywords: microchannel heat exchangers, pulsed flow, enhanced heat transfer.

Ключевые слова: микроканальные теплообменники, импульсный поток, усиленный теплообмен.

Microchannel technical devices are products in which microchannel currents are used to influence (mechanically, thermally, chemically, biologically, etc.) an object.

Microchannel technical devices are widely used for heat removal and supply as microchannel heat exchangers and microchannel heat dissipators. What distinguishes them from traditional heat exchangers, as mentioned above, is their high degree of compactness (tens of thousands of square meters of heat transfer surface per volume) as well as small characteristic channel sizes (the equivalent diameter being fractions of a millimeter). They can have both small overall dimensions and dimensions comparable to traditional heat exchangers. As in conventional heat exchangers, heat transfer in microchannel devices can be carried out by convective heat transfer of single-phase liquids as well as by using the heat of phase transitions.

The best-known fields of application of microchannel heat exchangers are cooling of electronic equipment, cryogenic and aerospace engineering. Attempts are being made to use microchannel heat exchangers in the energy industry. Application of microchannels allows to make such heat exchangers less metal-intensive and lighter than conventional tubular finned heat exchangers designed for transferring the same heat flow. This is due to the small size of the units along the gas flow path and the small wall thickness of the channels.

In this paper, the main experimental design is to measure and thus obtain the data parameters of the heat exchanger in the process of heating air and, by means of calculations, to obtain the optimum oscillation frequency in order to obtain the highest heat exchange efficiency.

Material and research methods

During the research phase, a functional diagram of the connection of the microchannel heat exchanger to the heat circuit was developed, the diagram is shown in Figure 1.

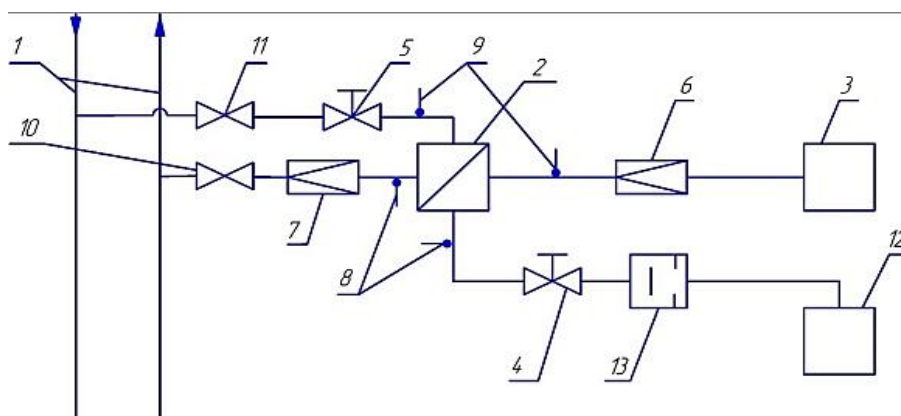


Figure 1. TO test diagram: 1 - heat network; 2 - test TE; 3 - tank of original fuel; 4,5 - regulating valves in heating and heated circuits; 6,7 - flow meters in heating and heated circuits; 8,9 - temperature sensors; 10,11 - inlet and outlet valves; 12 - heated fuel tank; 13 - solenoid valve

The heating circuit is filled using valve 10, then valve 11 is opened and the design flow rate is set using control valve 5. The design flow rate is monitored with the flow meter 7. Next, valve 4 is opened and the design flow rate in the heated circuit is set. The flow rate is controlled by the flow meter 6. After the steady state mode (5-10 seconds) the temperature readings are recorded by the DAC/DAC controller to which temperature sensors 8 and 9 are connected.

The TO is tested in pulse mode by switching the solenoid valve 13 on and setting the set frequency using a time relay (3; 4Hz)

Results and discussion

During the microchannel heat exchanger tests, the following parameters were automatically recorded: inlet and outlet temperatures of the heat transfer medium in the heating and heated circuit,

as well as the fuel flow rate. Parameters in steady-state mode are presented in Table 1 Pulse mode readings are presented in Tables 2 and 3.

Table 1

MEASURED PARAMETERS IN STEADY-STATE MODE

Fuel consumption, l/m	Heating medium temperature in the heating circuit		Temperature in the heating circuit	
	At the heat exchanger inlet (T1), °C	At the outlet of the heat exchanger (T2), °C	Initial air temperature (T3), °C	Temperature of heated air (T4), °C
0,81	76,955	69,503	11,047	53,525
0,77	76,816	69,800	11,094	50,689
0,73	76,934	71,453	11,017	52,824
0,67	76,671	71,195	11,014	58,184

Table 2

READINGS IN PULSE MODE WITH VALVE OPENING FREQUENCY 4HZ

Fuel consumption, l/m	Heating medium temperature in the heating circuit		Temperature in the heated circuit	
	At the heat exchanger inlet (T1), °C	At the outlet of the heat exchanger (T2), °C	Initial air temperature (T3), °C	Temperature of heated air (T4), °C
1	76,410	69,047	10,512	49,802
0,94	76,416	69,540	10,605	51,279
0,84	76,316	69,773	10,780	53,348
0,72	76,681	70,885	10,860	56,220

For clarity, Figure 2 shows the dependence of temperature change of the heated medium on its flow rate for stationary and two pulse modes. As it can be seen from this graph for the pulse modes at the most part of flow rates the change of temperature of the heated medium is higher than in the stationary mode. These graphs were the basis for construction of power graphs for heated medium as a function of consumption for stationary and two pulse modes (Figure 3). From these graphs it is visible, that for all modes with increase of flow rate the power grows due to increase of heat transfer coefficient.

Table 3

MEASURED PARAMETERS WITH VALVE OPENING FREQUENCY 3HZ

Fuel consumption, l/m	Heating medium temperature in the heating circuit		Temperature in the heated circuit	
	At the heat exchanger inlet (T1), °C	At the outlet of the heat exchanger (T2), °C	Initial air temperature (T3), °C	Temperature of heated air (T4), °C
0,89	76,184	68,824	10,544	48,474
0,83	76,550	69,910	10,609	51,446
0,81	76,691	70,745	10,797	54,709
0,78	76,496	70,293	10,693	53,275

In particular, at a flow rate of 0.81 l/min the outputs are about the same. At the other flow rates, the power in pulse mode is 50-200 W higher than in steady-state mode. Figure 4 shows graphs of heat transfer coefficient as a function of flow rate for steady-state and two pulse modes.

The increase of heat transfer coefficient is from 5 to 12,5 % due to turbulence of coolant flow. The specific heat flux graphs are of practical interest (Figure 5). From which it is well visible, that for stationary mode specific heat flow increases from 47000 W/m² to 57000 W/m².

In pulsed mode at 4 Hz, the specific heat flux is almost constant with the flow rate and is at 55000 W/m². Figure 6 shows plots of the calculated power and the experimental power for the

medium being heated in steady-state mode. The calculated power is obtained using the heat transfer coefficient calculation technique given in [5]. At a flow rate of 0.78-0.81 l/min the power is almost the same, then the calculated power increases significantly.

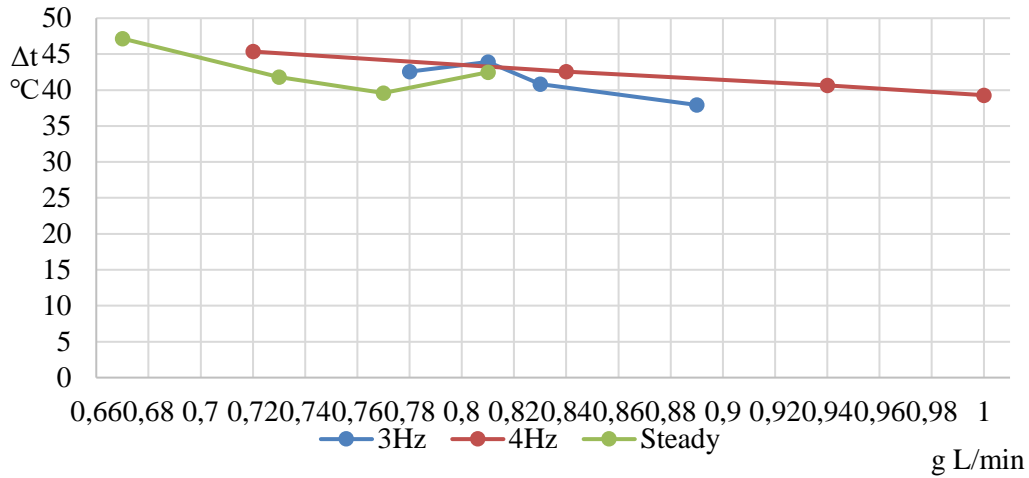


Figure 2. Flow diagrams for steady-state and two pulse modes

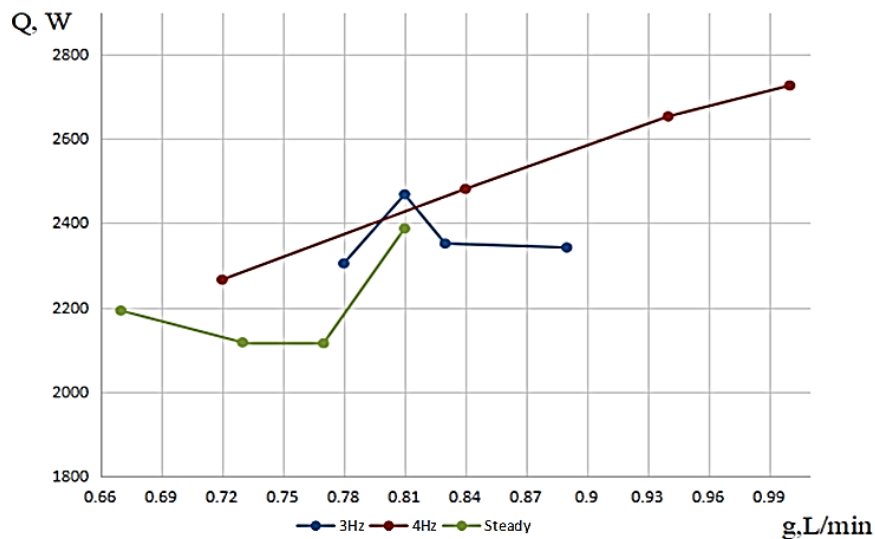


Figure 3. Heating medium power vs. flow rate plots for steady-state and two pulse modes

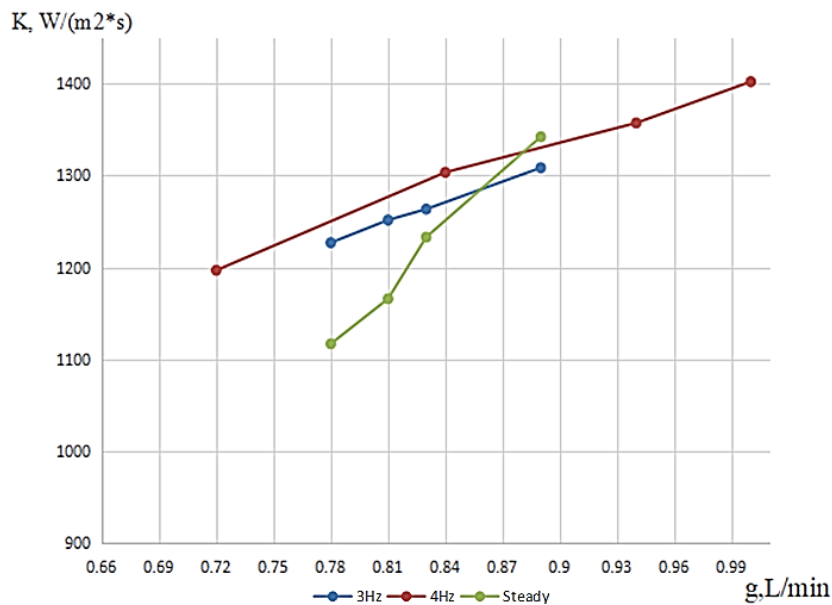


Figure 4. Heat transfer coefficient vs. flow rate plots for steady-state and two pulse modes

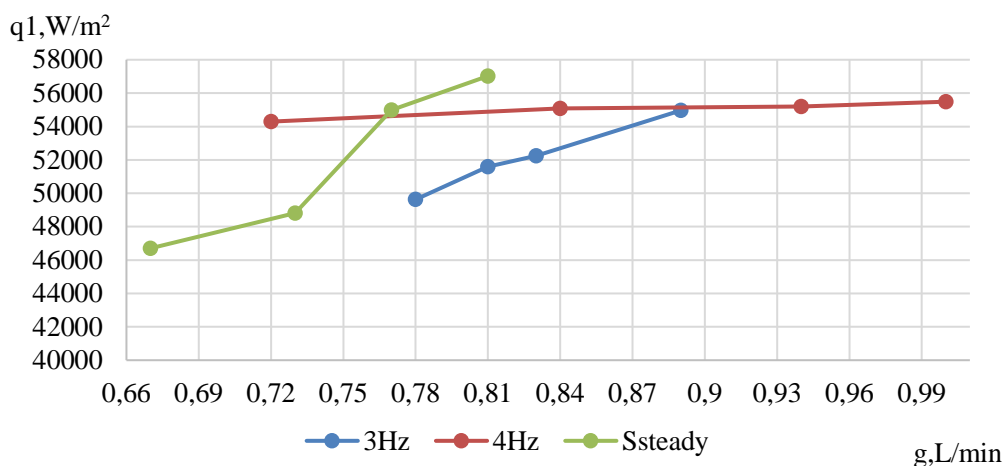


Figure 5. Heat flux vs. flow rate plots for steady-state and two pulse modes

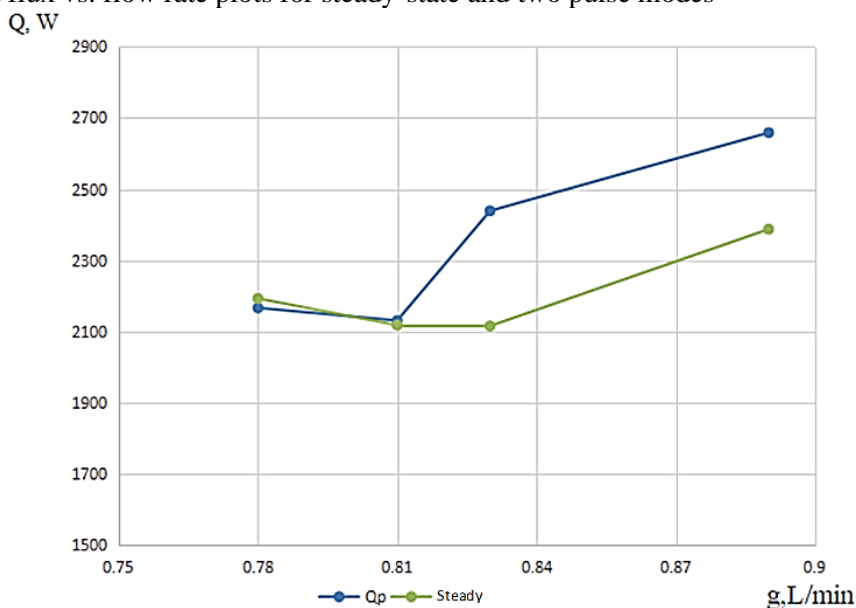


Figure 6. Plots of calculated and experimental heated capacity in steady-state mode

The heat transfer of a microchannel heat exchanger in pulse mode is more intense than in steady state mode due to increased turbulence in the flow.

When the AFC is known as the hydraulic resistance in $\frac{k\Pi A \cdot c}{\lambda}$, deviation \bar{g} , l. can be determined here:

$$\bar{g} = \frac{\bar{P}}{A(\Omega)} \quad (1)$$

Where: \bar{P} – Circle inlet pressure, Kpa.

$$\bar{g} = \frac{20}{109,6886} = 0,1823343$$

If the flow rate of the heating medium is represented as $g = g_0 + \bar{g}$ of the constant component and the deviation:

$$\varepsilon_f = 1 + \frac{\bar{g}}{g_0} \quad (2)$$
$$\varepsilon_f = 1 + \frac{0.182334432}{2.2} = 1,082879$$

The heat transfer coefficient for microchannel heat exchangers (channel size less than 1 mm) is recommended to be determined according to the formula:

$$K = \frac{\min(\lambda_f, \lambda_s)}{\delta} \quad (3)$$

For λ_f, λ_s adjusted for the heat transfer coefficient can be calculated according to the formula:

$$K = \frac{\lambda_f}{\delta} \varepsilon_f \quad (4)$$

$$K = \frac{0,25}{0,0007} 1,082879 = 386,7425$$

Conclusion

1. One of the ways to increase the efficiency of a microchannel heat exchanger operating in different working environments is the correct balance of working environments. It depends on the time of heating the air to the required temperature in the heat exchanger-heater. From a review of literature sources, it was found that microchannel (compact) heat exchangers have the least inertia, heat transfer in which can be significantly improved due to pulsations of the fuel flow.

2. A prototype microchannel heat exchanger with stainless steel plates and 0.7 mm thick channels has been developed, the channels are separated by rubber gaskets. The heat transfer surface area was 0.13 m².

3. A mathematical model of heat transfer of a microchannel heat exchanger with active plates in the form of an energy chain has been developed, which made it possible to determine the optimal frequency of interrupting flow equal to 0.65 Hz.

4. A hydraulic circuit diagram has been installed that allows thermal testing of the specified prototype of a microchannel heat exchanger, both in stationary and pulsed

5. The results of the conducted thermal tests of the prototype microchannel heat exchanger showed an increase in its heat transfer to 10% at a frequency of 0.65 Hz. For engineering calculations, a correction for the pulse mode has been introduced to the heat transfer coefficient, which has a sufficiently high convergence with the experimental results (less than 5%).

References:

1. Bergles, A. E. (2000, November). New frontiers in enhanced heat transfer. In ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition (Vol. 19067, pp. 1-8). American Society of Mechanical Engineers. <https://doi.org/10.1115/IMECE2000-1272>
2. Tuckerman, D. B., & Pease, R. F. W. (1981). High-performance heat sinking for VLSI. *IEEE Electron device letters*, 2(5), 126–129. <https://doi.org/10.1109/EDL.1981.25367>
3. Choi, S. U., & Eastman, J. A. (1995). *Enhancing thermal conductivity of fluids with nanoparticles* (No. ANL/MSD/CP-84938; CONF-951135-29). Argonne National Lab.(ANL), Argonne, IL (United States).

Список литературы:

1. Bergles A. E. New frontiers in enhanced heat transfer // ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition. American Society of Mechanical Engineers, 2000. V. 19067. P. 1-8. <https://doi.org/10.1115/IMECE2000-1272>
2. Tuckerman D. B., Pease R. F. W. High-performance heat sinking for VLSI // IEEE Electron device letters. 1981. V. 2. №5. P. 126-129. <https://doi.org/10.1109/EDL.1981.25367>
3. Choi S. U. S., Eastman J. A. Enhancing thermal conductivity of fluids with nanoparticles. Argonne National Lab. (ANL), Argonne, IL (United States), 1995. №ANL/MSD/CP-84938; CONF-951135-29.

*Работа поступила
в редакцию 22.06.2022 г.*

*Принята к публикации
27.06.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Wang Yibo, Golyanin A. A. Model of a Microchannel Heat Exchanger of a Supercharger for Heating Water // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 302-308. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/32>

Cite as (APA):

Wang, Yibo, & Golyanin, A. A. (2022). Model of a Microchannel Heat Exchanger of a Supercharger for Heating Water. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 302-308. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/32>

UDC 621.311.243

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/33>

DESIGN OF A HEAT EXCHANGER - A HEAT ENERGY ACCUMULATOR WITH AN OSCILLATING COIL FOR HEATING HOT WATER WITH A CAPACITY OF 25 KW

©Chen Xuanyou, ORCID: 0000-0001-7010-6060, Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia, 526748614@qq.com

©Golyanin A. A., ORCID: 0000-0003-0275-5637, Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia, anton.golyanin@yandex.ru

КОНСТРУКЦИЯ ТЕПЛООБМЕННИКА-АККУМУЛЯТОРА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ С КОЛЕБАТЕЛЬНЫМ ЗМЕЕВИКОМ ДЛЯ НАГРЕВА ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ МОЩНОСТЬЮ 25 КВТ

©Чэнь Сюанью, ORCID: 0000-0001-7010-6060, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева, г. Саранск, Россия, 526748614@qq.com

©Голянин А. А., ORCID: 0000-0003-0275-5637, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева, г. Саранск, Россия, anton.golyanin@yandex.ru

Abstract. The subject of the research is designing a regenerative heat exchanger to heat hot water. Qualitative and quantitative analysis of relevant physical parameters to optimize heat exchanger models. The purpose of this study is to simulate realizing the goal of heating hot water with 25 kW and optimize the model to optimize the heat exchange efficiency in practical work. As a result of the research, Amplitude-frequency response of the circuit increases linearly as speed of rotation. When the speed is constant, the less of water mass is, the value of Amplitude great. The phase frequency response of the circuit increases overall as the speed increases. The greater the mass, the greater, and the rate of increase gradually decreases. we know that increasing the water volume can improve the heat transfer efficiency, but when the water volume (G) increases to 1.6, the rate of increasing the heat transfer efficiency begins to decline, so this should be taken into account in the design process. With the heating time increases, the heat transfer efficiency will also improve. It should be noted that when the heating time increases, the rate of increase of heat transfer efficiency decreases and specific heat capacity (KF) decreases.

Аннотация. Предметом исследования является проектирование рекуперативного теплообменника для нагрева горячей воды. Проведен качественный и количественный анализ соответствующих физических параметров для оптимизации моделей теплообменников. Целью исследования является моделирование нагрева горячей воды и оптимизация эффективности модели теплообмена мощностью 25 кВт в практической работе. В результате исследования установлено, что амплитудно-частотная характеристика контура линейно возрастает с увеличением скорости вращения. Когда скорость постоянна, чем меньше масса воды, тем больше значение амплитуды. Фазочастотная характеристика схемы увеличивается в целом по мере увеличения скорости. Увеличение объема воды может улучшить эффективность теплопередачи, но, когда объем воды (G) увеличивается до 1,6, скорость увеличения эффективности теплопередачи начинает снижаться, поэтому следует учитывать это в процессе проектирования. С увеличением времени нагрева эффективность теплопередачи также будет

улучшаться. Следует отметить, что при увеличении времени нагрева снижается скорость повышения эффективности теплообмена и снижается удельная теплоемкость (КФ).

Keywords: accumulator of heat exchanger, general spiral, heat transfer, energy of flow.

Ключевые слова: аккумулятор теплообменника, генеральная спираль, сердечный перенос, энергия потока.

Introduction

Regenerative heat exchange technology for the rise of the 1980s of the new energy saving technology, the biggest characteristic of this technology is efficient energy saving, the average energy saving rate on the existing basis can be increased by 30% [1]; The significance of the application of regenerative heat exchange technology is that it not only saves fuel to the greatest extent but also reduces pollutant emissions, especially NO_x emissions [2].

With the continuous improvement of heat exchange theory and the improvement of steel properties, the heat exchange performance of heat exchange device has made great progress [3]. Due to the wide application of heat exchanger, almost covering all manufacturing and other fields, according to the physical properties of the heat transfer fluid, operating parameters and other characteristics, the structure and type of heat exchanger will produce corresponding changes and adjustments [4]. Due to the influence of thermal physical properties of heat transfer medium, the further improvement of heat recovery rate of current heat exchanger is greatly limited. Regenerative heat exchanger can not only greatly improve the thermal efficiency of equipment, but also get higher heat exchange temperature efficiency [5], so that the fluid after heat exchange can be close to the inlet temperature, which is widely used in high, medium and low temperature thermal equipment. For large-scale energy storage system [6], a large amount of heat storage medium is needed. Due to its low price, such as pebbles, the packed bed heat exchanger can effectively reduce the investment cost [7], and it has more advantages under the condition of high temperature heat storage without gasification and has good applicability in the utilization of low temperature waste heat, industrial waste heat and solar energy heat storage and other fields. Chao-xiang li's [8] design for the regenerative heat exchanger is put forward based on the mixed diffusion model, the temperature in the heat exchanger frontier extension, on the basis of analysis and in thermal efficiency, guarantee for the highest thermal efficiency of heat exchanger under the constraint condition of structure parameters is designed, studied the theory of regenerative heat exchanger, but not on the design and calculation of periodic heat exchanger. Du et al [9] designed a new type of regenerative tube and shell heat exchanger, used paraffin as phase change materials. For heat transfer fluid velocity, phase change materials and the key factors including phase-change layer thickness to thermal system [3], heat-exchange unit/heat storage process is simulated, studied the design of the regenerative heat exchanger. Theory and the solid filling principle is not the same.

The purpose of this study is to simulate realizing the goal of heating hot water with 25 kW and optimize the model to optimize the heat exchange efficiency in practical work.

Technological scheme of a hot water heater based on a heat exchanger-accumulator with a vibrating coil, with a capacity of 25kW

When the centrifugal pump 7 is turned on, it will supply the coolant to the hot water boiler 1 through the return pipeline 9. In the hot water boiler 1, the coolant will be heated and through the supply pipeline 8 it will be supplied to heat exchanger-accumulator 2, In the heat exchanger-

accumulator 2, the heat from the heated coolant will be transformed to cold water. When the set speed is reached, the value of the impact valve quickly close with the formation of a hydraulic shock. In this case, the wave of hydraulic shock is transmitted to the coil 3 and it will oscillate. At the end of the water hummer wave, the valve 6 will open again under the action of spring 10, Thus, the shock valve 6 will periodically close and open, and the coil 3 will oscillate. The vibrations of the coil 3 will increase the heat transfer.

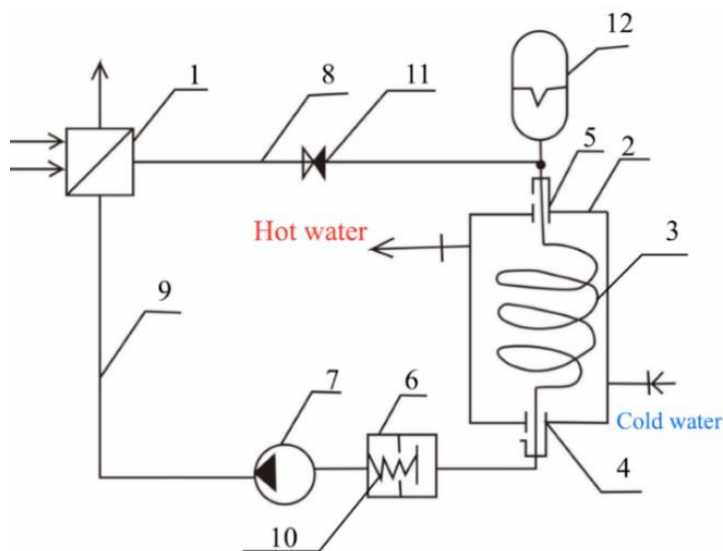


Figure 1. The principle of operation of the scheme: 1 — hot water boiler; 2 — heat exchanger-accumulator; 3 — coil; 4, 5 — movable support; 6 — shock valve; 7 — centrifugal pump; 8 — supply pipeline; 9 — return pipeline; 10 — spring; 11 — check valve; 12 — hydraulic accumulator

Hydraulic circuit

The hydraulic circuit considers the elastic properties of the shock valve 6. the compliance l_1 the active resistance of the coupling from r_1 and r_2 the mass of water in the circuit.

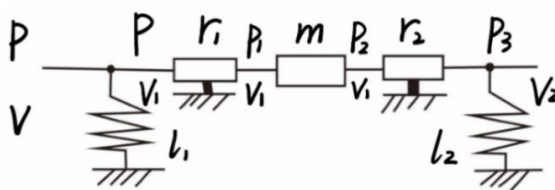


Figure 2. The hydraulic circuit

The input power of the hydraulic circuit is assumed to be 4 percent of the thermal (25kW), $n_{in}=1kW$. The mass of water in the circuit: $m=40.0kg$, $a_1=2.4$, $a_2=0.768$; $b_1=64$.

After obtaining certain parameters, the graphical dependences of the obtained dependences of the frequency characteristics and the technical result of this installation scheme are made, the data are presented in Figures 3 and 4.

As Figure 3-4 shown, Amplitude — frequency response of the circuit increases linearly as speed of rotation. When the speed is constant, the less of water mass is, the value of Amplitude great. The phase frequency response of the circuit increases overall as the speed increases. The greater the mass, the greater, and the rate of increase gradually decreases.

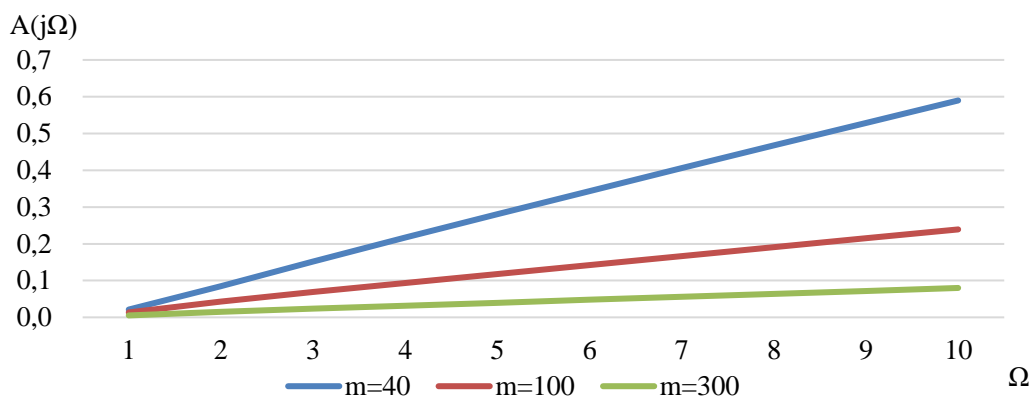


Figure 3. Amplitude-frequency response

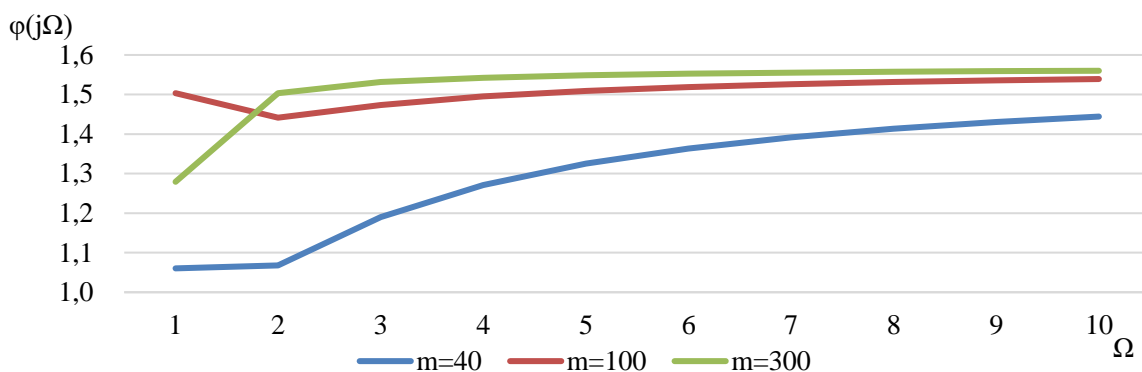


Figure 4. Phase-frequency function of the energy circuit

Results of heat exchange calculation.

In this section, we present the result of heat exchanger calculation. Table shows the main parameters of calculating the heat exchanger, and they were identified as a result of mathematical modeling.

Table

THE MAIN PARAMETERS OF THE HEAT EXCHANGE

Water volume M	500 kg
initial temperature t2'	5 °C
final temperature t2''	70 °C
Heating water consumption G1	0,8 kg/c
the initial temperature of the heating water t1'	80 °C
Heating time τ	5 h
outer diameter of the coil d2	25 mm
inner diameter of the coil d1	21 mm
water heat capacity c	4,189 kJ/kg*°C
Kinematic viscosity	0,0000005 sq. m/s

Observe the physical parameters of the heat exchanger as they change by changing some data in Table 1, such as the volume of water G and the heating time T, we can see some patterns in Figure 5-8. KF— specific heating capacity; α2 — heat transfer coefficient; F — heat exchange surface; n — the number of coils; L — the length of the coil.

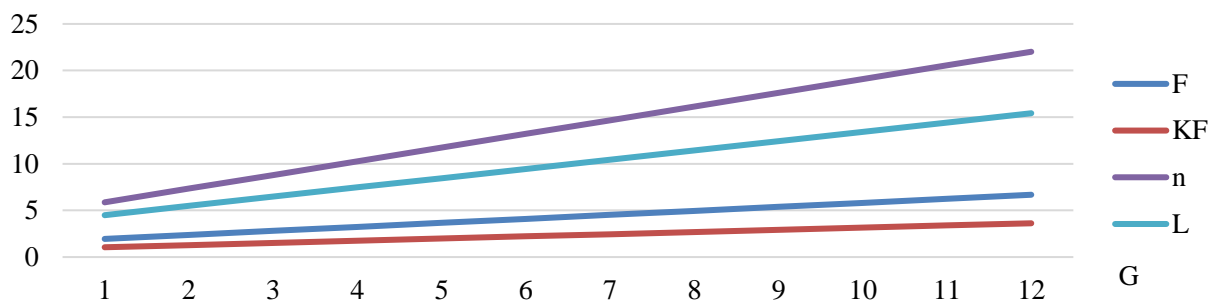


Figure 5. Variation of water volume G and some physical parameters

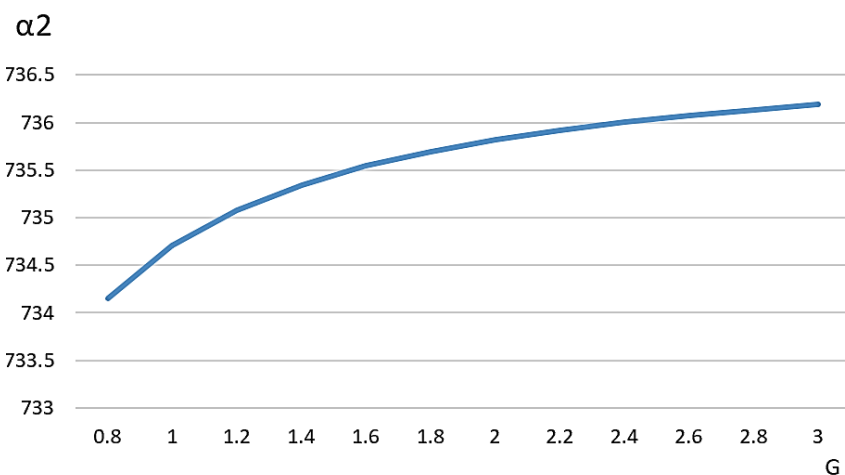


Figure 6. Variation of water volume G and α_2

As Figure 5–6 shown, KF, F, n, and L increases linearly as water volume G increases; Increasing the water volume can improve the heat transfer efficiency, but when the water volume (G) increases to 1.6, the rate of increasing the heat transfer efficiency begins to decline, so this should be taken into account in the design process. At the same time, the heat transfer area of the heat exchanger needs more

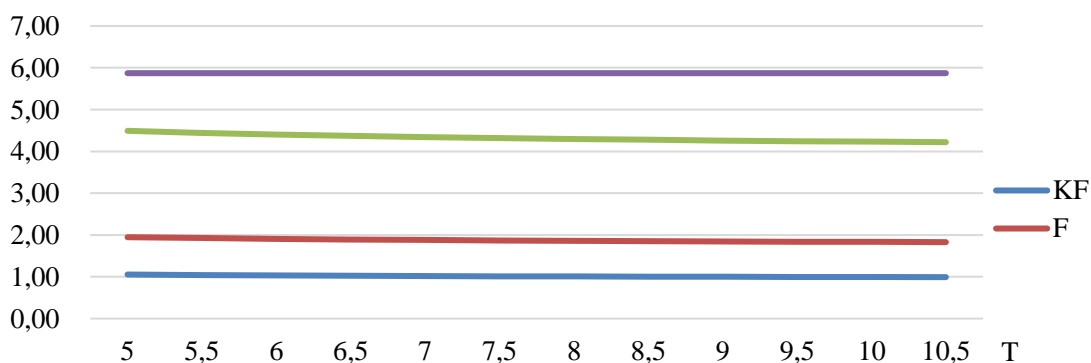


Figure 7. Variation of heating time T and some physical parameters

As Figure 7–8 shown, with the heating time increases, the heat transfer efficiency will also improve. It should be noted that when the heating time increases, the rate of increase of heat transfer efficiency decreases and specific heat capacity (KF) decreases. F and L increases with increasing heating time, but the overall increase is not very significant. When heating time increase, the number of coils is a constant. The heating time should be well controlled in the design to achieve better heat transfer performance.

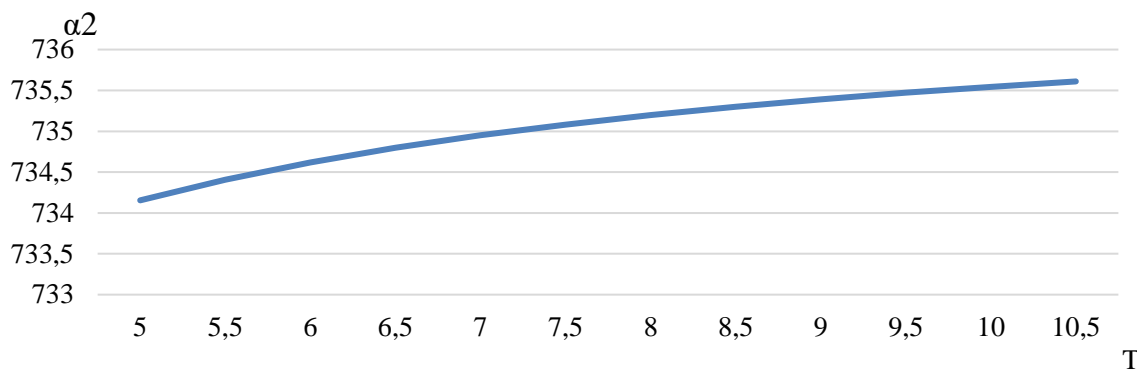


Figure 8 Variation of heating time T and $\alpha 2$

Conclusion

Amplitude — frequency response of the circuit increases linearly as speed of rotation. When the speed is constant, the less of water mass is, the value of Amplitude bigger. The phase frequency response of the circuit increases overall as the speed increases. The greater the mass, the greater, and the rate of increase gradually decreases.

Increasing the water volume can improve the heat transfer efficiency, but when the water volume (G) increases to 1.6, the rate of increasing the heat transfer efficiency begins to decline, so this should be taken into account in the design process. At the same time, the heat transfer area of the heat exchanger needs more.

With the heating time increases, the heat transfer efficiency will also improve. It should be noted that when the heating time increases, the rate of increase of heat transfer efficiency decreases and specific heat capacity (KF) decreases. The heating time should be well controlled in the design to achieve better heat transfer performance. When heating time increase, the number of coils is a constant.

In addition, increasing the heating time does not change the number of coils, but length of the coils requires higher.

References:

1. Amagour, M. E. H., Rachek, A., Bennajah, M., & Touhami, M. E. (2018). Experimental investigation and comparative performance analysis of a compact finned-tube heat exchanger uniformly filled with a phase change material for thermal energy storage. *Energy conversion and management*, 165, 137–151. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.03.041>
2. Agyenim, F., Hewitt, N., Eames, P., & Smyth, M. (2010). A review of materials, heat transfer and phase change problem formulation for latent heat thermal energy storage systems (LHTESS). *Renewable and sustainable energy reviews*, 14(2), 615–628. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.10.015>
3. Hasnain, S. M. (1998). Review on sustainable thermal energy storage technologies, Part I: heat storage materials and techniques. *Energy conversion and management*, 39(11), 1127–1138. [https://doi.org/10.1016/S0196-8904\(98\)00025-9](https://doi.org/10.1016/S0196-8904(98)00025-9)
4. Constantin, L., Dragomir-Stanciu, D., & Crismaru, I. V. (2015). Optimization of heat exchange in a heat accumulator with latent heat storage. *Procedia Technology*, 19, 737–741. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2015.02.104>

5. Navarro-Esbri, J., Cabello, R., & Torrella, E. (2005). Experimental evaluation of the internal heat exchanger influence on a vapour compression plant energy efficiency working with R22, R134a and R407C. *Energy*, 30(5), 621-636. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2004.05.019>
6. Aydin, D., Casey, S. P., & Riffat, S. (2015). The latest advancements on thermochemical heat storage systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 356-367. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.08.054>
7. Nazir, H., Batool, M., Osorio, F. J. B., Isaza-Ruiz, M., Xu, X., Vignarooban, K., ... & Kannan, A. M. (2019). Recent developments in phase change materials for energy storage applications: A review. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 129, 491-523. <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2018.09.126>
8. Bellocchi, S., Guizzi, G. L., Manno, M., Salvatori, M., & Zaccagnini, A. (2018). Reversible heat pump HVAC system with regenerative heat exchanger for electric vehicles: Analysis of its impact on driving range. *Applied Thermal Engineering*, 129, 290-305. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2017.10.020>
9. Xiao, X., & Zhang, P. (2015). Numerical and experimental study of heat transfer characteristics of a shell-tube latent heat storage system: Part I—Charging process. *Energy*, 79, 337-350. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.11.020>

Список литературы:

1. Amagour M. E. H., Rachek A., Bennajah M., Touhami M. E. Experimental investigation and comparative performance analysis of a compact finned-tube heat exchanger uniformly filled with a phase change material for thermal energy storage // *Energy conversion and management*. 2018. V. 165. P. 137-151. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.03.041>
2. Agyenim F., Hewitt N., Eames P., Smyth M. A review of materials, heat transfer and phase change problem formulation for latent heat thermal energy storage systems (LHTESS) // *Renewable and sustainable energy reviews*. 2010. V. 14. №2. P. 615-628. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.10.015>
3. Hasnain S. M. Review on sustainable thermal energy storage technologies, Part I: heat storage materials and techniques // *Energy conversion and management*. 1998. V. 39. №11. P. 1127-1138. [https://doi.org/10.1016/S0196-8904\(98\)00025-9](https://doi.org/10.1016/S0196-8904(98)00025-9)
4. Constantin L., Dragomir-Stanciu D., Crismaru I. V. Optimization of heat exchange in a heat accumulator with latent heat storage // *Procedia Technology*. 2015. V. 19. P. 737-741. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2015.02.104>
5. Navarro-Esbri J., Cabello R., Torrella E. Experimental evaluation of the internal heat exchanger influence on a vapour compression plant energy efficiency working with R22, R134a and R407C // *Energy*. 2005. V. 30. №5. P. 621-636. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2004.05.019>
6. Aydin D., Casey S. P., Riffat S. The latest advancements on thermochemical heat storage systems // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2015. V. 41. P. 356-367. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.08.054>
7. Nazir H., Batool M., Osorio F. J. B., Isaza-Ruiz M., Xu X., Vignarooban K., Kannan A. M. Recent developments in phase change materials for energy storage applications: A review // *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 2019. V. 129. P. 491-523. <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2018.09.126>
8. Bellocchi S., Guizzi G. L., Manno M., Salvatori M., Zaccagnini A. Reversible heat pump HVAC system with regenerative heat exchanger for electric vehicles: Analysis of its impact on driving

range // Applied Thermal Engineering. 2018. V. 129. P. 290-305.
<https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2017.10.020>

9. Xiao X., Zhang P. Numerical and experimental study of heat transfer characteristics of a shell-tube latent heat storage system: Part I–Charging process // Energy. 2015. V. 79. P. 337-350.
<https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.11.020>

*Работа поступила
в редакцию 22.06.2022 г.*

*Принята к публикации
27.06.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Chen Xuanyou, Golyanin A. A. Design of a Heat Exchanger - a Heat Energy Accumulator With an Oscillating Coil for Heating Hot Water With a Capacity of 25 kW // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 309-316. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/33>

Cite as (APA):

Chen, Xuanyou, & Golyanin, A. A. (2022). Design of a Heat Exchanger - a Heat Energy Accumulator with an Oscillating Coil for Heating Hot Water With a Capacity of 25 kW. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 309-316. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/33>

UDC 62-719

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/34>

DESIGNING A COOLER WITH NATURAL COLD FOR A 100 KW SEMICONDUCTOR POWER CONVERTER

©Cheng Changshan, ORCID: 0000-0003-4967-2396, Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia, Chengchangshan.345548939@qq.com

©Golyanin A. A., ORCID: 0000-0003-0275-5637, Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia, anton.golyanin@yandex.ru

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОХЛАДИТЕЛЯ ДЛЯ 100 КВТ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО СИЛОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

©Чэн Чаншань, ORCID: 0000-0003-4967-2396, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева, г. Саранск, Россия, Chengchangshan.345548939@qq.com

©Голянин А. А., ORCID: 0000-0003-0275-5637, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева, г. Саранск, Россия, anton.golyanin@yandex.ru

Abstract. The subject of the study is the design of a cooler with natural cooling capacity for a 100 kW semiconductor power converter. The purpose of this thesis is to design a cooler with natural cooling capability for a 100 kW semiconductor power converter and to evaluate its practical effects. We summarize the demand for power semiconductor devices for new applications in power electronics in recent years. During the study and testing of the cooler for the 100 kW semiconductor power converter, the parameters that became the basis for mathematical modeling were determined. In this paper, we summarize the key issues and the current state of research on power semiconductor modules, including module thermal design and thermal modeling issues. The degree of realization is complete. In the process of developing the experimental device, reduction of energy consumption losses and reduction of explosion and fire hazards in industrial production facilities was achieved, which in turn will increase the efficiency of the invention and reduce its production costs. Development of efficiency — reduction of power consumption losses, reduction of explosion and fire hazards in industrial production facilities due to overheating of power semiconductors.

Аннотация. Предметом исследования является конструкция охладителя с естественной холодопроизводительностью для полупроводникового силового преобразователя мощностью 100 кВт. Целью данной работы является разработка охладителя с возможностью естественного охлаждения для полупроводникового силового преобразователя мощностью 100 кВт и оценка его практических свойств. В ходе исследования и испытаний охладителя полупроводникового силового преобразователя мощностью 100 кВт были определены параметры, которые стали основой для математического моделирования. В обобщаются ключевые вопросы и текущее состояние исследований в области силовых полупроводниковых модулей, включая вопросы теплового проектирования модулей и теплового моделирования. Степень реализации полная. В процессе разработки опытного устройства достигнуто снижение потерь энергозатрат и снижение взрывопожароопасности промышленного производства, что в свою очередь позволит повысить эффективность изобретения и снизить себестоимость его производства. Повышение эффективности — снижение потерь электропотребления, снижение

взрывопожароопасности промышленных производств из-за перегрева силовых полупроводников.

Keywords: coolers, semiconductors, heat dissipation, heat transfer, cooling efficiency, energy flow.

Ключевые слова: охладители, полупроводники, теплоотвод, теплообмен, эффективность охлаждения, поток энергии.

Introduction

The relevance of the research topic is to design a cooler with natural cooling capacity for a 100 kW semiconductor power converter.

The level of knowledge on the subject. Many scientists, such as Johann Andreas von Segner, Heron of Alexandria, Victor Schauburger, Leopold Sergyue, Richard Clem, have studied the problem of converting the energy of fluid flow into energy, but this problem has not been studied thoroughly. Some problems should be considered and decided to be eliminated.

The goal of this paper is to design a naturally cooled cooler for a 100KW semiconductor power converter. The aim of this work is to improve the energy efficiency of the cooler by using the energy of the compressed flow as a result of its periodic braking.

In this work, the following research methods were used: comparison, generalization, modeling, description, experimentation, graphical analysis. The information base of the research was literary sources and patents, such as A. P. Levitsev, A. Makeev, Ya. A. Narvatov, A. Lysyakov, S. Kudashev, V. M. Ivanov, B. V. Semkin, A. A. Blinov, T. A. Volkova.

The novelty of this research is the design of a cooler with natural cooling capacity for 100KW semiconductor power converters, which will help to reduce power consumption losses and reduce explosion and fire hazards in industrial production facilities, introducing and using this laboratory equipment in practice for facilities requiring high heat, such as industrial sites; logistics centers; all possible use in underground structures where explosive gases may leakage of semiconductor devices, such as IGBTs, etc.

In this paper, the thermal properties are considered, and the experimental characteristics are analyzed. And the model is formalized in mathematical language. A new semiconductor power cooler is developed, and a description of the theoretical calculations is considered, and the theoretical heat dissipation is calculated and simulated for different parameters and the results of the design simulations are analyzed graphically.

Material and research methods

The study was carried out under natural and laboratory conditions in 2022. Laboratory experiments were carried out in the laboratory of the Institute of Mechanical and Power Engineering of the N.P. Ogarev Mordovia State Research University.

The authors analyzed the existing articles and patents on coolers [1-4]. Articles on the subject of research work [5-7] were studied. Amplitude-frequency and phase-frequency characteristics were plotted to determine the most efficient mode of operation, and mathematical energy conversion was performed on the constructed hydraulic circuit. The development of technological solutions for power semiconductor device coolers and the transfer of cooler hydrodynamics and its heat transfer energy were studied. To be clearer the thermal design of the liquid cooler, strength, hydrodynamic calculations and calculation of economic efficiency of the semiconductor devices after their introduction into the cooler. The methodology and scheme of the experiments were developed.

Further experiments were carried out to formalize the model in mathematical language and to process its data.

Results and discussion

Table shows the calculated results of the amplitude-frequency and phase-frequency functions of the energy loops for three modes of operation at cooler frequencies of 0.5 to 5 Hz.

Table

VALUES OF AMPLITUDE-FREQUENCY AND PHASE-FREQUENCY FUNCTIONS OF ENERGY CIRCUITS

Ω	$A1(j\Omega)$	$A2(j\Omega)$	$A3(j\Omega)$
0.5	207858.1079	207858.1079	207858.1079
1	6249900.02	6249900.02	6249900.02
1.5	1116978.998	1116978.998	1116978.998
2	831484.8052	831484.8052	831484.8052
2.5	743204.0568	743204.0568	743204.0568
3	702630.3868	702630.3868	702630.3868
3.5	680226.0506	680226.0506	680226.0506
4	666429.5895	666429.5895	666429.5895
4.5	657287.9447	657287.9447	657287.9447
5	650900.511	650900.511	650900.511

Based on the values obtained in Table 1, the AFC diagram was drawn.

As can be seen from the amplitude-frequency response plot (Figure 1), when the mass m is reduced to 50 kg and the softness l is reduced to 0.00008ms/N, the amplitude frequency decreases slightly compared to the reference value. When the mass m is increased to 100 kg and the compliance l is increased to 0.001 ms/N, the amplitude increases sharply by a factor of 10 or more. In this respect, this model is the best.

Figure 2 shows a schematic diagram of a laboratory setup with a pulsed circulating coolant.

The principle of operation of the scheme.

When the centrifugal pump 5 is turned on, it will supply the coolant through the natural cold cooler 6 to the heat exchanger 4. Then it returns back to the centrifugal pump 5 through one of the open valves of the shock valve 3. When the speed of the coolant is calculated, the valve of the shock valve 3 will quickly close. For exchange, the left valve. When the left valve is closed quickly, a hydraulic shock will occur, the rewest pressure, wave of which will move the diaphragm 2. A portion of another coolant will be supplied to 7 and remove heat from the thyristor.

In a simplified form it includes 5 links: the first is hydraulic, take into account the friction losses of the input path with active resistance r_1 and the mass of water in the character m_1 ; the second is a convertor, converts the pressure P_2 into force, and the mass flow g into the diaphragm velocity v ; the third is mechanical, takes into account the elastic properties of the diaphragm by the pliability T and the friction losses of the diaphragm about liquid active resistance r_2 ; the fourth-the converter link, converts the force f_1 into pressure P_3 , and the linear velocity V_1 into mass flow g_2 ; the fifth link is hydraulic, take into account the losses of the loss of the output path the diaphragm pump using the active resistance r_3 . As in Figure 3:

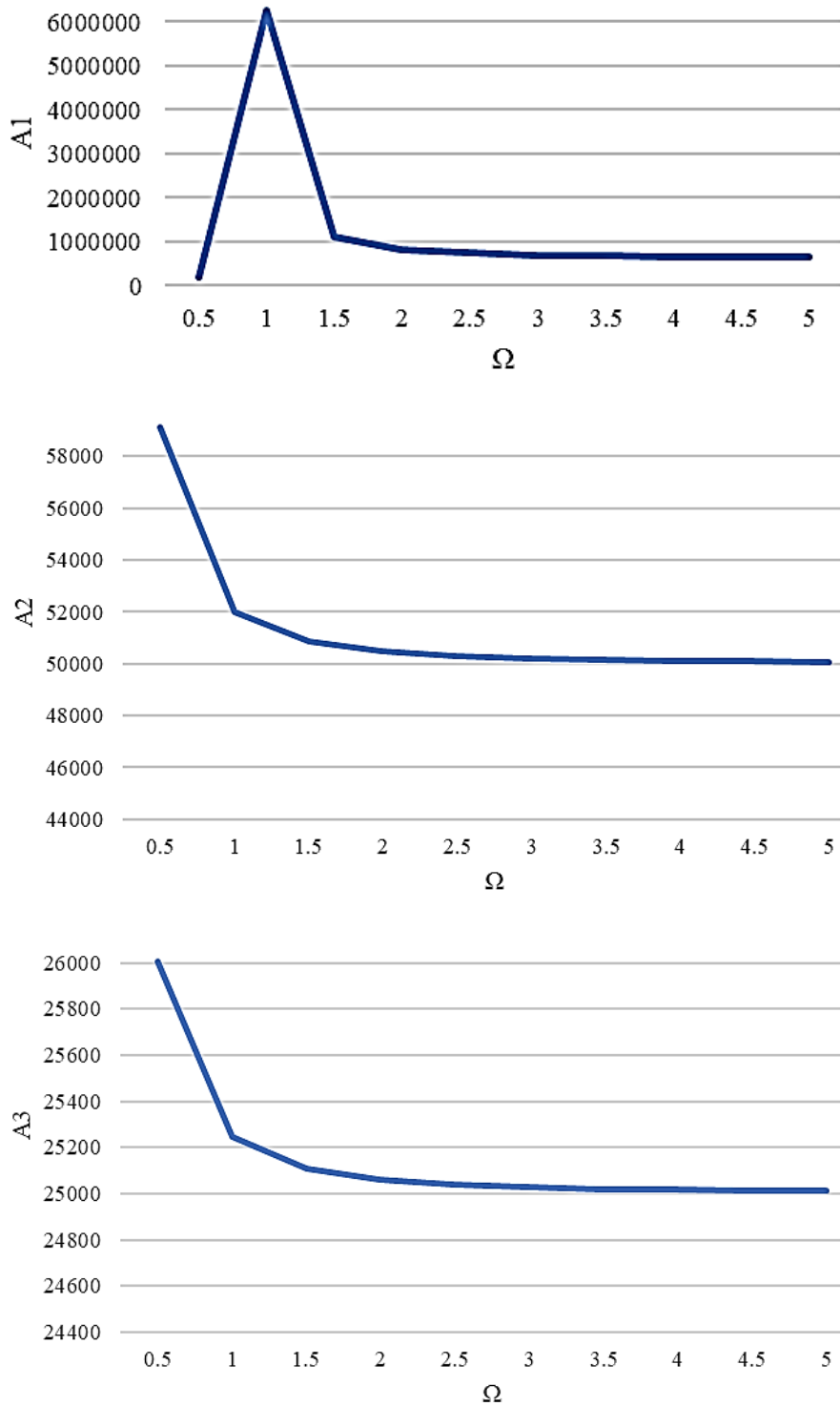


Figure 1. The calculated results of the amplitude-frequency and phase-frequency functions of the energy loop for the three operating modes of the table cooler frequency from 0.5 to 5 Hz are shown in the graph

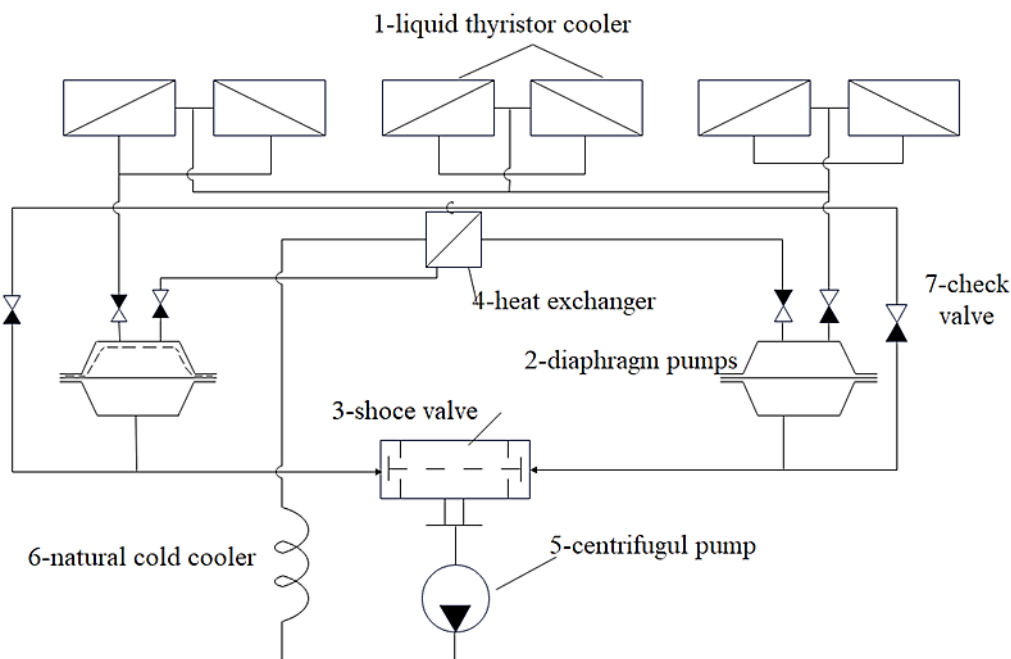


Figure 2. Technological scheme of the cooling unit

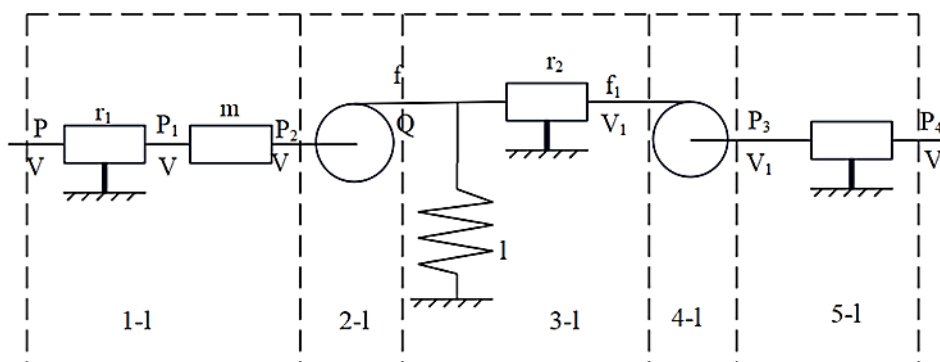


Figure 3. The energy circuit of the diaphragm pump link equation

The calculation method of the micro-tank heat exchanger is studied, and the thermal efficiency is calculated to investigate the relationship between the flow rate and the input temperature, output temperature, heat loss, temperature difference and the related auxiliary quantities P, R. As in Figure 4:

We can conclude that we have obtained a peak which is equal to $\Omega = 4.5$, which means that the design will work best under these conditions.

When considering the dependence of the third energy circuit, we can say that these indicators lead to an increase in efficiency with the growth of the parameters.

If we consider the phase-frequency characteristics, the dependence of all three energy circuits leads to a decrease of these parameters.

Moreover, in the course of this work we have a model on which we can understand which values have a greater influence on the desired value, i. e. the input temperature.

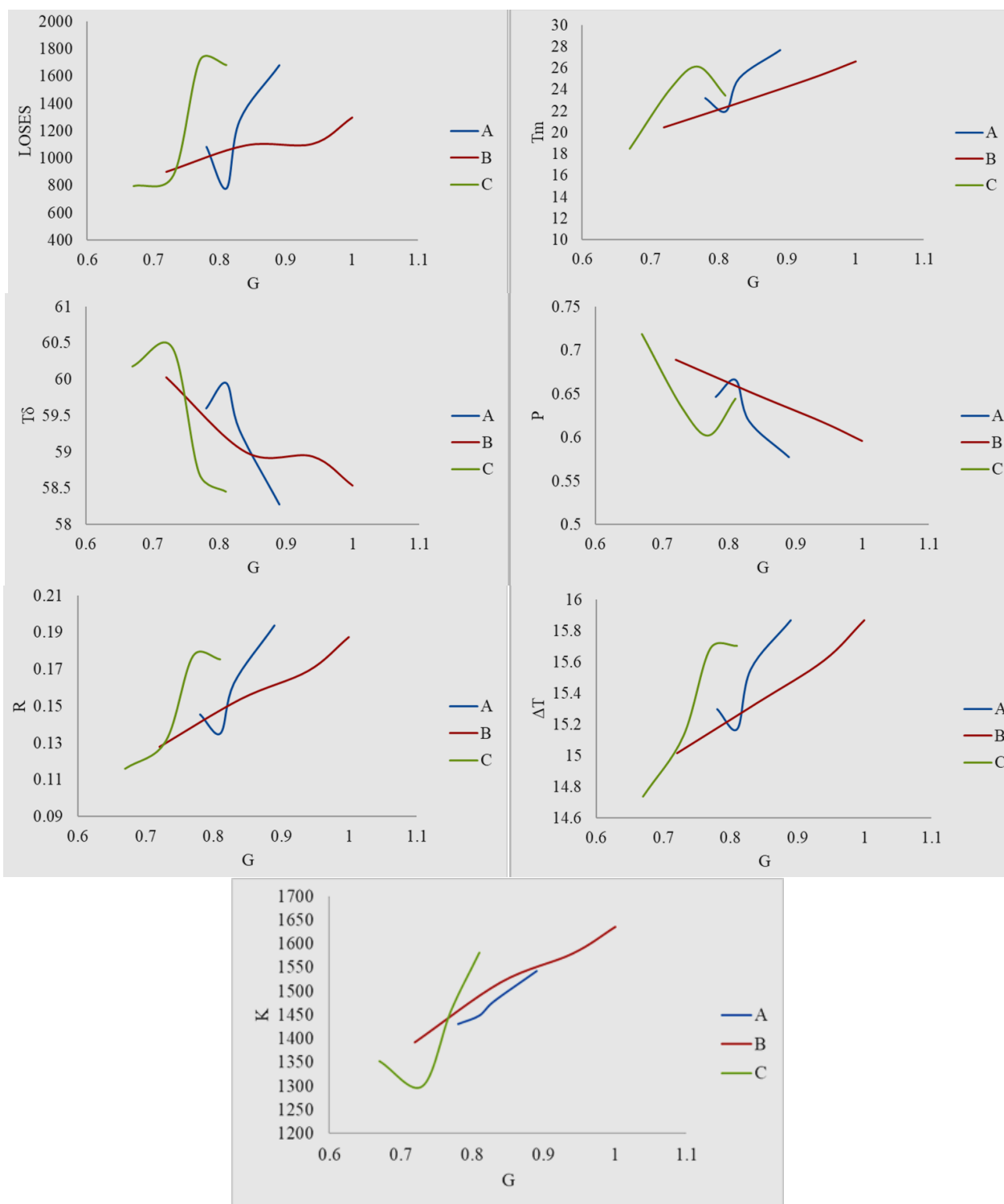


Figure 4. Plot of flow rate versus input temperature, output temperature, heat loss, temperature difference, and related auxiliary quantities P, R, etc.

Conclusions

The aim of this bachelor work is to improve the energy efficiency of 100kW semiconductor power by using the energy of the liquid cooling stream as a result of its periodic suppression.

The integrity of the solution task was evaluated.

- Power semiconductor device heat sink improvement patent analysis, which ensures its ability to effectively improve its thermal performance.

- Developed and tested calculations for a 100kW semiconductor power converter design a natural cooling capacity cooler.
- The theoretical dependence of heat transfer, energy flow on the design parameters and operation mode of the cooler for a 100KW semiconductor power converter was obtained.
- Developed design documentation for a prototype cooler for a 100kW semiconductor power converter.
- Developed an energy evaluation method for the cooler of a 100kW semiconductor power converter.
- Performed tests of the cooler for a 100kW semiconductor power converter and obtained experimental dependence of heat transfer, energy on design parameters and operation modes.

In the process of developing the experimental device, reduction of energy consumption losses and reduction of explosion and fire hazards in industrial production facilities was achieved, which in turn will increase the efficiency of the invention and reduce its production costs.

During the study and testing of the cooler for the 100kW semiconductor power converter, the parameters that became the basis for mathematical modeling were determined.

In the simulations, the equations for the cooler of the 100kW semiconductor power converter were derived.

Based on the energy circuit dependence diagram of the second stage, we can conclude that we have obtained a peak which is equal to $\Omega = 4.5$, which means that the design will work best under these conditions.

When considering the dependence of the energy circuit of the third stage, we can say that these indicators lead to an increase in efficiency as the parameters grow.

If we consider the phase-frequency characteristics, the dependence of all three energy circuits leads to a decrease in these parameters.

Also, in the course of this work we have a model on which we can understand which values have a greater impact on the desired value, i. e. the input temperature.

References:

1. Haraka, F., El Ouatouati, A., & Janan, M. T. (2016, October). Analytical thermal resistance model for cooling high power IGBTs modules used in the arm solar converter. In *2016 International Conference on Electrical Sciences and Technologies in Maghreb (CISTEM)* (pp. 1-4). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CISTEM.2016.8066802>
2. Schweitzer, D., & Chen, L. (2015, March). Heat spreading revisited—effective heat spreading angle. In *2015 31st Thermal Measurement, Modeling & Management Symposium (SEMI-THERM)* (pp. 88-94). IEEE. <https://doi.org/10.1109/SEMI-THERM.2015.7100145>
3. Van der Broeck, C. H., Ruppert, L. A., Hinz, A., Conrad, M., & De Doncker, R. W. (2017). Spatial electro-thermal modeling and simulation of power electronic modules. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 54(1), 404–415. <https://doi.org/10.1109/TIA.2017.2757898>
4. Reichl, J., Ortiz-Rodriguez, J. M., Hefner, A., & Lai, J. S. (2014). 3-D thermal component model for electrothermal analysis of multichip power modules with experimental validation. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 30(6), 3300–3308. <https://doi.org/10.1109/TPEL.2014.2338278>
5. Makeev, A. N., & Levcev, A. P. Pat. 2423650 Russian Federation, IPC F24D 3/00. Method of heat supply. № 2010112729/03; declare 04/01/2010; publ. 07/10/2011, Bull. No. 19. (in Russian).
6. Makeev, A. N., & Levcev, A. P. (2010). Pulsed heat supply systems for public buildings. *Regional architecture and construction*, (2 (9)), 45–51. (in Russian).

7. Kulichikhin, V. V., Lazarev, L. Ya., Chizhov, V. V., & Savenkov, V. F. (2001). Methods and results of the research of the characteristics of the expander-generating unit. *Vestnik MEI*, (4), 19-24. (in Russian).

8. Levitsev, A. P., Kudashev, S. F., Makeev, A. N., & Lysyakov, A. I. (2014). Influence of the pulsed flow regime of the coolant on the heat transfer coefficient in the plate heat exchanger of the hot water supply system. *Modern problems of science and education*, (2). (in Russian).

Список литературы:

1. Haraka F., El Ouatouati A., Janan M. T. Analytical thermal resistance model for cooling high power IGBTs modules used in the arm solar converter // 2016 International Conference on Electrical Sciences and Technologies in Maghreb (CISTEM). IEEE, 2016. P. 1-4. <https://doi.org/10.1109/CISTEM.2016.8066802>

2. Schweitzer D., Chen L. Heat spreading revisited—effective heat spreading angle // 2015 31st Thermal Measurement, Modeling & Management Symposium (SEMI-THERM). IEEE, 2015. P. 88-94. <https://doi.org/10.1109/SEMI-THERM.2015.7100145>

3. Van der Broeck C. H., Ruppert L. A., Hinz A., Conrad M., De Doncker R. W. Spatial electro-thermal modeling and simulation of power electronic modules // IEEE Transactions on Industry Applications. 2017. V. 54. №1. P. 404-415. <https://doi.org/10.1109/TIA.2017.2757898>

4. Reichl J., Ortiz-Rodriguez J. M., Hefner A., Lai, J. S. 3-D thermal component model for electrothermal analysis of multichip power modules with experimental validation // IEEE Transactions on Power Electronics. 2014. V. 30. №6. P. 3300-3308. <https://doi.org/10.1109/TPEL.2014.2338278>

5. Пат. на изобретение 2423650 Российская Федерация, МПК F24D 3/00. Способ теплоснабжения / А. Н. Макеев, А. П. Левцев; заявители и патентообладатели А. Н. Макеев, А. П. Левцев. №2010112729/03; заявл. 01.04.2010; опубл. 10.07.2011, Бюл. №19.

6. Макеев А. Н., Левцев А. П. Импульсные системы теплоснабжения общественных зданий // Региональная архитектура и строительство. 2010. №2 (9). С. 45–51.

7. Куличихин В. В., Лазарев Л. Я., Чижов В. В., Савенков В. Ф. Методы и результаты исследования характеристик детандер-генераторной установки // Вестник МЭИ. 2001. №4. С. 19-24.

8. Левцев А. П., Кудашев С. Ф., Макеев А. Н., Лысяков А. И. Влияние импульсного режима течения теплоносителя на коэффициент теплоотдачи в пластинчатом теплообменнике системы горячего водоснабжения // Современные проблемы науки и образования. 2014. №2.

*Работа поступила
в редакцию 22.06.2022 г.*

*Принята к публикации
27.06.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Cheng Changshan, Golyanin A. A. Designing a Cooler With Natural Cold for A 100 kW Semiconductor Power Converter // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 317-324. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/34>

Cite as (APA):

Cheng, Changshan, & Golyanin, A. A. (2022). Designing a Cooler With Natural Cold for A 100 kW Semiconductor Power Converter. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 317-324. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/34>

UDC 621.314: 536.24.08

https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/35

DESIGN OF A LIQUID COOLER FOR A 100 KW SEMICONDUCTOR POWER CONVERTER

©Zhang Ruirui, ORCID: 0000-0003-2082-1933, Ogarev Mordovia State University,
Saransk, Russia, 2213831907@qq.com

©Golyanin A. A., ORCID: 0000-0003-0275-5637, Ogarev Mordovia State University,
Saransk, Russia, anton.golyanin@yandex.ru

ПРОЕКТ ЖИДКОСТНОГО ОХЛАДИТЕЛЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО СИЛОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ МОЩНОСТЬЮ 100 КВТ

©Чжан Жуйжуй, ORCID: 0000-0003-2082-1933, Национальный исследовательский
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева,
г. Саранск, Россия, 2213831907@qq.com

©Голянин А. А., ORCID: 0000-0003-0275-5637, Национальный исследовательский
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева,
г. Саранск, Россия, anton.golyanin@yandex.ru

Abstract. The focus of this research in this paper is to design a 100 kW power liquid cooler, semiconductor converter liquid cooler, thus using pulsed thermal medium circulation to increase the capacity of the cooling system on the surface of the power semiconductor device. Based on comparing the parameters of conventional and pulsed coolant circulation mode, the liquid cooling system of power semiconductor converter is studied by physical method. In laboratory testing, experiments are planned according to the order and frequency of changing device operating modes. Finally, the experimental research results are processed, and the relationship between the discharge heat power and the temperature drop and the coolant flow is established by using the mathematical statistics method. Result: Depending on the exhaust heat power and the coolant flow in the range of 3–1.5 L/min, the pulsating heat transfer enhancement in the liquid cooling system of the power semiconductor converter can increase the thermal capacity and the current load of the power semiconductor converter by a factor of almost 2.5 times, respectively. At the same time, the circulation of the coolant in the inner circuit is carried out by a hydraulic powered film pump.

Аннотация. Основное внимание в исследовании уделяется разработке жидкостного охладителя полупроводникового преобразователя, мощностью 100 кВт, с использованием импульсной циркуляции теплоносителя для увеличения мощности системы охлаждения на поверхности силового полупроводникового устройства. На основе сравнения параметров обычного и импульсного режимов циркуляции теплоносителя физическим методом исследована жидкостная система охлаждения силового полупроводникового преобразователя. При лабораторных испытаниях эксперименты планировались по порядку и частоте смены режимов работы прибора. Наконец, результаты экспериментальных исследований обрабатывались, и методом математической статистики устанавливалась связь между тепловой мощностью разряда, падением температуры и расходом теплоносителя. Результат: в зависимости от мощности выхлопа и расхода теплоносителя в диапазоне 3–1,5 л/мин пульсирующее усиление теплообмена в системе жидкостного охлаждения силового полупроводникового преобразователя может увеличить тепловую мощность и токовую нагрузку силового агрегата полупроводникового преобразователя почти в 2,5 раза. При этом

циркуляция теплоносителя во внутреннем контуре осуществляется пленочным насосом с гидравлическим приводом.

Keywords: liquid cooler, semiconductor converter, pulsating heat transfer.

Ключевые слова: жидкостный охладитель, полупроводниковый преобразователь, пульсирующий теплообмен.

Introduction

In recent years, with the rapid development of power electronic technology, the power level of power electronic converters has been greatly improved. The increase in the power level of the frequency converter will increase the junction temperature of the power electronic system, which directly threatens the reliable operation of the frequency converter, especially in high-power electronic frequency converters. For high-power electronic converters, the generation, transfer and distribution of heat directly affect the working efficiency of the converter, and the heat transfer process is closely related to the temperature of power electronic devices. Studies have shown that during the operation of the inverter, the failure rate of the chip increases exponentially with the increase of temperature. Therefore, effective thermal design of converter equipment is very necessary. Thermal design is an important part of power electronic converter design, and thermal design is directly related to the reliability and efficiency of equipment operation.

In this paper, three basic heat transfer methods are used to establish the heat transfer mathematical model of the circulating water-cooling system of the frequency converter. Through analysis, when the inside of the two copper busbars and the water-cooled radiator are designed as toothed pin wings, the heat exchange area is not only increased in theory, but the simulation results show that the internal fluid flow is relatively stable and can withstand more much heat loss. At the same time, it can also reduce the junction temperature of the power electronic device without causing local overheating and damaging the device, which is beneficial to improve the heat dissipation effect. In addition, verifying and controlling the research speed of the heat dissipation technology of the inlet flow high-power power electronic converter of each flow loop in the liquid cooling radiator can enhance the heat dissipation. Therefore, in engineering applications, we can design the structure of the radiator and control the inlet flow rate according to the actual needs of the circulating cooling system to improve the efficiency of the inverter equipment and save energy.

The main source of heat inside the power semiconductor device is the conversion of the loss inside the chip from electrical energy to thermal energy, and the heat generated at this time needs to be dissipated through an effective heat flow path. Power semiconductor devices work in the switching state, and there are power losses in the switching process and in the on and off states; including the on-state power consumption and off-state power consumption that occur in static state, and the turn-on power consumption generated in the dynamic process [1]. and turn-off power consumption, the most accurate method should be calculated according to the actual current and voltage waveforms of each stage obtained from the test. Power semiconductors consume a lot of energy when working, and this part of the energy is converted into heat, which will cause the temperature of the chip to rise. If the heat dissipation problem of the chip cannot be solved well, it will not only affect the full performance of the device, but also may cause damage to the device [2]. Studies have shown that the failure rate of the device changes exponentially with increasing temperature, while the heat dissipation of the device is achieved through solid conduction including the printed circuit board and air convection [3]. Therefore, in the circuit design stage [4], it is very important to the reliability of

the product to correctly estimate the temperature distribution on the printed circuit board and the junction temperature of the device under various heat dissipation and layout conditions to ensure the normal operation of the circuit [5-7].

Power semiconductor devices, also known as power electronic devices, are the basis of power electronic technology and the core devices that constitute power electronic conversion circuits. Power semiconductor devices are used in almost all electronic products and electronic equipment manufacturing [8]. Power semiconductor devices are more sensitive to high temperature, low temperature or temperature alternation, because such devices undertake the main power regulation function in the circuit and undertake most of the power regulation electrical stress [9]. Therefore, high attention must be paid to the thermal management of power semiconductor devices to improve the reliability of the circuit. The application scope of power semiconductor devices has expanded from traditional aerospace electronics, industrial control and 4C industries (computers, communications, consumer electronics and automobiles) to new fields such as new energy, rail transit, and smart grids [10]. When power semiconductor devices are in the working state of high current and high voltage in the circuit, the power density and local temperature in a small area of the device are very high, resulting in a hot spot effect. Therefore, great attention must be paid to the thermal management of power semiconductors, focusing on reducing device The operating junction temperature can improve the reliability of circuits and products. Electronics manufacturers specify the maximum allowable temperature for operation, above which they do not guarantee expected performance and longevity. With the wide application of high-performance microelectronic products in the market, the heat dissipation of the products is larger, and more efficient cooling technology is required to ensure that the equipment works within the allowable temperature.

Material and research methods

Modeling of oscillations in the circuit of indirect heating of the heat exchanger is expedient on the basis of the frequency solution of differential equations, in the preparation of which it is convenient to use an energy circuit. The energy circuit is compiled on the basis of a model that includes a hot water boiler, a circulation pump, a coil.

The energy circuit of the heating heat exchanger of indirect heating includes three links: the first link is a converter link, it converts the torque μ and the angular velocity ω into motion p and volume flow v at the pump outlet; the second link is hydraulic, it takes into account friction losses with the help of active resistance r_1 and compliance of the pipeline l_1 ; the third link is hydraulic, reflecting the mass of water in the heat exchanger (coil) M_1 , its compliance l_2 and active resistance r_2 (Figure 1).

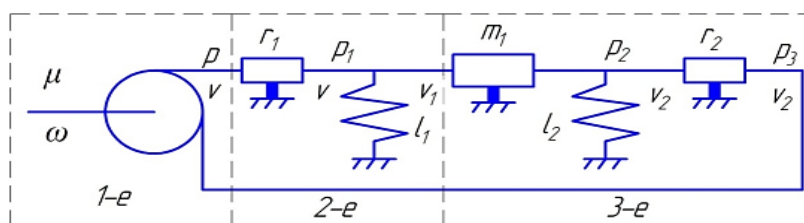


Figure 1. Energy circuit of the heating circuit of the heat exchanger for indirect hot water heating

To obtain these dependencies, an experiment plan was drawn up, which includes:

- 1) Preparation of experimental installation and testing of equipment
- 2) Testing the installation in test mode

- 3) Determination of the required number of modes depending on the step of discrediting the flow rate and temperature of the heating medium
- 4) Determination of the mode setting time
- 5) Determination of the frequency of operation of the shock unit and data recording of the experimental installation
- 6) Determination of the repeatability of the experiment

Preparation of the experimental installation involves connection to the laboratory heat network of the educational and scientific laboratory and installation of flow, temperature and pressure sensors.

The determination of the installation in the test mode is carried out in the temperature range of the heating medium from 60 to 70 degrees and the flow rate from 100 to 300 liters per minute.

The number of modes was selected based on the minimum number of points on the experimental graph. To ensure information, take the minimum number of points equal to 7. The sampling step according to the heating temperature was taken 50, 60, 70 degrees. The consumption of the heating medium was taken depending on the stable slave of the shock unit.

The end time of transients was controlled by setting the temperature at the outlet of the heating medium. The frequency of operation of the shock unit is one of the most important parameters of the mode, the power reserve was selected from the installation operation of the shock unit in the range from 0.5 to 5 Hz different speeds of air movement through the heat exchanger created by the fan were taken as the load of the modes.

Temperature measurement: by the heating medium was determined by the temperature sensor, by the heated medium (air)...

Purpose of the experiment: The purpose of the experiment is to obtain experimental dependences: the temperature difference at the inlet and outlet of the heat exchanger on the heating and heated temperature.



Figure 2. Experimental device

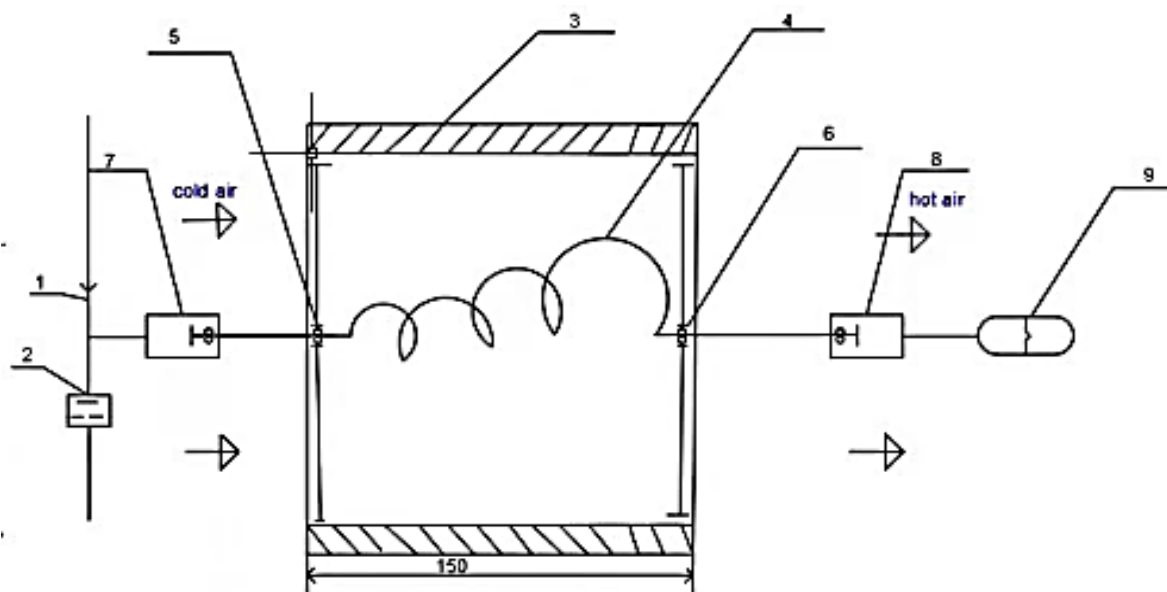


Figure 3. Scheme of experimental setup: 1 — hot water pipeline; 2 — Shock valve; 3 — Body; 4 — Coil; 5, 6 — bearings; 7, 8 — movable couplings; 9 — hydraulic accumulator

Table 1
 PULSE MODE READINGS WITH VALVE OPENING FREQUENCY 3 Hz. Experiment №3

Fuel consumption, l/m	Temperature of the heat carrier in the heating circuit		Temperature in the heated circuit	
	At the inlet to the heat exchanger (T1), °C	At the outlet of the heat exchanger (T2), °C	Initial temperature of air (T3), °C	Temperature of heated air (T4), °C
0.82	71.1	68.2	21.0	43.5
0.78	70.8	68.3	21.1	40.7
0.74	70.8	67.9	21.0	42.8
0.68	72.1	68.5	21.0	43.2

Further, on the basis of the obtained data, a graphical dependence of the temperatures of the heat carriers in the stationary mode is constructed.

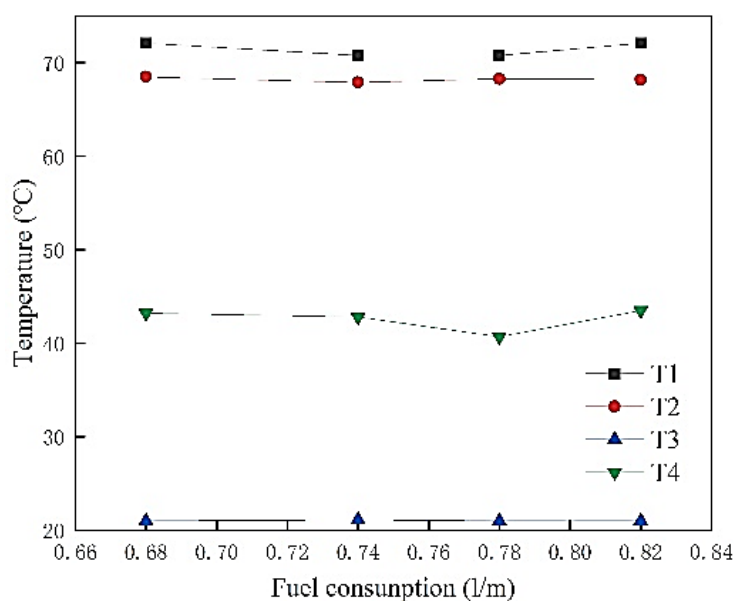


Figure 4. Temperatures of heat carriers in the stationary mode

Table 2

STEADY-STATE READINGS. Experiment №1

Fuel consumption, l/m	Temperature of the heat carrier in the heating circuit		Temperature in the heated circuit	
	At the inlet to the heat exchanger (T1), °C	At the outlet of the heat exchanger (T2), °C	Initial temperature of air (T3), °C	Temperature of heated air (T4), °C
1	66.2	59.0	21.5	39.8
0.95	66.4	59.5	21.6	41.2
0.85	66.3	59.7	21.7	43.3
0.73	66.8	61.8	21.8	46.2

Further, on the basis of the obtained data, a graphical dependence of the temperatures of the heat carriers in the pulse mode, with a frequency of 4 hertz, is constructed. The relationship is shown in the graph below.

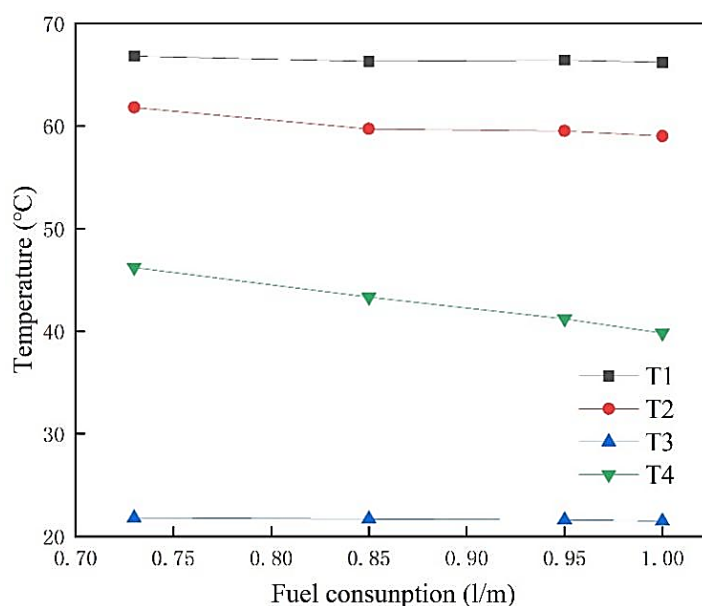


Figure 5. Temperatures of heat carriers in the pulse mode with frequency 4 Hz

Judging by the graph, we can conclude that the heated coolant has the highest point at a flow rate of 0.68 l/m. The temperature of the air at the inlet to the heat exchanger is almost unchanged.

Table 3

PULSE MODE READINGS WITH VALVE OPENING FREQUENCY 4 HZ. Experiment №2

Fuel consumption, l/m	Temperature of the heat carrier in the heating circuit		Temperature in the heated circuit	
	At the inlet to the heat exchanger (T1), °C	At the outlet of the heat exchanger (T2), °C	Initial temperature of air (T3), °C	Temperature of heated air (T4), °C
0.90	66.1	58.8	20.5	38.4
0.84	66.6	59.9	20.6	41.4
0.82	66.7	60.7	20.7	44.7
0.79	66.5	60.3	20.6	43.3

Further, on the basis of the obtained data, a graphical dependence of the temperatures of the heat carriers in the pulse mode, with a frequency of 3 hertz, is constructed. The relationship is shown in the graph below.

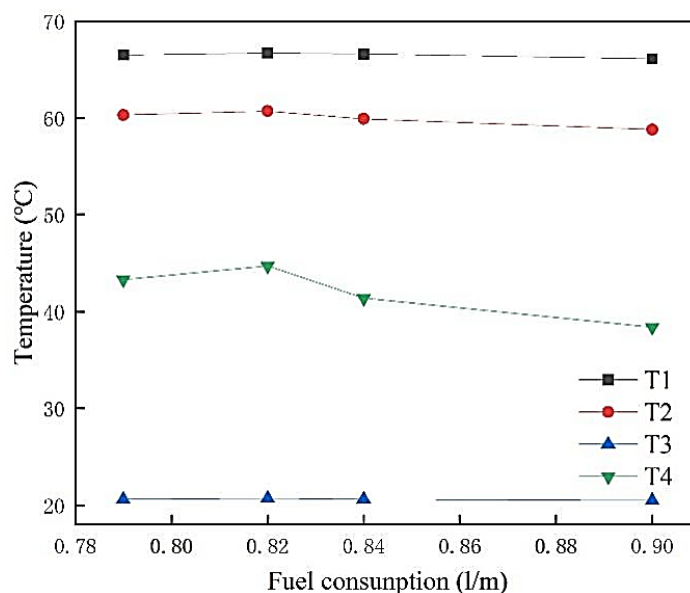


Figure 6. Temperatures of heat carriers in the pulse mode with frequency 3 Hz

Judging by the graph, it can be concluded that the heated coolant has the highest point at a flow rate of 0.73 l / m. The temperature of the air at the inlet to the heat exchanger is almost unchanged.

Conclusion

Referring to a large number of relevant literatures, studying various thermal design methods and cooling methods, understanding the principle of heat transfer and conducting thermal design. After comparing many heat dissipation methods, and then according to the actual requirements of the actual project, it is determined that the laboratory should adopt a circulating water-cooling system, and the main heat dissipation components are optimized.

According to the experimental design, select the required experimental equipment and build the experimental bench, carry out the experiment according to the design plan, and record the experimental data.

Amplitude-frequency response decreases as the speed of rotation increases, and when the speed of rotation increases to around 18, the rate of decrease gets smaller sharply. Phase-frequency response increases as the speed increases, and the rate of increase gets great.

A protocol was developed for a laboratory setup, a circuit with pulsed circulation of coolant independent of the heat source. This setup allows to test heat exchanger-superchargers with different performances at a coolant fluctuation frequency of 3 to 4 Hz.

Increasing the water flow velocity of each water flow loop of the liquid cooling radiator can enhance the heat dissipation effect. In engineering applications, the speed of the water inlet can be considered according to the actual needs of the circulating cooling system, so as to achieve high efficiency and energy saving.

When analyzing the calculation results of power loss and efficiency per unit time, it is further verified that the structure of the main heat dissipation components of the heat dissipation system and the inlet water flow speed are closely related to the power loss and efficiency of the converter equipment. These factors should be fully considered when designing the cooling system.

References:

1. En-long, Z. H., Guang-wu, W. A., Chong-qiang, L., Zhi-min, L. U., & Bo-you, L. I. (2019, November). Application of a Dry Water Cooling System Combined with Air Cooler and Refrigeration Unit. In *2019 IEEE Sustainable Power and Energy Conference (iSPEC)* (pp. 1455-1463). IEEE. <https://doi.org/10.1109/iSPEC48194.2019.8974942>
2. Dede, E. M., Joshi, S. N., & Zhou, F. (2015). Topology optimization, additive layer manufacturing, and experimental testing of an air-cooled heat sink. *Journal of Mechanical Design*, *137*(11). <https://doi.org/10.1115/1.4030989>
3. Yang, Y., Yang, F., Zeng, D., Huang, Z., Zhang, J., Hao, S., ... & Liu, B. (2018). Surfactant-free synthesis of hollow mesoporous carbon spheres and their encapsulated Au derivatives using biopolymeric chitosan. *Journal of colloid and interface science*, *531*, 291-299. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2018.07.063>
4. Laloya, E., Lucia, O., Sarnago, H., & Burdio, J. M. (2015). Heat management in power converters: From state of the art to future ultrahigh efficiency systems. *IEEE Transactions on Power Electronics*, *31*(11), 7896-7908. <https://doi.org/10.1109/TPEL.2015.2513433>
5. Sakanova, A., Tong, C. F., Nawawi, A., Simanjorang, R., Tseng, K. J., & Gupta, A. K. (2016). Investigation on weight consideration of liquid coolant system for power electronics converter in future aircraft. *Applied Thermal Engineering*, *104*, 603-615. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.05.097>
6. Wu, R., Hong, T., Cheng, Q., Zou, H., Fan, Y., & Luo, X. (2019). Thermal modeling and comparative analysis of jet impingement liquid cooling for high power electronics. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, *137*, 42-51. <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2019.03.112>
7. Lee, H., Smet, V., & Tummala, R. (2019). A review of SiC power module packaging technologies: Challenges, advances, and emerging issues. *IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics*, *8*(1), 239-255. <https://doi.org/10.1109/JESTPE.2019.2951801>
8. Vemulapati, U., Rahimo, M., Arnold, M., Wikström, T., Vobecky, J., Backlund, B., & Stiasny, T. (2015, September). Recent advancements in IGCT technologies for high power electronics applications. In *2015 17th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE'15 ECCE-Europe)* (pp. 1-10). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EPE.2015.7311740>
9. Behjati, H., & Davoudi, A. (2012). Reliability analysis framework for structural redundancy in power semiconductors. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, *60*(10), 4376-4386. <https://doi.org/10.1109/TIE.2012.2216238>
10. Chen, H., Wei, W. B., Lin, H., & Wu, X. T. (2021). Transition-metal-based chalcogenides: A rich source of infrared nonlinear optical materials. *Coordination Chemistry Reviews*, *448*, 214154. <https://doi.org/10.1016/j.ccr.2021.214154>

Список литературы:

1. En-long Z. H., Guang-wu W. A., Chong-qiang L., Zhi-min L. , Bo-you L. I. A. Application of a Dry Water Cooling System Combined with Air Cooler and Refrigeration Unit // 2019 IEEE Sustainable Power and Energy Conference (iSPEC). IEEE, 2019. P. 1455–1463. <https://doi.org/10.1109/iSPEC48194.2019.8974942>
2. Dede E. M., Joshi S. N., Zhou F. Topology optimization, additive layer manufacturing, and experimental testing of an air-cooled heat sink // Journal of Mechanical Design. 2015. V. 137. №11. <https://doi.org/10.1115/1.4030989>

3. Yang Y., Yang F., Zeng D., Huang Z., Zhang J., Hao S., Liu B. Surfactant-free synthesis of hollow mesoporous carbon spheres and their encapsulated Au derivatives using biopolymeric chitosan // Journal of colloid and interface science. 2018. V. 531. P. 291-299. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2018.07.063>
4. Laloya E., Lucia O., Sarnago H., Burdio J. M. Heat management in power converters: From state of the art to future ultrahigh efficiency systems // IEEE Transactions on Power Electronics. 2015. V. 31. №11. P. 7896-7908. <https://doi.org/10.1109/TPEL.2015.2513433>
5. Sakanova A., Tong C. F., Nawawi A., Simanjorang R., Tseng K. J., Gupta A. K. Investigation on weight consideration of liquid coolant system for power electronics converter in future aircraft // Applied Thermal Engineering. 2016. V. 104. P. 603-615. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.05.097>
6. Wu R., Hong T., Cheng Q., Zou H., Fan Y., Luo X. Thermal modeling and comparative analysis of jet impingement liquid cooling for high power electronics // International Journal of Heat and Mass Transfer. 2019. V. 137. P. 42-51. <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2019.03.112>
7. Lee H., Smet V., Tummala R. A review of SiC power module packaging technologies: Challenges, advances, and emerging issues // IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics. 2019. V. 8. №1. P. 239-255. <https://doi.org/10.1109/JESTPE.2019.2951801>
8. Vemulapati U. et al. Recent advancements in IGCT technologies for high power electronics applications // 2015 17th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE'15 ECCE-Europe). IEEE, 2015. P. 1-10. <https://doi.org/10.1109/EPE.2015.7311740>
9. Behjati H., Davoudi A. Reliability analysis framework for structural redundancy in power semiconductors // IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2012. V. 60. №10. P. 4376-4386. <https://doi.org/10.1109/TIE.2012.2216238>
10. Chen H., Wei W. B., Lin H., Wu X. T. Transition-metal-based chalcogenides: A rich source of infrared nonlinear optical materials // Coordination Chemistry Reviews. 2021. V. 448. P. 214154. <https://doi.org/10.1016/j.ccr.2021.214154>

Работа поступила
в редакцию 22.06.2022 г.

Принята к публикации
27.06.2022 г.

Ссылка для цитирования:

Zhang Ruirui, Golyanin A. A. Design of a Liquid Cooler for a 100 kW Semiconductor Power Converter // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 325-333. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/35>

Cite as (APA):

Zhang, Ruirui, & Golyanin, A. A. (2022). Design of a Liquid Cooler for a 100 kW Semiconductor Power Converter. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 325-333. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/35>

OPERATION OPTIMIZATION STRATEGY OF MULTI-MICROGRIDS ENERGY SHARING BASED ON ASYMMETRIC NASH BARGAINING

©Kang Chuanzhi, Jiangsu University of Science and Technology,
Zhenjiang, China, 1477674614@qq.com

©Zhang Zongnan, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang, China

©Kudashev S., Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia

©Liu Meinan, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang, China

©Zhang Qianwei, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang, China

©Pan Jiashuang, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang, China

СТРАТЕГИЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ МУЛЬТИМИКРОСЕТИ ПО СОВМЕСТНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ АСИММЕТРИЧНОЙ СДЕЛКИ НЭША

©Кан Чуаньчжи, Цзянсуский университет науки и технологий,
г. Чжэньцзян, Китай, 1477674614@qq.com

©Чжан Цзуннань, Цзянсуский университет науки и технологий, г. Чжэньцзян, Китай

©Кудашев С. Ф., Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева, г. Саранск, Россия

©Лю Мэйнань, Цзянсуский университет науки и технологий, г. Чжэньцзян, Китай

©Чжан Цяньвэй, Цзянсуский университет науки и технологий, г. Чжэньцзян, Китай

©Пань Цзяшуань, Цзянсуский университет науки и технологий, г. Чжэньцзян, Китай

Abstract. The accommodation of renewable energy is driving the development of energy storage technology, and shared energy storage has gained widespread attention because of its decentralized nature. In the optimal scheduling of shared energy storage, the problem of benefit distribution among multiple subjects is faced, so a shared energy storage plant operation optimization method based on Nash bargaining theory is proposed. The article constructs a joint model of shared energy storage plants and industrial users, establishes the cooperative operation model of each operator based on Nash bargaining theory, equates this nonconvex nonlinear problem into two subproblems of system revenue maximization and power transaction payment bargaining according to the mean value inequality, and uses the alternating direction multiplier method to solve them in a distributed manner. The algorithm selects three typical industrial users to participate in the joint system of shared energy storage, and through comparative analysis before and after cooperative bargaining, it is concluded that the proposed optimization method can effectively improve the benefits of each subject, while promoting the accommodation of new energy.

Аннотация. Размещение возобновляемых источников энергии стимулирует развитие технологий хранения энергии, а совместное хранение энергии получило широкое распространение благодаря своей децентрализованной природе. При оптимальном планировании совместного использования накопителей энергии возникает проблема распределения выгоды между несколькими субъектами, поэтому предлагается метод оптимизации работы установки совместного хранения энергии, основанный на теории сделки Нэша. Построена совместная модель общих станций хранения энергии и промышленных пользователей, определена модель совместной работы каждого оператора на основе теории

сделки Нэша, эта невыпуклая нелинейная задача разделена на две подзадачи: максимизации дохода системы и согласования оплаты за транзакцию электроэнергии в соответствии с неравенством среднего значения, и для их решения распределенным способом используется метод множителей переменного направления. Алгоритм выбирает трех типичных промышленных пользователей для участия в совместной системе хранения энергии, и путем сравнительного анализа до и после совместных переговоров делается вывод, что предложенный метод оптимизации может эффективно улучшить выгоды каждого субъекта, одновременно способствуя размещению новой энергии.

Keywords: shared energy storage plant, Nash bargaining, optimized operation, alternating direction multiplier method.

Ключевые слова: завод по совместному хранению энергии, сделка Нэша, оптимизированная работа, метод множителей переменного направления.

Introduction

With the high concern of the global energy crisis, renewable energy generation such as wind energy and PV has been widely used [1, 2]. However, with the increasing installed capacity and penetration of renewable energy, the stable operation of power system is challenged and causes a large proportion of abandoned wind and light, and energy storage is one of the best ways to solve the problem of renewable energy consumption [3, 4].

With the development of distributed energy storage, the economic model of shared energy storage is receiving more and more attention. A market-based consumption model based on “shared energy storage and demand side resources” has been proposed in the literature [5], which can promote the accommodated of renewable energy through the analysis of calculation cases. The literature [6, 7] studied the optimal allocation of shared energy storage, and by optimizing the capacity and charging and discharging strategies of shared energy storage, the utilization of energy storage resources can be improved. In order to reduce the energy costs of user groups, a collaborative optimization model for integrated energy systems with the objective of economic optimization of user groups was developed in the literature [8]. To analyze the impact of transmission cost and network loss on the game outcome, a shared energy storage planning model on the generation side was proposed in the literature [9]. In the literature [10], a two-layer optimization model for shared energy storage configuration in industrial parks was solved using a robust optimization algorithm. In the literature [11], a capacity optimization allocation model for shared energy storage systems under multi-regional integrated energy system interconnection is proposed, and the calculation example shows that it can reduce the system operation cost and optimize the shared energy storage system parameters. The literature [12] proposed a service model of shared energy storage power plant in a multi-micro-energy network to highlight the superiority of shared energy storage by comparing the scenarios without and with separate energy storage configuration. The literature [13] analyzed the practical benefits of using shared energy storage in residential communities.

Shared energy storage involves optimal scheduling among multiple control subjects, while in reality, power stations, energy storage plants and various user subjects are different interest subjects, with no information interaction between them, all aiming at maximizing their own interests, which will cause disorderly competition and reduce the efficiency of the market. Therefore, cooperative and non-cooperative game theories are often used to solve the problem of benefit distribution among multiple subjects [14]. Noncooperative games refer to how multiple subjects make decisions to

maximize their own interests in the process of interacting interests, emphasizing individual rationality [15]. For example, the literature [16] proposed an integrated energy optimal dispatch model with the objective of minimizing the cost of each energy system using noncooperative game theory. In contrast, cooperative games emphasize group rationality, taking into account both individual and overall interests. Nash bargaining theory belongs to the category of cooperative games and is used to solve the problem of equilibrium distribution of benefits among multiple subjects. In the literature [17], a Nash bargaining cooperative optimization model for a scenic hydrogen multi-body energy system was proposed and solved using alternating direction method of multipliers (alternating direction method of multipliers ADMM). The literature [18-20] describes a multi-microgrid power trading model based on Nash bargaining theory. The literature [21] proposes an integrated energy trading model based on Nash bargaining considering the uncertainty of market prices, renewable energy and integrated demand response. A Nash bargaining based energy trading market was designed in the literature [22].

With the development of multi-agent system technology, distributed optimization provides new ideas for optimal scheduling of shared energy storage. As an important method in the field of distributed optimization, the alternating direction multiplier method combines the decomposability of the pairwise ascent method and the upper bound convergence property of the multiplier method to obtain the solution of the original problem by solving each decomposition subproblem alternately. In this regard, the literature [23] proposed a distributed optimal dispatch model for a joint interconnected shared energy storage system using ADMM; literature [24] proposed an ADMM-based distributed scheduling method for off-grid interconnected shared energy storage combined systems; The literature [25] implements subarea optimization of shared energy storage plants based on ADMM. The distributed algorithm used in the above papers [26-28] can make up for the shortcomings of centralized optimization, avoiding the transmission of large amounts of data, while protecting the operational privacy of shared energy storage plants. Therefore, in this paper, the proposed model is solved in a distributed manner using ADMM.

In this paper, we will study the multi-subject cooperation model for shared energy storage plants and industrial user groups and analyze the main benefits of the whole system. Firstly, we establish the joint operation model of the campus shared energy storage plant (park energy storage, PES) and industrial users, and then establish their cooperative operation Nash bargaining model, and transform this nonlinear problem into 2 sub-problems of the whole system revenue maximization and electric energy transaction payment bargaining. Finally, the distributed solution of these two subproblems is achieved sequentially by the alternating direction multiplier method, and its validity is demonstrated by relevant arithmetic examples.

A virtual schematic of a typical shared energy storage plant is shown in Figure. In the traditional multi-body operation mode, most of them adopt the form of “self-generation, surplus power online”, while the enterprises in the industrial park purchase power from the grid at industrial tariffs to meet the load demand of industrial users. The shared energy storage power plant, on the other hand, can provide shared services to many users in a park or in the same distribution area, i.e., users can charge and discharge their demand without time and capacity constraints [23]. Depending on the amount of charging and discharging by the user using the shared energy storage plant, the user needs to pay the corresponding fee to the shared energy storage plant.

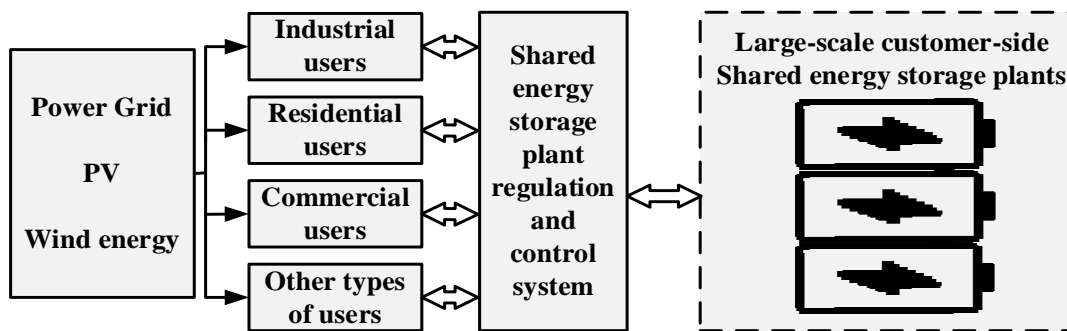


Figure 1. Virtual schematic diagram of shared energy-storage power station

The transaction objects of shared energy storage plants include external power grids and various industrial user entities, and their operating costs include the charging and discharging costs of energy storage equipment C_{de} , interaction costs with the external grid C_{tr1} and the cost of interaction with the user C_{pu} . Sharing the benefits of energy storage plants U_{PES} can be expressed as the opposite of the total operating cost, that is, the benefit maximization operation model of PES:

$$\max U_{PES} = -(C_{de} + C_{tr1} + C_{pu}) \quad (1)$$

$$C_{de} = \sum_{t=1}^T [P_{ch}(t) + P_{dis}(t)] \tau \quad (2)$$

$$C_{tr1} = - \sum_{t=1}^T P_s(t) \gamma(t) \quad (3)$$

$$C_{pu} = - \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T Q_{e,i}(t) \delta_i(t) \quad (4)$$

where: T is the scheduling period; N is the number of industrial users; $P_{ch}(t)$ is the charging amount of the energy storage device in the t period; $P_{dis}(t)$ is the discharge amount of the energy storage device in the t period; τ is operation and maintenance cost factor for energy storage equipment; $P_s(t)$ is the amount of electricity sold from the shared energy storage plant to the external grid in time period t ; $\gamma(t)$ is the price of electricity sold to the grid; $Q_{e,i}(t)$ is the interactive power between the shared energy storage power station and industrial user i (less than 0 means buying electricity from users, and greater than 0 means selling electricity to users); $\delta_i(t)$ is the interactive electricity price between user i and the shared energy storage power station.

Ignoring equipment losses, the operating model of a shared energy storage power station should meet the following constraints:

- 1) Electric power balance constraints of shared energy storage power stations in the park

$$P_{ch}(t) - P_{dis}(t) + P_s(t) + Q_{e,i}(t) = 0 \quad (5)$$

- 2) The upper and lower limits of charge and discharge of energy storage

$$\begin{cases} 0 \leq P_{ch}(t) \leq P_{max} \\ 0 \leq P_{dis}(t) \leq P_{max} \end{cases} \quad (6)$$

where: P_{\max} is the maximum charge/discharge power of the shared energy storage plant

3) Non-negativity constraint on transaction volume with external grid

$$P_s(t) \geq 0 \quad (7)$$

4) Continuity Constraints on State of Charge of Shared Energy Storage Power Stations

$$S_{\text{SOCmin}} \leq S_{\text{SOC}}(t) \leq S_{\text{SOCmax}} \quad (8)$$

$$S_{\text{SOC}}(t) = S_{\text{SOC}}(t-1) + \frac{\eta_{\text{ch}} P_{\text{ch}}(t) - \eta_{\text{dis}} P_{\text{dis}}(t)}{E_{\text{max}}} \quad (9)$$

where: $S_{\text{SOC}}(t)$ is the state of charge of the shared energy storage power station at time ; S_{SOCmax} 、 S_{SOCmin} are the upper and lower limits of the state of charge of the shared energy storage power station, respectively; E_{max} is the maximum capacity of the energy storage plant; η_{ch} 、 η_{dis} are the charging and discharging efficiencies of the shared energy storage power station, respectively.

The main industrial user considers the demand response of the load, adjusts the power consumption plan, determines the interactive power between the energy storage power station shared with the external power grid and the park, and aims to minimize the operating cost. Its operating costs include the un-comfortable cost of electric load adjustment C_{sl} , the interaction cost with external power grids $C_{\text{tr}2}$ and the interaction cost with shared energy storage power stations C'_{pu} . Then the benefit U_i maximization model of industrial user main body i is:

$$\max U_i = -(C_{\text{sl}} + C_{\text{tr}2} + C'_{\text{pu}}) \quad (10)$$

$$C_{\text{sl}} = c_1 |P_{\text{tran}}(t)| + c_2 |P_{\text{cut}}(t)| \quad (11)$$

$$C_{\text{tr}2} = \sum_{t=1}^T c_{\text{TOU}}(t) P_b(t) - \sum_{t=1}^T P_s(t) \gamma(t) \quad (12)$$

$$C'_{\text{pu}} = - \sum_{t=1}^T P_{e,i}(t) \delta_i(t) \quad (13)$$

where: $P_{\text{tran}}(t)$ is the amount of adjustable electrical load in time period t ; $P_{\text{cut}}(t)$ is the amount of electrical load that can be cut in time period t ; c_1 、 c_2 are the compensation costs per unit of adjustable load and curtailable load, respectively; $c_{\text{TOU}}(t)$ is the industrial time-of-use tariff; $P_b(t)$ is the amount of electricity purchased by the customer from the external grid; $P_{e,i}(t)$ is the amount of electricity that user i interacts with the shared storage plant in time period t (greater than 0 for selling electricity to the PES and less than 0 for buying electricity from the PES).

Ignoring equipment loss, the constraints that the operating model of the industrial user body should satisfy are as follows:

1) User's Electric Load Power Balance Constraint

$$L_e(t) = L_{e0}(t) + P_{\text{tran}}(t) + P_{\text{cut}}(t) \quad (14)$$

where: $L_{e0}(t)$ is the customer's electrical load; $L_e(t)$ is the actual electrical load of the customer after demand response.

2) User's curtailable power upper and lower limit constraints

$$- P_{\text{cut,max}} \leq P_{\text{cut}}(t) \leq 0 \quad (15)$$

where: $P_{\text{cut,max}}$ is the maximum allowable load shedding for the system..

3) User-adjustable upper and lower limits of electrical power

$$\begin{cases} |P_{\text{tran}}(t)| \leq f_s(t) L_{e0}(t) \\ \sum_{t=1}^T P_{\text{tran}}(t) = 0 \end{cases} \quad (16)$$

where: $f_s(t)$ is the proportion of the electricity load that the system allows to adjust to the total electricity load in the t period.

4) Non-negativity constraint on transaction volume with external grid

$$\begin{cases} P_s(t) \geq 0 \\ P_b(t) \geq 0 \end{cases} \quad (17)$$

5) User's Electric Power Balance Constraints

$$L_e(t) - P_b(t) + P_s(t) + P_{e,i}(t) - P_{PV}(t) \leq 0 \quad (18)$$

where: $P_{PV}(t)$ is the PV output value for t period.

The research shows that the solar irradiance approximately obeys the Beta distribution, and the photovoltaic output power P_{PV} has a linear relationship with the solar irradiance [29, 30]. Therefore, the probability density function of P_{PV} can be represented as [31]:

$$f_p(P_{PV}) = \frac{\Gamma(\mu_1) + \Gamma(\mu_2)}{\Gamma(\mu_1)\Gamma(\mu_2)} \left(\frac{P_{PV}}{P_{PV,\max}}\right)^{\mu_1-1} \times \left(1 - \frac{P_{PV}}{P_{PV,\max}}\right)^{\mu_2-1} \quad (19)$$

where: $P_{PV,\max}$ is the maximum value of P_{PV} ; μ_1 and μ_2 are shape factors, taken as 3 and 5, respectively; Γ is a Gamma function.

In order to reduce the influence of uncertainty on system operation, this paper adopts the processing method of literature [31]: the mathematical expectations P_{PV} of $E(P_{PV})$ in each time period are used as reference values. More details can be found in [31].

At present, the commonly used cooperative game methods in the power industry include Shaply score method, Stackelberg game, Nash bargaining, etc. The Shaply score method ignores the interaction between the participants. The actions of the participants in the Stackelberg game have a sequence of actions, which are not in line with the purpose of this paper. Research. The Nash bargaining theory can help distributed decision makers achieve fair distribution of resources and Pareto optimal benefits [30]. At the same time, for subjects with potential for cooperation but conflict of interests, Nash bargaining can effectively make each subject coordinate with each other.

This paper assumes that the shared energy storage power station in the park and each industrial user belong to different stakeholders, and each subject seeks to reach a consensus on the transaction, and to determine the power and price of electricity trading fairly and reasonably, so as to maximize the individual and overall benefits. A standard Nash bargaining problem can be expressed as:

$$\begin{cases} \max \prod_{n=1}^N (U_n - U_n^0) \\ \text{s.t. } U_n \geq U_n^0 \end{cases} \quad (20)$$

where: N is the number of subjects participating in the bargaining; U_n is the income after subject n participates in the bargaining and cooperation; U_n^0 is the breaking point of the bargaining, that is, the profit before the entity n participates in the bargaining and cooperation.

In order to incentivize mutual coordination among the agents, the feasible set of Nash bargaining only includes better gains than the bargaining breaking point. The model formula (20) can be further equivalently transformed into:

$$\begin{cases} \max \prod_{n=1}^N \ln (U_n - U_n^0) \\ \text{s.t. } U_n \geq U_n^0 \end{cases} \quad (21)$$

Applying the Nash bargaining theory to the cooperation between the shared energy storage power station in the park and various industrial users in this paper, the following basic model can be obtained:

$$\begin{cases} \max (U_{\text{PES}} - U_{\text{PES}}^{0,*}) \prod_{i=1}^N (U_i - U_i^{0,*}) \\ \text{s.t. } U_{\text{PES}} \geq U_{\text{PES}}^{0,*} \\ U_i \geq U_i^{0,*} \end{cases} \quad (22)$$

where: $U_{\text{PES}}^{0,*}$ 、 $U_i^{0,*}$ are the maximum benefits of shared energy storage power stations and industrial users when they do not participate in the cooperation and are constants.

Model (22) is essentially a non-convex nonlinear optimization problem. If the model is equivalently transformed and transformed into the sub-problems of system revenue maximization and power transaction payment bargaining, the difficulty of solving will be greatly reduced.

According to the inequality of the mean

$$\begin{cases} a_1 \cdot a_2 \cdot \dots \cdot a_m \leq \left(\frac{a_1 + a_2 + \dots + a_m}{m} \right)^m \\ \forall a_1, a_2, \dots, a_m \in \mathbf{R}^+ \end{cases} \quad (23)$$

Available, to make equation (22) take the maximum value, satisfy

$$(U_{\text{PES}} - U_{\text{PES}}^{0,*}) + \sum_{i=1}^N (U_i - U_i^{0,*}) \quad (24)$$

Take the maximum. Make:

$$\begin{cases} \omega_i = -(C_{\text{sl}} + C_{\text{tr}2}) \\ \omega_p = -(C_{\text{de}} + C_{\text{tr}1}) \end{cases} \quad (25)$$

From formula (4) and formula (13), we can get $C_{pu} + C'_{pu} = 0$, then

$$\max(U_{PES} + U_i) \Leftrightarrow \max(\omega_i + \omega_p) \quad (26)$$

Subproblem 1: System revenue maximization problem

$$\begin{cases} \max(\omega_i + \omega_p) \\ \text{s.t. } P_{e,i}(t) + Q_{e,i}(t) = 0 \\ \text{Eq. (25), (2), (3), (5) - (9)} \\ \text{Eq. (11), (12), (14) - (18)} \end{cases} \quad (27)$$

Subproblem 2: Power transaction payment bargaining problem

$$\begin{cases} \min \left\{ - \left[\begin{array}{l} \ln(\omega_p^* - C_{pu} - U_{PES}^{0,*}) \\ \ln(\omega_i^* - C'_{pu} - U_i^{0,*}) \end{array} \right] \right\} \\ \text{s.t. } \gamma(t) \leq \delta_i(t) \leq c_{TOU}(t) \\ \omega_p^* - C_{pu} - U_{PES}^{0,*} \geq 0 \\ \omega_i^* - C'_{pu} - U_i^{0,*} \geq 0 \\ \text{Eq. (4), (13)} \end{cases} \quad (28)$$

where: ω_p^* , ω_i^* is the optimal solution to subproblem 1.

From the above model and analysis, it can be obtained that equation (27) solves the maximum value of the total revenue of the main body of the shared energy storage plant and the industrial user in the park, but the interaction costs C_{pu} and C'_{pu} between the shared energy storage plant and the industrial user cancel each other in the solving process, so it is impossible to solve the amount of electricity traded by each body individually, which is the importance of introducing Nash bargaining theory. By solving subproblem 2, we can find the electricity trading price and determine the amount of electricity traded by each entity.

In this paper, we will use ADMM and call the commercial solver CPLEX and the optimization solver MOSEK in MATLAB 2020b and the YALMIP toolbox for the distributed solution of the 2 subproblems.

ADMM can protect the privacy of each subject during bargaining, but also has the advantages of fast processing speed and good convergence performance. ADMM is mainly used for solving convex optimization problems with constraints [31].

$$\begin{cases} \min[f(\mathbf{x}) + g(\mathbf{z})] \\ \text{s.t. } \mathbf{Ax} + \mathbf{Bz} = \mathbf{c} \end{cases} \quad (29)$$

where: x, z , are optimization variables: A, B, c are correlation matrices. The corresponding augmented Lagrangian function can be expressed as:

$$\begin{aligned} L(\mathbf{x}, \mathbf{z}, \boldsymbol{\lambda}) = & f(\mathbf{x}) + g(\mathbf{z}) + \\ & \boldsymbol{\lambda}^T (\mathbf{Ax} + \mathbf{Bz} - \mathbf{c}) + \\ & \frac{\rho}{2} |\mathbf{Ax} + \mathbf{Bz} - \mathbf{c}|^2 \end{aligned} \quad (30)$$

where: λ is a Lagrangian multiplier; ρ is the penalty factor.

When $P_{e,i}(t) + Q_{e,i}(t) = 0$ is satisfied, it indicates that the power expected to be sold by the shared energy storage plant to the industrial user is the same as the power expected to be purchased by the industrial user from the shared energy storage plant, and both parties reach a consensus on the transaction. To solve this problem, the Lagrange multiplier λ^t , penalty factor ρ^t and convergence accuracy ξ are first introduced, then the distributed optimal operation model of shared energy storage plant and industrial user body can be obtained.

1. Shared energy storage plant distributed optimal operation model

$$\left\{ \begin{array}{l} \min \left\{ \begin{array}{l} C_{de} + C_{tr1} + \\ \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \lambda^t [P_{e,i}(t) + Q_{e,i}(t)] + \\ \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \frac{\rho^t}{2} \|P_{e,i}(t) + Q_{e,i}(t)\|_2^2 \end{array} \right\} \\ \text{s.t. Eq.(5) - (9)} \end{array} \right. \quad (31)$$

2. Industrial user body distributed optimization operation model

$$\left\{ \begin{array}{l} \min \left\{ \begin{array}{l} C_{sl} + C_{tr2} + \\ \sum_{t=1}^T \lambda^t [P_{e,i}(t) + Q_{e,i}(t)] + \\ \sum_{t=1}^T \frac{\rho^t}{2} \|P_{e,i}(t) + Q_{e,i}(t)\|_2^2 \end{array} \right\}, \forall i \in N \\ \text{s.t. Eq.(14) - (18)} \end{array} \right. \quad (32)$$

The distributed algorithm for the system revenue maximization problem is then established according to the distributed iterative model, with the iterative formulation:

$$\lambda^{t,k+1} = \lambda^{t,k} + \rho^t [P_{e,i}^{k+1}(t) + Q_{e,i}^{k+1}(t)] \quad (33)$$

$$\max \left\{ \sum_{t=1}^T [P_{e,i}^k(t) + Q_{e,i}^k(t)] \right\} < \xi \quad (34)$$

The iteration is carried out by equation (33), and the iteration stops when the convergence condition of equation (34) is satisfied, completing the solution of the system revenue maximization problem.

The desired interaction power between the shared energy storage plant and each industrial user body $Q_{e,i}^*(t)$ and $P_{e,i}^*(t)$ can be obtained by solving the subproblem 1, and then the interaction cost between them can be expressed as:

$$\left\{ \begin{array}{l} C_{pu} = - \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T Q_{e,i}^*(t) \delta_i(t) \\ C'_{pu} = - \sum_{t=1}^T P_{e,i}^*(t) \delta_i(t) \end{array} \right. \quad (35)$$

To solve subproblem 2, Lagrange multipliers χ^t and penalty factors ψ^t are introduced. In addition, auxiliary variables must be introduced to decouple the interaction tariffs. An auxiliary variable $\hat{\delta}_i(t)$ must also be introduced to decouple the interaction tariff. $\delta_i(t)$ can represent the interaction tariff expected by the shared energy storage plant, then $\hat{\delta}_i(t)$ can be understood as the interaction tariff expected by the industrial user body.

$$\hat{\delta}_i(t) = \delta_i(t) \quad (36)$$

Substituting equations (35) and (36) into the model equation (28), a distributed optimization model of power trading prices for shared energy storage plants and industrial user subjects is obtained.

1) Distributed optimization model for power trading price of shared power storage plants

$$\left\{ \begin{array}{l} \min \left\{ \begin{array}{l} -\ln \left[\omega_p^* + \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T Q_{e,i}^*(t) \delta_i(t) \right] + \\ -U_{PES}^{0,*} \\ \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \chi^t [\hat{\delta}_i(t) - \delta_i(t)] + \\ \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \frac{\psi^t}{2} \|\hat{\delta}_i(t) - \delta_i(t)\|_2^2 \end{array} \right\} \\ \text{s.t. } \omega_p^* + \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T Q_{e,i}^*(t) \delta_i(t) - U_{PES}^{0,*} \geq 0 \end{array} \right. \quad (37)$$

2) Distributed Optimization Model of Power Trading Price for Industrial User Subjects

$$\left\{ \begin{array}{l} \min \left\{ \begin{array}{l} -\ln \left[\omega_i^* + \sum_{t=1}^T P_{e,i}^*(t) \hat{\delta}_i(t) \right] + \\ -U_i^{0,*} \\ \sum_{t=1}^T \chi^t [\hat{\delta}_i(t) - \delta_i(t)] + \\ \sum_{t=1}^T \frac{\psi^t}{2} \|\hat{\delta}_i(t) - \delta_i(t)\|_2^2 \end{array} \right\}, \forall i \in N \\ \text{s.t. } \omega_i^* + \sum_{t=1}^T P_{e,i}^*(t) \hat{\delta}_i(t) - U_i^{0,*} \geq 0 \end{array} \right. \quad (38)$$

The distributed algorithm for the system revenue maximization problem is then built according to the distributed iterative model, and the iterative formulation is:

$$\chi^{t,k+1} = \chi^{t,k} + \psi^t [\hat{\delta}_i(t) - \delta_i(t)] \quad (39)$$

$$\max \left\{ \sum_{t=1}^T [\hat{\delta}_i^k(t) - \delta_i^k(t)] \right\} < \xi \quad (40)$$

The iteration is carried out by equation (39), and the iteration stops when the convergence condition of equation (40) is satisfied, completing the solution of the electricity transaction payment bargaining problem. The ADMM algorithm flow is shown in Figure.

Figure

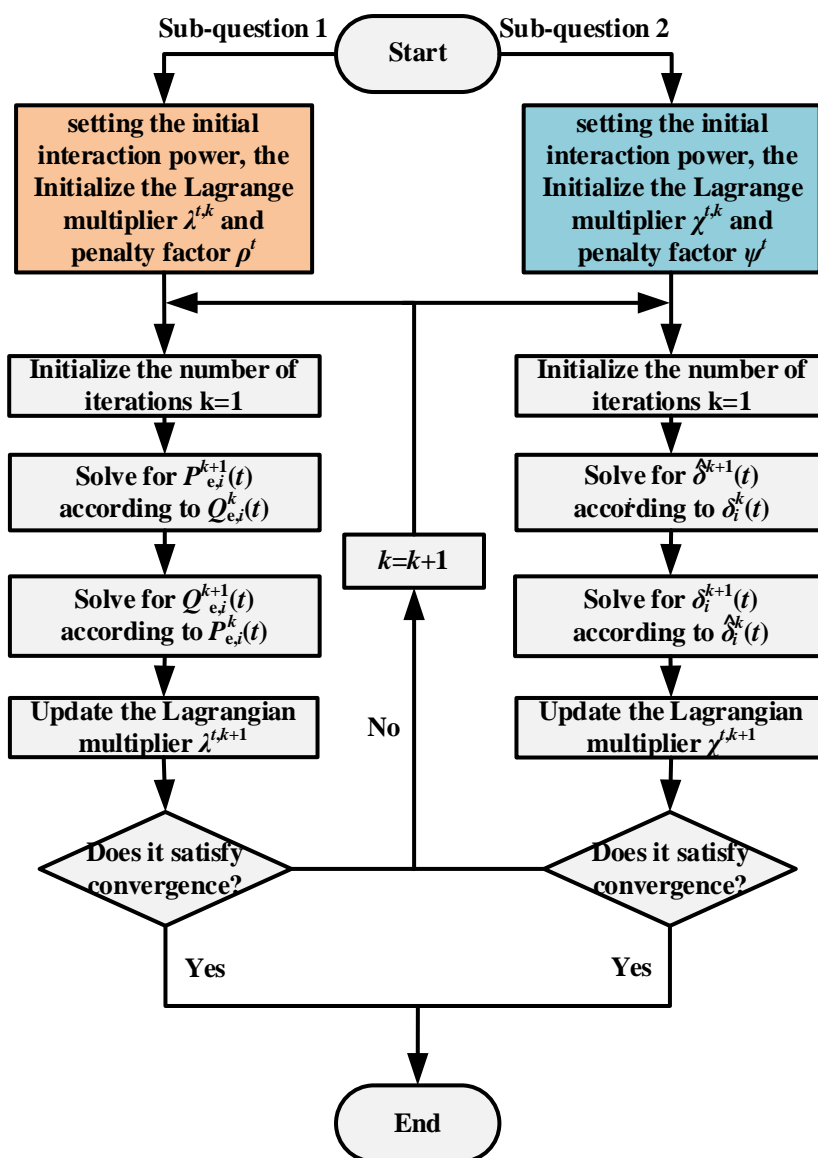


Figure 2. Flow chart of ADMM algorithm solving

In this paper, MATLAB2020b software is applied to simulate the case, and the simulation data are compared and analyzed to verify the superiority and effectiveness of the proposed model and algorithm.

For the example, three typical industrial users are selected, user 1 is a food manufacturing plant, user 2 is a textile and garment manufacturing plant, and user 3 is a furniture manufacturing plant, and their electrical load curves and PV output curves are shown in Figure. The maximum and minimum charge states of the shared energy storage plant are taken as 0.9 and 0.1, respectively, and the initial charge state is 0.2 with a maximum capacity of 500 kW-h. The maximum charge/discharge power for users using the shared energy storage plant is 185kW. The maximum curtailable load allowed by the system is 0.10 of the total electrical loads, and the adjustable load is 0.15 of the total electrical loads.

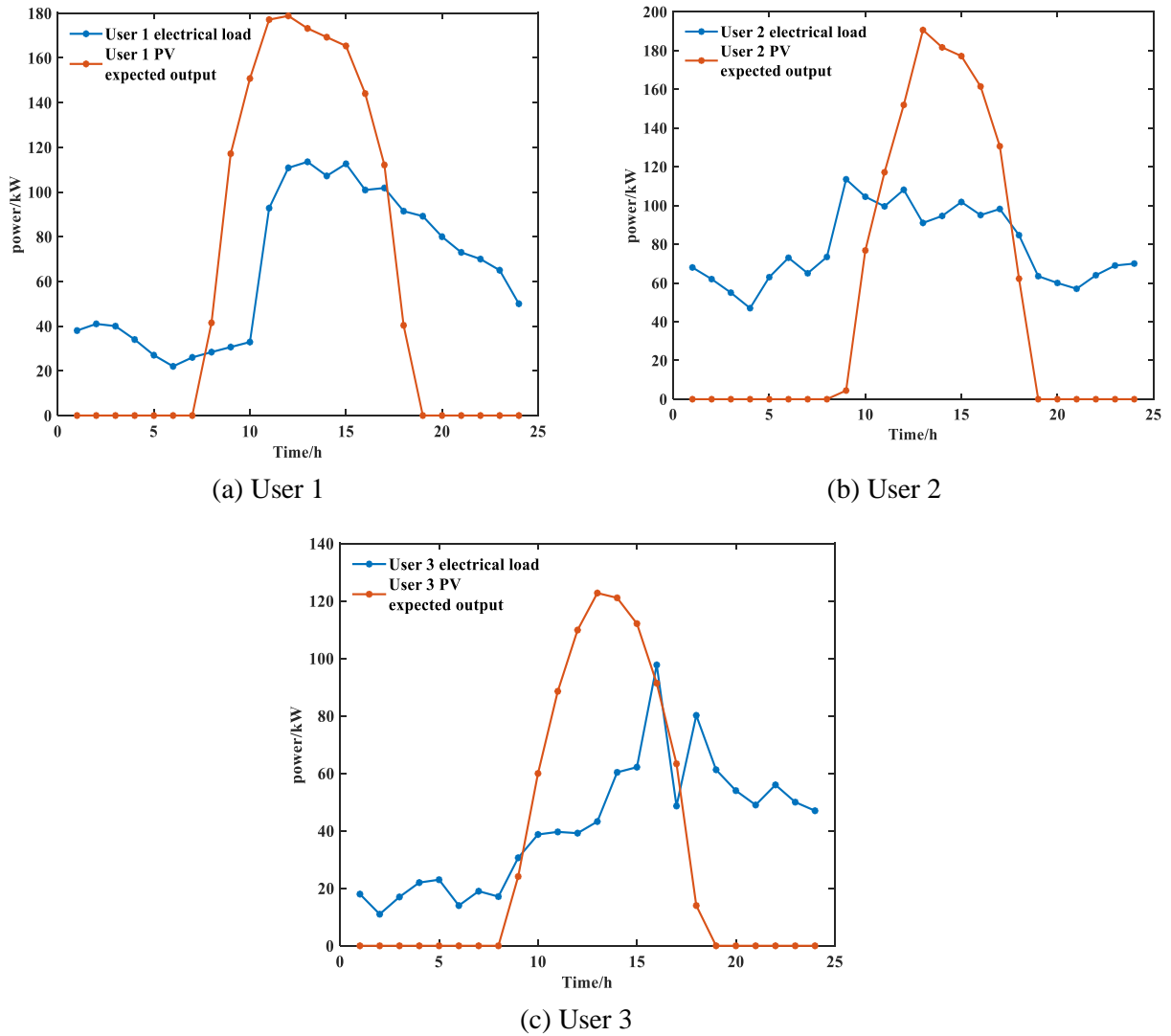


Figure 3. Curves of user electric load and photovoltaic output

Table 1

ELECTRICITY PRICE

<i>Time period type</i>	<i>Time period</i>	<i>Electricity price / (\$·(kW·h)⁻¹)</i>
Peak	11:00–14:00	1.20
	18:00–22:00	
Ping	07:00–11:00	0.75
	14:00–18:00	
Valley	22:00–07:00	0.40

The interaction power between the shared power storage plant and each user body is shown in Figure. The results of power trading for each subject are shown in Figure 7. The charging and discharging power and power status of the shared power storage plant are shown in Figure.

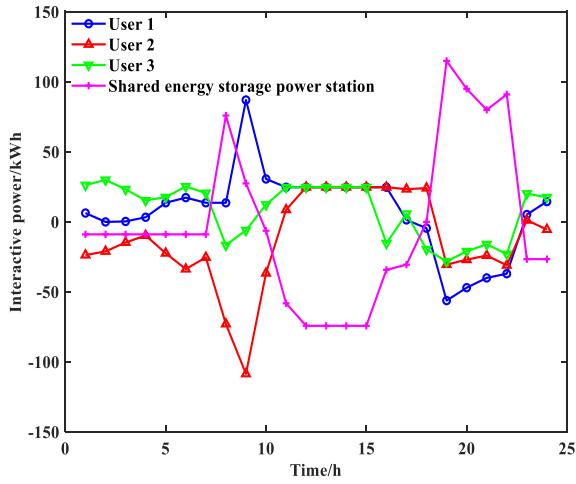


Figure 4. Interactive electricity between shared energy-storage power station and users 1

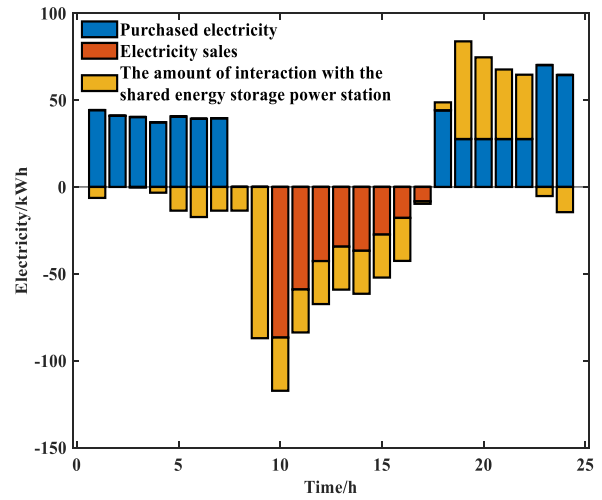


Figure 5. Electricity transaction results of user 1

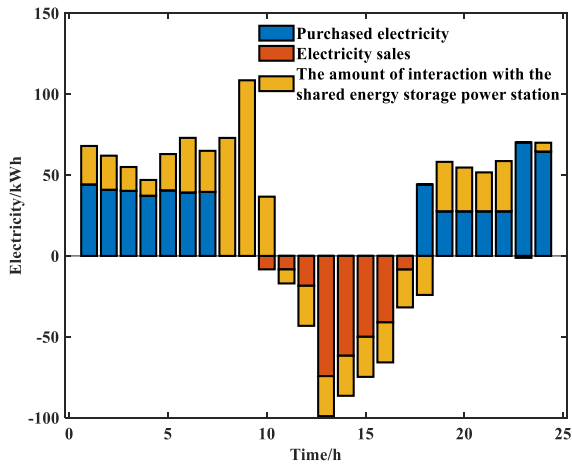


Figure 6. Electricity transaction results of user 2

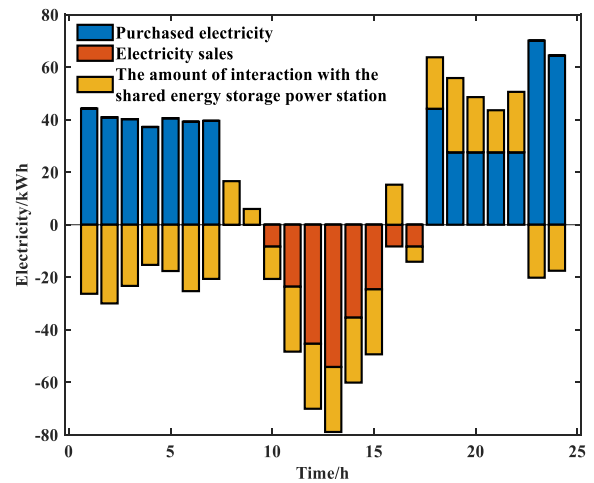


Figure 7. Electricity transaction results of user 3

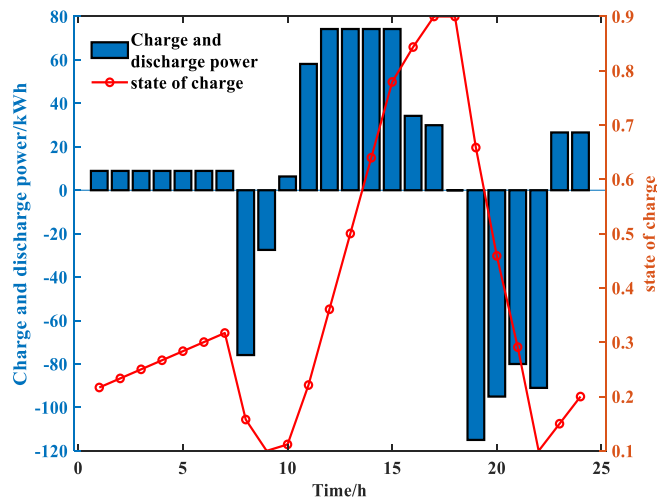


Figure 8. Charging/discharging power and electricity state of shared energy-storage power station

From Figure (a) and Figure 5, it can be seen that during the hours 00:00–07:00 and 17:00–24:00, as the PV output is less than the electric load power of the users, the users' electricity demand cannot be guaranteed, and User 1 meets the load demand by sharing the discharge of the storage plant and purchasing electricity from the external grid. During the period 07:00–17:00, the PV output is greater than the user's load demand. At this stage, the user stores the remaining power through the shared storage power station to avoid the phenomenon of abandonment and considering the maximum charging and discharging power of the shared storage power station, the user can also sell part of the power to the external grid to ensure the maximum benefit for itself. In addition, since the period 18:00–22:00 belongs to the peak hours of the grid tariff, to minimize the operating cost, user 1 uses the shared energy storage plant to discharge a larger amount of electricity, so as to minimize the purchase of electricity from the grid and uses the shared energy storage plant to discharge a maximum power of 56.1882 kW during the period 18:00–19:00.

From Figure (b) and Figure 6, it can be seen that during the time period 10:00–17:00, the PV output is greater than the customer's electricity load, and the remaining PV output is stored inside the power plant through the shared energy storage plant. At other times, customers meet their electricity demand by purchasing power from the external grid and discharging it using shared storage plants. Especially in the period 07:00–09:00, its electricity demand is much larger than the PV output, and this period is not the valley time of power price, so it chooses to discharge from the shared storage power station, and the interactive power in the period 08:00–09:00 is the maximum of the whole day, reaching 108.5106 kW.

From Figure (c) and Figure 7 and combined with the results of power trading of other users, it can be concluded that the power consumption behavior of each user is generally consistent, purchasing large amounts of power during the grid electricity price valley hours and storing the surplus power in the shared energy storage plant, which will be prioritized to meet the power demand by discharging through the shared energy storage plant during the peak hours, thus reducing the operation cost. At the same time, for the external power grid, the operation mode and power purchase plan of users and shared energy storage plants can relieve the pressure of power supply during peak periods, with obvious peak-shaving and valley-filling effects. It can also be seen that in order to balance individual and overall benefits, the interaction of power is maintained between the user, the shared storage plant and the external grid for almost every period.

From Figure, it can be seen that the shared energy storage plant is in the discharging state during the hours 22:00–07:00 and 09:00–17:00, and in the charging state during the rest of the time. In the time period 16:00–18:00, the shared energy storage plant power reaches a maximum value of 0.9 E_{max} (E_{max} is the maximum capacity of the energy storage unit), and in the time periods 08:00–09:00 and 21:00–22:00, the shared energy storage plant power reaches a minimum value of 0.1 E_{max} . The maximum discharge power of 74.2208 kW was reached at the shared energy storage plant during the period 11:00–15:00, and the maximum charging power of 114.9166 kW was reached at the shared energy storage plant during the period 18:00–19:00. After one cycle of operation, the shared energy storage plant finally returns to the initial state of 0.2 E_{max} , thus ensuring the normal operation of the next cycle. In addition, it can be seen from Figure 3–7 that the customer's electric load is in balance and there is no abandonment of light, which is conducive to the accommodation of new energy.

Figure shows the transaction tariff between the shared energy storage plant and each industrial user entity. In order to reflect the price advantage of the trading model in this paper, it is assumed that the trading tariff among subjects is greater than the feed-in tariff.

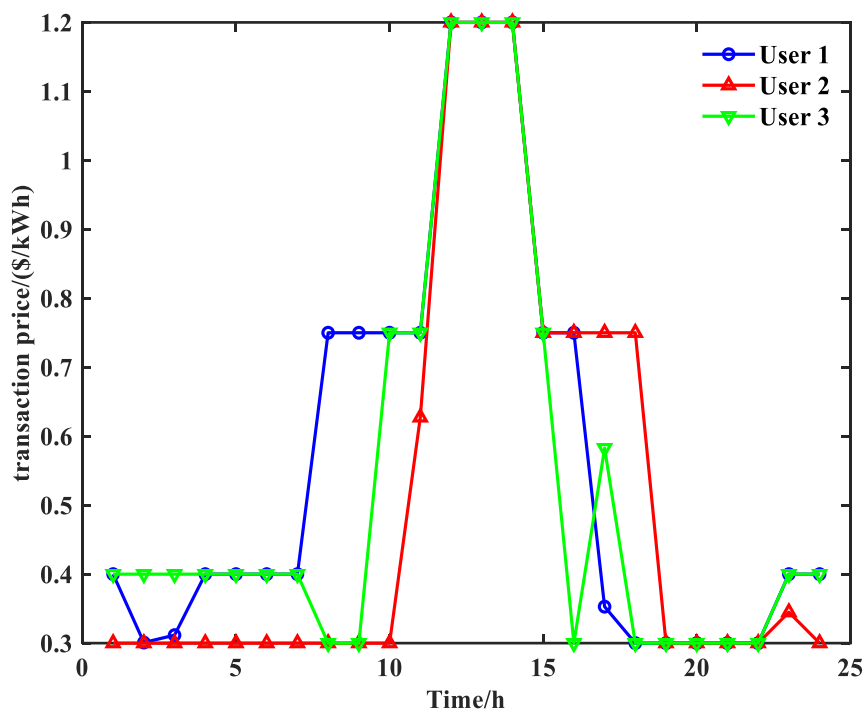


Figure 9. Electricity transaction price

Table 2 gives the comparison of operating benefits and operating costs before and after the cooperation of each subject, respectively. It can be seen that the total revenue of the main body of shared energy storage power plant in one cycle after Nash bargaining and cooperation increased by 233.7\$, and the operating costs of the three user bodies decreased by 261.2\$, 251.6\$, and 151\$, respectively, with a decrease of 73.1%, 45.3%, and 49.3%. This illustrates that both the shared energy storage plant and each user entity have significantly improved their own benefits through Nash bargaining cooperation, which shows that the method has achieved the expected goal by taking into account the overall and individual interests.

Table 2

COMPARISON OF OPERATION INCOME BEFORE AND AFTER COOPERATION OF SHARED ENERGY-STORAGE POWER STATION

<i>Costs or benefits</i>	<i>Before cooperation</i>	<i>After cooperation</i>	<i>Revenue enhancement amount</i>
Charging and discharging costs	0	-10.3	10.3
Trading with external grids	0	0.2	0.2
Transactions with users	0	243.8	243.8
Total revenue	0	233.7	233.7

Table 3

COMPARISON OF OPERATION COST BEFORE AND AFTER USER 1 COOPERATION

<i>Cost</i>	<i>Before cooperation</i>	<i>After cooperation</i>	<i>Cost reduction</i>
Demand-side response costs	13.5	13.5	0
Trading with external grids	343.8	238.4	105.4
Trading with energy storage plants	0	-155.8	155.8
Total Cost	357.3	96.1	261.2

Table 4
 COMPARISON OF OPERATION COST BEFORE AND AFTER USER 2 COOPERATION

<i>Cost</i>	<i>Before cooperation</i>	<i>After cooperation</i>	<i>Reduction</i>
Demand-side response costs	14.6	13.5	1.1
Trading with external grids	540.8	251.1	289.7
Trading with energy storage plants	0	39.3	-39.3
Total Cost	555.4	303.8	251.6

Table 5
 COMPARISON OF OPERATION COST BEFORE AND AFTER USER 3 COOPERATION

<i>Cost</i>	<i>Before cooperation</i>	<i>After cooperation</i>	<i>Reduction</i>
Demand-side response costs	14.6	13.5	1.1
Trading with external grids	291.9	269.8	22.1
Trading with energy storage plants	0	-127.8	127.8
Total Cost	306.5	155.5	151

This paper establishes the cooperative operation mode of shared energy storage power plant and industrial users based on Nash bargaining and transforms this problem into two sub-problems of system revenue maximization and power transaction payment bargaining for distributed solution. The analysis of the arithmetic examples leads to the following conclusions:

1. The alternating direction multiplier method is used to solve the two subproblems of system revenue maximization and power transaction payment bargaining with good convergence, and this algorithm protects the privacy information of each participating subject, and also has the advantages of fast convergence and high accuracy, which completes the efficient solution of the cooperative operation problem in this paper.

2. Through the analysis of the trading results of each body, the electric load of users reaches a balanced state, reducing the phenomenon of abandonment, which is conducive to the accommodation of new energy. For the power grid, the power consumption behavior of each body is conducive to relieving the pressure on the power grid and has an obvious effect of peak shaving and valley filling.

3. In comparison with the pre-collaboration period, the overall revenue of shared energy storage plants and industrial users has increased, and the benefits of each subject have also been significantly improved, taking into account both the overall and individual interests.

References:

1. Zhang, X., Zhang, Y., Zhao, Y., Chen, D., Li, H., & Xie, D. (2021, June). Shared energy storage market operation mechanism to promote new energy consumption. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 766(1), 012002. IOP Publishing.

2. Jia, H., Wang, D., Xu, X., & Yu, X. D. (2015). Research on some key problems related to integrated energy systems. *Automation of Electric Power Systems*, 39(7), 198-207.

3. Cai, Q., Zheng, N., Chen, K., Chen, W., Li, Y., & Cai, J. (2021, October). Collaborative Planning of Distributed Generation and Distribution Network Considering Dynamic Reconstruction of Grid. In *2021 IEEE 5th Conference on Energy Internet and Energy System Integration (EI2)* (pp. 55-59). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EI252483.2021.9712883>

4. Kou, L., Zhang, Y., Ji, Y., Xiong, X., & Hu, C. (2020). Typical application scenario and operation mode analysis of distributed energy storage. *Power System Protection and Control*, 48(04), 177-187.

5. Liu, D., Zhao, N., Xu, X., Shao, P., Cao, X., & Feng, S. (2020, November). Market-Oriented Consumption Model Based on the Joint Tracking of Renewable Energy Generation Curve of “Shared Energy Storage & Demand Side Resources”. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 571, No. 1, p. 012007). IOP Publishing.
6. Wu, S. J., Li, Q., Liu, J. K., Zhou, Q., & Wang, C. G. (2021). Bi-level optimal configuration for combined cooling heating and power multi-microgrids based on energy storage station service. *Power Syst. Technol.*, 45, 3822–3832.
7. Zhong, X., Zhong, W., Liu, Y., Yang, C., & Xie, S. (2022). Optimal energy management for multi-energy multi-microgrid networks considering carbon emission limitations. *Energy*, 246, 123428. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.123428>
8. Wang, S. J., Ping, C., & Xue, G. B. (2018). Synergic optimization of community energy internet considering the shared energy storage. *Electric Power*, 51(8), 77–84.
9. Sun, X., Chen, L., Qiu, X., Zheng, T., & Mei, S. (2019). Generation side shared energy storage planning model based on cooperative game. *Journal of Global Energy Interconnection*, 2(04), 360–366.
10. Fang, F., Wei, L., Liu, J., Zhang, J., & Hou, G. (2012). Complementary configuration and operation of a CCHP-ORC system. *Energy*, 46(1), 211–220. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2012.08.030>
11. Shuai, X. Y., Wang, X. L., & Huang, J. (2021). Optimal configuration of shared energy storage capacity under multiple regional integrated energy systems interconnection. *Journal of Global Energy Interconnection*, 4(4), 382–392.
12. Lin, Ling (2021). Research on multi-objective optimal scheduling of micro-energy grid and shared energy storage capacity allocation based on typical scenarios.
13. Walker, A., & Kwon, S. (2021). Analysis on impact of shared energy storage in residential community: Individual versus shared energy storage. *Applied Energy*, 282, 116172. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.116172>
14. Cui, S., Wang, Y. W., Shi, Y., & Xiao, J. W. (2020). Community energy cooperation with the presence of cheating behaviors. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 12(1), 561-573. <https://doi.org/10.1109/TSG.2020.3022792>
15. Mei, S., Liu, F., & Wei, W. (2016). Engineering game theory and power system application. *Beijing, the Science Publishing Compan.*
16. Sun, Qian. (2020). Research on optimal dispatch of non-cooperative game in integrated energy system considering uncertainty. Xi'an: Xi'an University of Technology.
17. Ma, T., Pei, W., Xiao, H., Li, D., Lyu, X., & Hou, K. (2021). Cooperative operation method for wind-solar-hydrogen multi-agent energy system based on Nash bargaining theory. *Proceeding CSEE*, 41, 25-39.
18. Jin, Z., Cungang, H. U., & Tao, R. (2019). Nash bargaining model for direct electricity trading on distribution side with multi-microgrids participation. *Energy Storage Science and Technology*, 8(4), 645. <https://esst.cip.com.cn/EN/Y2019/V8/I4/645>
19. Kim, H., Lee, J., Bahrami, S., & Wong, V. W. (2019). Direct energy trading of microgrids in distribution energy market. *IEEE Transactions on Power Systems*, 35(1), 639-651. <https://doi.org/10.1109/TPWRS.2019.2926305>
20. Mi, Y., Song, Y., Fu, Y., & Wang, C. (2019). The adaptive sliding mode reactive power control strategy for wind–diesel power system based on sliding mode observer. *IEEE Transactions on Sustainable Energy*, 11(4), 2241-2251.

21. Wang, Y., Wang, X., Shao, C., & Gong, N. (2020). Distributed energy trading for an integrated energy system and electric vehicle charging stations: A Nash bargaining game approach. *Renewable Energy*, 155, 513-530. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.03.006>
22. Wang, H., & Huang, J. (2015, June). Bargaining-based energy trading market for interconnected microgrids. In *2015 IEEE International Conference on Communications (ICC)* (pp. 776-781). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICC.2015.7248416>
23. Wang, C., & Liu, N. (2016). Distributed optimal dispatching of interconnected microgrid system based on alternating direction method of multipliers. *Proc CSEE*, 40(9), 2675-2681.
24. Wang, H., Ai, Q., Wu, J. H., Xie, Y. Z., & Zhou, X. Q. (2018). Bi-level distributed optimization for microgrid clusters based on alternating direction method of multipliers. *Power System Technology*, 42(6), 1718-1725.
25. Cong, O., Mingbo, L., Shunjiang, L., & Hanzhong, F. (2017). Decentralized dynamic economic dispatch algorithm of microgrids using synchronous alternating direction method of multipliers. *Transactions of China Electrotechnical Society*, 32(5), 134-142.
26. Ding, Y., Xu, Q., & Huang, Y. (2020). Optimal sizing of user-side energy storage considering demand management and scheduling cycle. *Electric Power Systems Research*, 184, 106284. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2020.106284>
26. Ding Y., Xu Q., Huang Y. Optimal sizing of user-side energy storage considering demand management and scheduling cycle //Electric Power Systems Research. – 2020. – Т. 184. – С. 106284. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2020.106284>
27. Gao, J., Ma, Z., Yang, Y., Gao, F., Guo, G., & Lang, Y. (2020). The impact of customers' demand response behaviors on power system with renewable energy sources. *IEEE Transactions on Sustainable Energy*, 11(4), 2581-2592.
28. Wang, M. Q., & Gooi, H. B. (2011). Spinning reserve estimation in microgrids. *IEEE Transactions on Power Systems*, 26(3), 1164-1174. <https://doi.org/10.1109/TPWRS.2010.2100414>
29. Li, Y., Yang, Z., Li, G., Zhao, D., & Tian, W. (2018). Optimal scheduling of an isolated microgrid with battery storage considering load and renewable generation uncertainties. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 66(2), 1565-1575. <https://doi.org/10.1109/TIE.2018.2840498>
30. Fan, S., Ai, Q., & Piao, L. (2018). Bargaining-based cooperative energy trading for distribution company and demand response. *Applied energy*, 226, 469-482. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.05.095>
31. Boyd, S., Parikh, N., Chu, E., Peleato, B., & Eckstein, J. (2011). Distributed optimization and statistical learning via the alternating direction method of multipliers. *Foundations and Trends® in Machine learning*, 3(1), 1-122. <http://dx.doi.org/10.1561/22000000016>

Список литературы:

1. Zhang X., Zhang Y., Zhao Y., Chen D., Li H., Xie D. Shared energy storage market operation mechanism to promote new energy consumption // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2021. V. 766. №1. P. 012002.
2. Jia H., Wang D., Xu X., Yu X. D. Research on some key problems related to integrated energy systems // Automation of Electric Power Systems. 2015. V. 39. №7. P. 198-207.
3. Cai Q., Zheng N., Chen K., Chen W., Li Y., Cai J. Collaborative Planning of Distributed Generation and Distribution Network Considering Dynamic Reconstruction of Grid // 2021 IEEE 5th Conference on Energy Internet and Energy System Integration (EI2). IEEE, 2021. P. 55-59. <https://doi.org/10.1109/EI252483.2021.9712883>

4. Kou L., Zhang Y., Ji, Y., Xiong X., Hu C. Typical application scenario and operation mode analysis of distributed energy storage // *Power System Protection and Control*. 2020. V. 48. №04. P. 177-187.
5. Liu D., Zhao N., Xu, X., Shao P., Cao X., Feng S. Market-Oriented Consumption Model Based on the Joint Tracking of Renewable Energy Generation Curve of “Shared Energy Storage & Demand Side Resources” // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2020. V. 571. №1. P. 012007.
6. Wu S. J., Li Q., Liu J. K., Zhou Q., Wang C. G. Bi-level optimal configuration for combined cooling heating and power multi-microgrids based on energy storage station service // *Power Syst. Technol.* 2021. V. 45. P. 3822-3832.
7. Zhong X., Zhong W., Liu Y., Yang C., Xie S. Optimal energy management for multi-energy multi-microgrid networks considering carbon emission limitations // *Energy*. 2022. V. 246. P. 123428. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.123428>
8. Wang S. J., Ping C., Xue G. B. Synergic optimization of community energy internet considering the shared energy storage // *Electric Power*. 2018. V. 51. №8. P. 77-84.
9. Sun X., Chen L., Qiu X., Zheng T., Mei S. Generation side shared energy storage planning model based on cooperative game // *Journal of Global Energy Interconnection*. 2019. V. 2. №04. P. 360-366.
10. Fang F., Wei L., Liu J., Zhang J., Hou G. Complementary configuration and operation of a CCHP-ORC system // *Energy*. 2012. V. 46. №1. P. 211-220. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2012.08.030>
11. Shuai X. Y., Wang X. L., Huang J. Optimal configuration of shared energy storage capacity under multiple regional integrated energy systems interconnection // *Journal of Global Energy Interconnection*. 2021. V. 4. №4. P. 382–392.
12. Lin Ling/ Research on multi-objective optimal scheduling of micro-energy grid and shared energy storage capacity allocation based on typical scenarios. Hangzhou: Zhejiang University. 2021.
13. Walker A., Kwon S. Analysis on impact of shared energy storage in residential community: Individual versus shared energy storage // *Applied Energy*. 2021. V. 282. P. 116172. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.116172>
14. Cui S., Wang Y. W., Shi Y., Xiao J. W. Community energy cooperation with the presence of cheating behaviors // *IEEE Transactions on Smart Grid*. 2020. V. 12. №1. P. 561-573. <https://doi.org/10.1109/TSG.2020.3022792>
15. Mei S., Liu F., Wei W. Engineering game theory and power system application // Beijing, the Science Publishing Compan. 2016.
16. Sun Qian. Research on optimal dispatch of non-cooperative game in integrated energy system considering uncertainty. Xi'an: Xi'an University of Technology, 2020.
17. Ma T., Pei W., Xiao H., Li D., Lyu X., Hou K. Cooperative operation method for wind-solar-hydrogen multi-agent energy system based on Nash bargaining theory // *Proceeding CSEE*. 2021. V. 41. P. 25-39.
18. Jin Z., Cungang H. U., Tao R. U. I. Nash bargaining model for direct electricity trading on distribution side with multi-microgrids participation // *Energy Storage Science and Technology*. 2019. V. 8. №4. P. 645. <https://esst.cip.com.cn/EN/Y2019/V8/I4/645>
19. Kim H., Lee J., Bahrami S., Wong V. W. Direct energy trading of microgrids in distribution energy market // *IEEE Transactions on Power Systems*. 2019. V. 35. №1. P. 639-651. <https://doi.org/10.1109/TPWRS.2019.2926305>

20. Mi, Y., Song, Y., Fu, Y., & Wang, C. The adaptive sliding mode reactive power control strategy for wind–diesel power system based on sliding mode observer // IEEE Transactions on Sustainable Energy. 2019. V. 11. №4. P. 2241-2251. <https://doi.org/10.1109/TSTE.2019.2952142>
21. Wang Y. Distributed energy trading for an integrated energy system and electric vehicle charging stations: A Nash bargaining game approach // Renewable Energy. 2020. V. 155. P. 513-530. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.03.006>
22. Wang H., Huang J. Bargaining-based energy trading market for interconnected microgrids // 2015 IEEE International Conference on Communications (ICC). IEEE, 2015. P. 776-781. <https://doi.org/10.1109/ICC.2015.7248416>
23. Wang C., Liu N. Distributed optimal dispatching of interconnected microgrid system based on alternating direction method of multipliers // Proc CSEE. 2016. V. 40. №9. P. 2675-2681.
24. Wang, H., Ai, Q., Wu, J. H., Xie, Y. Z., & Zhou, X. Q. Bi-level distributed optimization for microgrid clusters based on alternating direction method of multipliers // Power System Technology. 2018. V. 42. №6. P. 1718-1725.
25. Cong, O., Mingbo, L., Shunjiang, L., & Hanzhong, F. Decentralized dynamic economic dispatch algorithm of microgrids using synchronous alternating direction method of multipliers // Transactions of China Electrotechnical Society. 2017. V. 32. №5. P. 134-142.
27. Gao, J., Ma, Z., Yang, Y., Gao, F., Guo, G., & Lang, Y. The impact of customers' demand response behaviors on power system with renewable energy sources // IEEE Transactions on Sustainable Energy. 2020. V. 11. №4. P. 2581-2592.
28. Wang M. Q., Gooi H. B. Spinning reserve estimation in microgrids // IEEE Transactions on Power Systems. 2011. V. 26. №3. P. 1164-1174. <https://doi.org/10.1109/TPWRS.2010.2100414>
29. Li, Y., Yang, Z., Li, G., Zhao, D., & Tian, W. Optimal scheduling of an isolated microgrid with battery storage considering load and renewable generation uncertainties // IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2018. V. 66. №2. P. 1565-1575. <https://doi.org/10.1109/TIE.2018.2840498>
30. Fan S., Ai Q., Piao L. Bargaining-based cooperative energy trading for distribution company and demand response // Applied energy. 2018. V. 226. P. 469-482. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.05.095>
31. Boyd S., Parikh N., Chu E., Peleato B., Eckstein J. Distributed optimization and statistical learning via the alternating direction method of multipliers // Foundations and Trends® in Machine learning. 2011. V. 3. №1. P. 1-122. <http://dx.doi.org/10.1561/22000000016>

Работа поступила
в редакцию 22.06.2022 г.

Принята к публикации
30.06.2022 г.

Ссылка для цитирования:

Kang Chuanzhi, Zhang Zongnan, Kudashev S., Liu Meinan, Zhang Qianwei, Pan Jiashuang Operation Optimization Strategy of Multi-microgrids Energy Sharing Based on Asymmetric Nash Bargaining // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 334-353. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/36>

Cite as (APA):

Kang, Chuanzhi, Zhang, Zongnan, Kudashev, S., Liu, Meinan, Zhang, Qianwei, & Pan, Jiashuang (2022). Operation Optimization Strategy of Multi-microgrids Energy Sharing Based on Asymmetric Nash Bargaining. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 334-353. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/36>

UDC 629.064.5

https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/37

OPTIMAL OPERATION OF INTEGRATED ENERGY SYSTEMS BASED ON MULTI-ENERGY COMPLEMENTARITY

©*Kang Chuanzhi*, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang, China, 1477674614@qq.com

©*Zhang Zongnan*, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang, China

©*Kudashev S.*, Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia

©*Liu Meinan*, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang, China

©*Zhang Qianwei*, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang, China

©*Pan Jiashuang*, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang, China

ОПТИМАЛЬНАЯ РАБОТА ИНТЕГРИРОВАННЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ МУЛЬТИЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ВЗАИМОДОПОЛНЯЕМОСТИ

©*Кан Чуаньчжи*, Цзянсуский университет науки и технологий, г. Чжэньцзян, Китай, 1477674614@qq.com

©*Чжан Цзуннань*, Цзянсуский университет науки и технологий, г. Чжэньцзян, Китай

©*Кудашев С. Ф.*, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева, г. Саранск, Россия

©*Лю Мэйнань*, Цзянсуский университет науки и технологий, г. Чжэньцзян, Китай

©*Чжан Цяньвэй*, Цзянсуский университет науки и технологий, г. Чжэньцзян, Китай

©*Пань Цзяшунань*, Цзянсуский университет науки и технологий, г. Чжэньцзян, Китай

Abstract. Complementary multi-energy operation is an inevitable trend in the development of integrated energy systems, and the construction of a fair and reasonable distribution method among multiple stakeholders is the key to realizing complementary multi-energy operation. Integrated energy systems have important applications for achieving sustainable energy development and building a green, low-carbon society, while the complex internal energy structures and equipment coupling relationships pose challenges for their operational optimization. Taking advantage of the interactive and complementary relationship between power and heat on both the supply and demand sides, energy storage devices are used on the supply side to realize the thermo-electrolytic coupling of the combined supply equipment and to enhance the multi-energy supply capacity of the system through each energy conversion device. On the demand side, load types are classified, and the elasticity of electrical loads and the diversity of system heating methods are used to construct a comprehensive energy demand response model with time shifting and curtailment responses of electrical loads and responses of heating load supply methods, and to propose a response compensation mechanism. On this basis, with the objective of minimizing the sum of system operation cost and response compensation cost, the mathematical model for optimal operation of integrated energy systems based on multi-energy complementarity is established, taking into account the equipment operation and dispatchable load resource constraints on both the supply and demand sides. Simulation results and comparative analyses based on arithmetic examples show that: synergistic optimization of both supply and demand, taking into account multi-energy complementarities, can effectively improve the flexibility and operational economy of the system.

Аннотация. Взаимодополняющая мультиэнергетическая работа является неизбежной тенденцией в развитии интегрированных энергетических систем. Построение справедливого

и разумного метода распределения среди множества заинтересованных сторон является ключом к реализации взаимодополняющей мультиэнергетической работы. Интегрированные энергетические системы имеют важные приложения для достижения устойчивого развития энергетики и построения зеленого общества с низким уровнем выбросов углерода, в то время как сложные внутренние энергетические структуры и взаимосвязь оборудования создают проблемы для их операционной оптимизации. Используя интерактивные и взаимодополняющие отношения между мощностью и теплом как на стороне предложения, так и на стороне потребления, устройства накопления энергии используются на стороне предложения для реализации термоэлектролитической связи комбинированного оборудования подачи и увеличения мощности подачи нескольких источников энергии системы через каждое устройство преобразования энергии. Со стороны спроса классифицируются типы нагрузки, а эластичность электрических нагрузок и разнообразие методов нагрева системы используются для построения комплексной модели реагирования на спрос на энергию со сдвигом во времени и реакцией сокращения электрических нагрузок и реакцией методов снабжения отопительной нагрузки, и предложить механизм компенсации ответа. На этой основе с целью минимизации суммы стоимости эксплуатации системы и стоимости компенсации срабатывания устанавливается математическая модель оптимальной работы интегрированных энергетических систем на основе мультиэнергетической комплементарности с учетом ограничений по ресурсам работы оборудования и диспетчерской нагрузки как со стороны предложения, так и со стороны спроса. Результаты моделирования и сравнительный анализ, основанный на арифметических примерах, показывают, что: синергетическая оптимизация спроса и предложения с учетом взаимодополняемости нескольких источников энергии может эффективно повысить гибкость и экономичность системы.

Keywords: multi-energy complementarity, integrated energy systems, thermal electrolytic coupling, integrated demand response.

Ключевые слова: мультиэнергетическая взаимодополняемость, интегрированные энергетические системы, термоэлектролитическая муфта, комплексное реагирование на спрос.

Introduction

Based on the concept of energy cascade utilization, the integrated energy system breaks the pattern of separation between energy systems and effectively improves the energy utilization rate [1]. How to break through the constraints of thermoelectric coupling through the collaborative optimization of energy storage and distributed production capacity/energy conversion equipment, make full use of the complementary relationship of multiple loads on the demand side, and establish a scientific and reasonable economic dispatch model with multi-energy coordination on both sides of supply and demand is a comprehensive energy Important research content of system optimization operation [2-3]. In recent years, a series of pioneering research have been made on the unit modeling, planning and energy management of integrated energy systems at home and abroad. References [4-5] provide a planning model at the equipment planning level of an integrated energy system. The former establishes a nonlinear programming model aiming at reducing the total cost of the system, and the latter takes into account economic indicators and carbon emission indicators and establishes a multi-objective mixed integer linear programming. Model. Reference [6] established the economic dispatch model of cogeneration and solved it by using the crossover algorithm. On this basis, in order to deal with the uncertainty of power price, wind energy, PV and load, literatures [7-8] use stochastic

programming and robust optimization methods to establish an integrated energy system dispatch optimization model. References [9-11] use the steam storage system, the power-to-gas technology, and the heat storage capacity of the heat supply pipeline and the heat accumulator to realize the thermo-decoupling of the cogeneration unit, which improves the energy supply flexibility of the system. In the literature [12], considering the heat network node flow balance, thermal energy-flow constraints and heat loss balance constraints, a mixed integer linear programming model for the coordinated optimal configuration of the multi-region integrated energy system capacity was established to make the scheduling results closer to reality. The above-mentioned literatures have made relatively complete research on the output optimization of equipment on the supply side of the integrated energy system around the planning and scheduling problem but have not considered the schedulability of the resources on the demand side. In order to further stimulate the flexibility of the integrated energy system, it is necessary to carry out reasonable dispatch management on its demand side.

Demand side management was proposed by the American Electric Power Academy in the 1980s [13], and now it is developing towards demand response that can better reflect market competition and demand elasticity. Demand Response (DR) emphasizes the two-way interaction between the supply side and the demand side and is an important means for users to participate in system scheduling. Users change their load demands according to energy market prices and system requirements to obtain certain benefits. At present, DR research mostly stays in the power aspect. In order to solve the influence of wind power uncertainty on the stable operation of the system, the literature [14] constructed a wind power energy storage stage scheduling optimization model that takes into account demand response. Reference [15] adopts an incentive mechanism to provide users with coupon incentives to guide electricity demand. The multi-energy complementary integrated energy system can further reduce the energy cost by reasonably changing the heat load. Reference [16] provides users with a heat demand market mechanism for the multi-energy complementary system and establishes a heat demand response model. Successfully reduced system operating costs. Based on the thermal storage characteristics of buildings, the literature [17] proposes an optimal scheduling method for combined cooling, heating, and power (CCHP) building microgrids that integrates demand-side virtual energy storage systems. Reference [18] studied the influence of the operation mode of ice storage air conditioner on the comprehensive benefit of the integrated energy system. The above studies mainly achieve DR through two methods of load reduction and load time shift, but these methods are achieved at the expense of user comfort. There are many types of energy in the integrated energy system, which provides a new way for demand response, that is, users can not only use curtailment and time-shift response during peak electricity consumption periods, but also adjust the participation of electric and heat loads based on the complementary characteristics between loads. Response adjustment.

This paper mainly studies the optimal operation of the integrated energy system including heat, electricity and gas. The micro-source equipment of the system mainly includes wind power generation, micro gas turbine and gas boiler; The energy storage device includes a battery and a heat storage tank; Energy conversion equipment includes heat exchangers, electric heating equipment, etc. Its structure is shown in Figure 1, and there is bidirectional power flow between this system and the external large power grid and energy storage system.

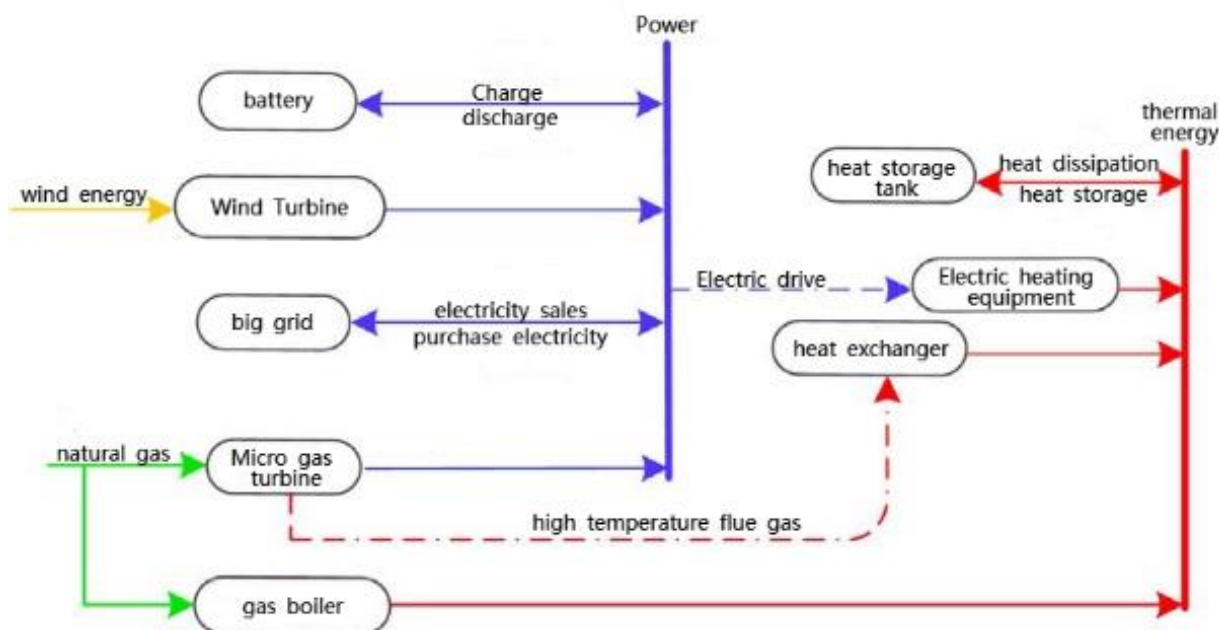


Figure 1. Integrated energy system structure diagram

In this paper, a mathematical model of thermoelectric relationship is established based on Capstone's C65 MT, ignoring the influence of external environment and combustion efficiency, and the exhaust heat power $Q_{MT}(t)$ is expressed as [22-23] Equation (1).

$$Q_{MT}(t) = \frac{P_{MT}(t)(1 - \eta_{MT}(t) - \eta_L)}{\eta_{MT}(t)} \quad (1)$$

where: $P_{MT}(t)$, $\eta_{MT}(t)$ are the power generation power and power generation efficiency of the MT in the period t ; η_L is the heat dissipation loss coefficient. During operation, MT must satisfy the operating power and ramp rate constraints shown in equations (2) and (3), namely:

$$U_{MT}(t)P_{MT.min} \leq P_{MT}(t) \leq U_{MT}(t)P_{MT.max} \quad (2)$$

$$P_{MT.down} \leq P_{MT}(t) - P_{MT}(t-1) \leq P_{MT.up} \quad (3)$$

Where: $P_{MT.up}/P_{MT.down}$ and $P_{MT.min}/P_{MT.max}$ are the upper/lower limit and minimum/maximum output power of the MT ramp rate; $U_{MT}(t)$ is the status flag bit of MT in time period t , 0 means stop operation, 1 time means running.

The waste heat discharged from the MT is passed through the heat exchanger to meet the user's gas heat energy demand.

$$Q_{MT,h}(t) = Q_{MT}(t)COP_{ho}\eta_{rec} \quad (4)$$

where: $Q_{MT,h}(t)$ is the heating power of the heat exchanger in the period t ; COP_{ho} and η_{rec} are the heating coefficient and flue gas recovery coefficient of the heat exchanger, respectively.

When HE and TST cannot meet the user's gas heat load demand, GB can provide the insufficient part. During operation, GB must satisfy the operating constraints and ramp rate constraints shown in Equation (5) and Equation (6).

$$Q_{B.min} \leq Q_B(t) \leq Q_{B.max} \quad (5)$$

$$Q_{B.down} \leq Q_B(t) - Q_B(t-1) \leq Q_{B.up} \quad (6)$$

where: $Q_B(t)$ is the GB output power in the period t, $Q_{B.up} / Q_{B.down}$ and $Q_{B.down} / Q_{B.min}$ are the upper/lower limit and maximum/minimum output power of the GB ramp rate, respectively.

Electric heating equipment obtains thermal energy through electrical energy, such as electric air conditioners, electric boilers, etc. This paper adopts the mathematical model in the literature [22].

$$Q_{EH}(t) = P_{EH}(t) \eta_{eh} \quad (7)$$

where: $Q_{EH}(t)$ and $P_{EH}(t)$ are the heating power and electric power of the electric heating equipment in the period t, respectively; η_{eh} is the conversion coefficient.

By decoupling the thermoelectric connection through the energy storage device, the system can be separated from the modes of “determining heat by electricity” and “determining electricity by heat”. The system can operate with low-cost energy at various time periods, reducing system operating costs. The integrated energy system in this paper includes BT and TST. Under the guidance of electricity price, BT improves the economy of system operation by “shaving peaks and filling valleys”, and the constraints of the remaining electric power $E_{EES}(t)$ and charging and discharging power $P_{EES.ch}(t)/P_{EES.dis}(t)$ of BT in the period t are shown in equations (8–11).

$$E_{EES}(t) = E_{EES}(t-1) + \left(P_{EES.ch}(t) \eta_{ch} - \frac{P_{EES.dis}(t)}{\eta_{dis}} \right) \quad (8)$$

$$P_{EES.ch.min} U_{ESS.ch}(t) \leq P_{EES.ch}(t) \leq P_{EES.ch.max} U_{ESS.ch}(t) \quad (9)$$

$$P_{EES.dis.min} U_{ESS.dis}(t) \leq P_{EES.dis}(t) \leq P_{EES.dis.max} U_{ESS.dis}(t) \quad (10)$$

$$0.2E_{EES.max} \leq E_{EES}(t) \leq 0.8E_{EES.max} \quad (11)$$

where: $P_{EES.ch.min} / P_{EES.ch.max}$ and $P_{EES.dis.up} / P_{EES.dis.down}$ are the maximum/minimum ramp rate of BT charging/discharging; $E_{EES.max}$ is the maximum capacity of BT; $U_{ESS.ch}(t)/U_{ESS.dis}(t)$ are the charge/discharge status flag bits of BT in the time period t, 0 means outage, 1 means running; And satisfy the mutual exclusion constraint and the charge-discharge frequency constraint, namely

$$U_{ESS.ch}(t) + U_{ESS.dis}(t) \leq 1 \quad (12)$$

$$\sum_{i=1}^{24} (U_{ESS.ch.i}(t) + U_{ESS.dis.i}(t)) \leq T \quad (13)$$

The state of charge at the daily start and end of BT must satisfy:

$$E_{EES}(0) = E_{EES}(24) \quad (14)$$

Usually, the peak of electricity consumption occurs during the day, while the peak of heat consumption occurs in the morning and evening [23]. Therefore, TST can be used to realize the time shift of the gas heat load, so as to alleviate the problem of mismatch between the electric heat output of the CHP system and the load demand and realize the unified and coordinated management of the electric heat energy. The residual thermal power $H_{TST}(t)$ and storage $Q_{TST.ch}(t)$ /discharge $Q_{TST.dis}(t)$ thermal power constraints of the TST in the period t are shown in equations (15-18).

$$H_{TST}(t) = (1 - \mu)H_{TST}(t-1) + \left(Q_{TST.ch}(t)\eta_{h.ch} - \frac{Q_{TST.dis}}{\eta_{h.dis}} \right) \quad (15)$$

$$Q_{TST.ch.min} U_{TST.ch}(t) \leq Q_{TST.ch}(t) \leq Q_{TST.ch.max} U_{TST.ch}(t) \quad (16)$$

$$Q_{TST.dis.min} U_{TST.dis}(t) \leq Q_{TST.dis}(t) \leq Q_{TST.dis.max} U_{TST.dis}(t) \quad (17)$$

$$0.2H_{TST.max} \leq H_{TST}(t) \leq 0.8H_{TST.max} \quad (18)$$

where: $Q_{TST.ch.min} / Q_{TST.ch.max}$ and $Q_{TST.dis.min} / Q_{TST.dis.max}$ are the minimum/maximum power of TST storage/release respectively; $\eta_{h.ch} / \eta_{h.dis}$ is the storage/release coefficient of TST respectively; $H_{TST.max}$ is the maximum capacity of TST; m is the self-loss coefficient; $U_{TST.ch}(t) / U_{TST.dis}(t)$ is the storage/release coefficient of TST, respectively The exothermic state flag bit, like BT, must satisfy the mutual exclusion constraint, that is

$$U_{TST.ch}(t) + U_{TST.dis}(t) \leq 1 \quad (19)$$

$$P_{EES, ch, down} \leq P_{ESS, ch}(t) - P_{ESS, ch}(t-1) \leq P_{ESS, ch, up} \quad (20)$$

$$P_{EES, dis, down} \leq P_{ESS, dis}(t) - P_{ESS, dis}(t-1) \leq P_{ESS, dis, up} \quad (21)$$

$$Q_{TST, ch}(t) - Q_{TST, ch}(t-1) \leq Q_{TST, ch, up} \quad (22)$$

$$Q_{TST, dis, down} \leq Q_{TST, dis}(t) - Q_{TST, dis}(t-1) \leq Q_{TST, dis, up} \quad (23)$$

where: $P_{EES.ch.up} / P_{EES.ch.down}$ and $P_{EES.dis.up} / P_{EES.dis.down}$ are the maximum/minimum ramp rates of BT charging/discharging.

Adding energy equipment also needs to consider the impact of the increased investment cost on the long-term benefits of the system. In order to analyze the feasibility of adding energy equipment, this paper considers the static investment payback period, that is, the total time required for the relative income of the investment project to offset the original investment of the project.

$$\sum_{j=1}^J C_{\text{vest.}j} = \sum_{m=1}^{H_m} L_{\text{NCF.}m} \quad (24)$$

where: $C_{\text{vest.}j}$ is the investment of equipment j ; $L_{\text{NCF.}m}$ is the net income of the m th year; H_m is the static investment payback period; J is the total amount of equipment. The smaller the H_m , the stronger the return on investment, and the more feasible it is.

There are various types of loads in IDSR. Depending on the role of the supply-side electrothermal coupling equipment, it can not only motivate power users to reduce and time-shift electrical loads according to the electricity price, but also realize the transfer of electrical heating loads and gas heating loads.

The electrical loads are divided into three categories according to the operating characteristics such as use time and power: Fixed, time-shifted and controllable loads; The heat load is divided into two categories according to the user's heat energy acquisition method: Gas heat load and electric heat load. It is assumed that the following policies exist when the user selects the response mode:

- 1) In the presence of electric heating, for user i , the demand response can be performed by adjusting the demand for electric heating and gas heating.
- 2) In the presence of electric heating, for user i , demand response can be performed by adjusting the power consumption of the controllable load and shifting the time-shifted load usage period.
- 3) In the presence of gas heating, for user i , demand response can be performed by adjusting the electricity consumption of the controllable load and shifting the time-shifted load usage period.

Adjusting the Electric Load Response

1) time shift load

Time-shifted load refers to the load whose power consumption time can be changed according to the needs of users, and the duration of different load types is different.

$$P_{\text{mo.}i}(t) = \sum_{i=1}^{M1} \bar{P}_{\text{mo.}i}(t) - \sum_{i=1}^{M1} P_{\text{mo.}i,\text{out}}(t) + \sum_{i=1}^{M1} P_{\text{mo.}i,\text{in}}(t) \quad (25)$$

$$\sum_{t \in T_{\text{in}}} P_{\text{mo.}i,\text{in}}(t) = \sum_{t \in T_{\text{out}}} P_{\text{mo.}i,\text{out}}(t) \quad (26)$$

where: $P_{\text{mo.}i}(t)$ is the time-shifted load power of the i -th user in the period t before the IDSR adjustment; $P_{\text{mo.}i,\text{in}}(t)$ and $P_{\text{mo.}i,\text{out}}(t)$ are the load power of the i -th user in the period t after being adjusted by the IDSR; $M1$ is The number of users participating in the time-shifted load response.

2) controllable load

Controllable load refers to the load that the system partially reduces the user's electricity load, and usually provides price compensation for the reduced user. Let the expression for reducing load $P_{\text{fle.}i}(t)$ in period t be:

$$P_{\text{fle.}i}(t) = \sum_{i=1}^{M2} (\bar{P}_{\text{fle.}i}(t) - \Delta P_{\text{fle.}i}(t)) \quad (27)$$

where: $P_{\text{fle.}i}(t)$ is the power consumption of the controllable load of the i -th user before the IDSR adjustment in the period t ; $P_{\text{fle.}i}(t)$ is the power consumption of the i -th user after the IDSR adjustment in the period t ; $M2$ is the participation in the controllable load response. number of users.

And when the controllable load is scheduled, its regulated power should be kept within a certain limit, as shown in equation.

$$P_{fle}(t) \geq P_{fle.min.i} \quad (28)$$

where: $P_{fle.min.i}$ is the minimum power consumption of the i -th user.

Adjust the response of heating mode

The peak hours of loads such as air conditioners and electric furnaces can basically be consistent with the peak hours of grid power supply. In IDSR regulation, qualified users can give up heating methods such as air conditioners and electric furnaces, and use centralized heating methods instead, which can maintain the user's thermal energy demand. Under the condition of unchanged, relieve the pressure of grid power supply.

In the period t , the replacement response power of the i -th user adjusted by IDSR is $\Delta Q_{ei}(t)$, then the electric heating load $Q_e(t)$ of the system adjusted by IDSR is:

$$Q_e(t) = \sum_{i=1}^{M3} (\bar{Q}_{ei}(t) - \Delta Q_{ei}(t)) \quad (29)$$

The gas heat load $Q_g(t)$ and electrical load $P_{load}(t)$ of the system adjusted by IDSR are:

$$Q_g(t) = \sum_{i=1}^{M3} (\bar{Q}_{gi}(t) + \alpha_e \Delta Q_{ei}(t)) \quad (30)$$

$$P_{load}(t) = \bar{P}_{load}(t) - \sum_{i=1}^M \Delta Q_{e.i}(t) \quad (31)$$

where: $Q_{g.i}(t)$ is the gas heat load demand power before the IDSR adjustment of the i -th user in the period t ; α_e is the replacement coefficient; $P_{load}(t)$ is the electric power of the system before the IDSR adjustment in the period t .

In order to motivate users to more actively participate in demand response, a fee compensation mechanism is adopted for users, and the compensation fee is borne by the energy supply system, and the compensation cost is shown in formula (32).

$$C_d = \sum_{t=1}^{24} \Delta P_{fk}(t) C_{c1}(t) + \sum_{t=1}^{24} P_{mo.out}(t) C_{c2}(t) + \sum_{t=1}^{24} \Delta Q_c(t) C_{c3}(t) \quad (32)$$

where: $C_{e1}(t)$, $C_{e2}(t)$, and $C_{e3}(t)$ are the unit prices of reducing electric power, transferring electric power, and adjusting electric heating power in the period t , respectively, and the price is related to the benefit obtained by the system before and after participating in the response.

The optimal operation model of the integrated energy system with IDSR, decoupling the thermoelectric connection through the ESS, considering the multi-energy complementary characteristics, and jointly formulating the optimal output plan of each co-supply equipment from both sides of supply and demand.

The day-ahead planning model of the integrated energy system is a mixed integer linear programming problem, and the objective function is to minimize the operating cost, namely

$$\min F = C_{grid} + C_{ng} + C_e + C_b + C_d \quad (35)$$

1) Electricity purchase cost

$$C_{\text{grid}} = \sum_{t=1}^{24} P_{\text{grid}}(t) C_{\text{rb}}(t) \quad (36)$$

where: $P_{\text{grid}}(t)$ and $C_{\text{rb}}(t)$ are the purchase power and unit purchase price of the microgrid from the large grid in the period t , respectively.

2) MT power generation cost

$$C_{\text{ng}} = \sum_{t=1}^{24} C_{\text{gas}}(t) \frac{P_{\text{MT}}(t)}{\eta_{\text{MT}}(t) \text{LHV}_{\text{gas}}} \quad (37)$$

where: $C_{\text{gas}}(t)$ is the unit price of natural gas in the period t ; LHV_{gas} is the low calorific value of natural gas, taking 9.7 kWh/m^3 .

3) BT charge and discharge aging cost

$$C_e = \sum_{t=1}^{24} C_{\text{gas}}(t) Q_B(t) / \eta_b \quad (38)$$

where: C_e is the unit aging cost of the battery.

4) GB cost

$$C_b = \sum_{t=1}^{24} C_{\text{gas}}(t) Q_B(t) / \eta_b \quad (39)$$

where: η_b is the efficiency coefficient of the gas boiler.

In addition to considering the equipment operating constraints, the system constraints must also satisfy the electrical and thermal power balance and exchange power constraints shown in equations (38) to (41).

1) Electric power balance

$$\begin{aligned} & P_{\text{wind}}(t) + P_{\text{MT}}(t) + P_{\text{grid}}(t) + P_{\text{ESS.dis}} \\ & = P_{\text{fl}}(t) + P_{\text{mo}}(t) + P_{\text{bas}}(t) + P_{\text{ESS.ch}}(t) + P_{\text{EH}}(t) \end{aligned} \quad (40)$$

2) Thermal power balance

$$\begin{aligned} & Q_{\text{MT.h}}(t) + Q_{\text{TST.dis}}(t) + Q_B(t) + Q_{\text{EH}}(t) \\ & = Q_g(t) + Q_e(t) + Q_{\text{TST.ch}}(t) \end{aligned} \quad (41)$$

3) Switching Power Constraints

$$P_{\text{grid.min}} \leq P_{\text{grid}}(t) \leq P_{\text{grid.max}} \quad (42)$$

$$P_{\text{grid.down}} \leq P_{\text{grid}}(t) - P_{\text{grid}}(t-1) \leq P_{\text{grid.up}} \quad (43)$$

Where: $P_{\text{grid.max}} / P_{\text{grid.min}}$ and $P_{\text{grid.up}} / P_{\text{grid.down}}$ are the maximum/minimum power purchase and the upper/lower limit of the ramp rate of the PCC, respectively; $P_{\text{bas}}(t)$ is the predicted power of the fixed electrical load in time period t .

Analysis of operating results under different schemes

In order to verify the advantages of considering multi-energy complementarity on both sides of supply and demand, the following five operating modes are selected for comparison.

plan 1: The heat and electricity are operated separately, and the output of the equipment on the supply side of the system is optimized.

plan 2: In the operation of cogeneration, the ESS is used to decouple the thermoelectric connection to optimize the output of the equipment on the supply side of the system.

plan 3: In the operation of cogeneration, the ESS is used to decouple the thermoelectric connection, and the user side only participates in the reduction of the electrical load and the time-shift response to optimize the output of the equipment on the supply side of the system.

plan 4: In the operation of cogeneration, the ESS is used to decouple the thermoelectric connection, and the user side only participates in the energy supply selection response of the heat load, optimizing the output of the equipment on the supply side of the system.

plan 5: In the operation of cogeneration, the ESS is used to decouple the thermoelectric connection, and the user side participates in the reduction and time-shift response of the electrical load, as well as the energy supply selection response of the thermal load, so as to optimize the output of the equipment on the supply side of the system.

The operation of the integrated energy system under the five operating schemes is shown in Table 1. Under scheme 1, power and thermal energy operate independently, electric energy is mainly satisfied by external large power grid and power generation equipment, and thermal energy is mainly satisfied by GB, the waste heat of MT cannot be effectively utilized, and the fuel cost of GB is relatively high, therefore, the operation under this scheme The higher cost is 80,005,000 yuan; Scheme 2 is based on scheme 1. On the supply side, the multi-energy supply capacity of the system is improved through energy conversion equipment, so that the thermal energy can be satisfied by GB, HE and electric heating equipment. Therefore, the exchange cost and boiler cost are reduced, and its economical operation cost 77.123 million yuan; Scheme 3, on the basis of scheme 2, incorporates demand-side management into the economic operation of the system, adjusts the power consumption of controllable loads and time-shifted loads during peak hours, reduces the power purchase cost of the system, and reduces the total system operating cost to 76.608 million yuan; Scheme 4, on the basis of scheme 2, utilizes the complementary characteristics between loads to enable users to perform alternative demand response and reduce the power purchase during peak hours, but the boiler cost has increased, and its total operating cost is 76.511 million yuan; Scheme 5 integrates two demand response methods. Compared with Schemes 3 and 4, the boiler cost increases, but the power purchased during peak hours is reduced, and the total operating cost is optimized to 76.096 million yuan. After optimization, the electric load of each scheme is shown in Figure 2. Compared with the original electric load, the total electric load of schemes 3, 4, and 5 has been effectively reduced during peak hours. Features, tap user response potential, and will not have much impact on the system operation in the rest of the period.

Table 1

OPTIMAL RUNNING RESULTS UNDER DIFFERENT RUNNING SCHEMES

<i>case</i>	<i>Boiler cost/10,000 yuan</i>	<i>Power generation cost/10,000 yuan</i>	<i>Exchange fee/10,000 yuan</i>	<i>Demand side compensation/10,000 yuan</i>	<i>Total operating cost/10,000 yuan</i>
1	1321.9	1184.8	5477.3	0	8000.5
2	806.9	2104.4	4782.6	0	7712.3
3	779.3	2230.3	4220.0	412.8	7660.8
4	844.7	2223.0	4185.4	379.6	7651.1
5	851.5	2230.9	3791.8	717.0	7609.6

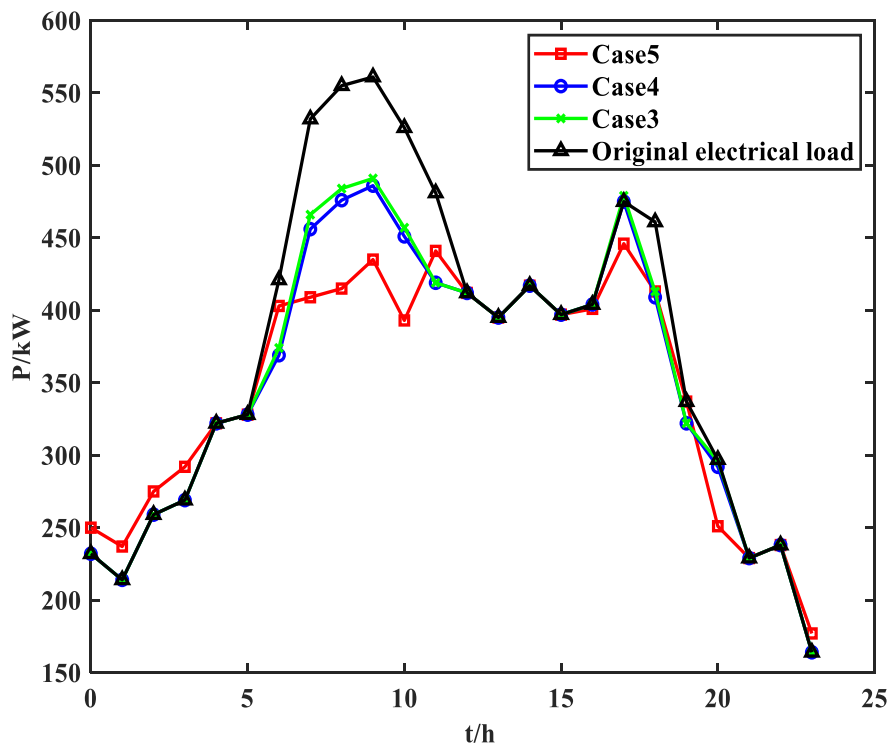


Figure 2. Electric load operation curve

Schemes 2, 3, 4, and 5 add energy storage equipment to Scheme 1, including heat storage tanks and batteries. See Table 2 [20-21] for their construction costs and service life. This paper analyzes the heating season (120 days/year) and compares the scheme 1 and scheme 5 in the heating season. The annual operating cost can be saved by 469 million yuan, and the static investment payback period of the integrated energy system energy storage equipment is 7.26 years, indicating that Although option 5 increases investment and maintenance costs compared to option 1, it can recover costs and make profits within the operating cycle.

Table 2

ENERGY CONVERSION EQUIPMENT COST AND LIFESPAN

Equipment	Construction cost/10,000 yuan	Annual maintenance cost/10,000 yuan	life/year
heat storage tank	15.2	0.076	30
battery	17.8	0.067	20

Analysis of power operation results

The power operation results of schemes 3, 4, and 5 are shown in Figure 3, Figure 4, and Figure 5, respectively. The results show that during the electricity price valley period from 22:00 to 6:00, the electricity load is mainly borne by the power grid and wind power generation. In schemes 3, 4, and 5, the MT is started at 4:00, and the electric energy storage is in the charging state. In scheme 4, scheme 3 and 5, part of the electrical load is transferred to this during this period, so the power purchased during this period is relatively large; During the peak period of electricity price from 6:00 to 12:00, with the gradual increase of electricity load and electricity price, MT output increased, electric energy storage discharge and system power purchase power decreased in each scheme.

Compared with schemes 3 and 4, Scenario 5 not only reduces and transfers electric power during this period, but also guides the user to adjust the energy supply mode, so the power purchase during this period decreases greatly, and compared with scheme 4, the discharge power of electric energy storage during this period is also less in scheme 5; During the electricity price period from 12:00 to 18:00, the electricity load and electricity price are reduced. In each scenario, the output of MT is reduced, and the power purchase power is increased; During the period of 18:00-22:00 is the second peak period of electricity price, the working condition of the system is similar to that of the first peak period of 6:00-12:00; However, in the second half of the second peak period, the electric load has decreased, so the power storage and discharge power and frequency of each scheme are less.

Compared with Schemes 3 and 4, the purchase power of Scheme 5 during the two load peak periods is significantly smaller, which indicates that the application of IDSR can improve the peak regulation capability of the integrated energy system to a certain extent.

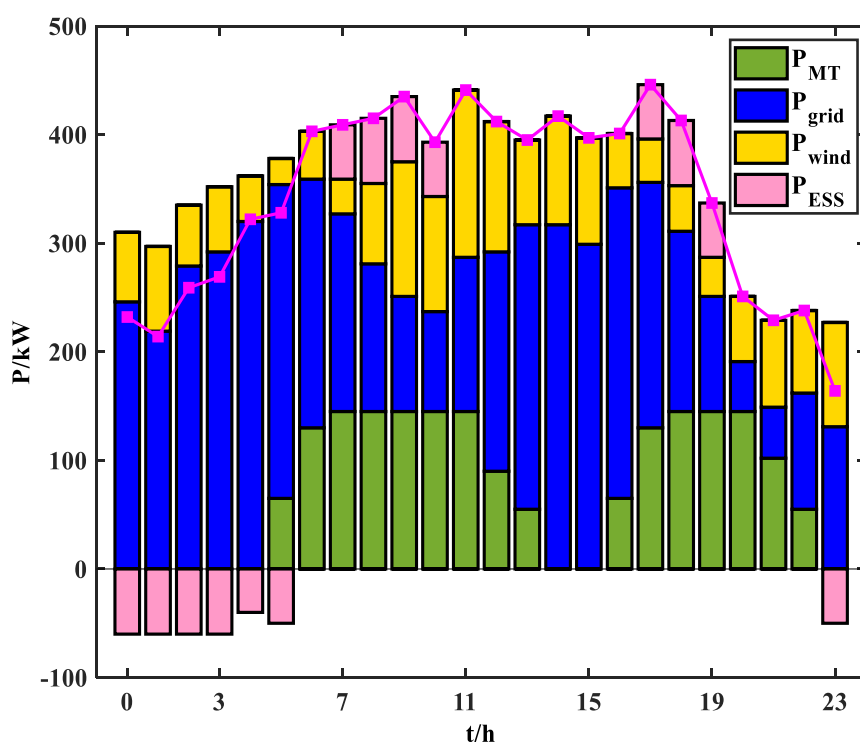


Figure 3. Power operation result of scheme 5

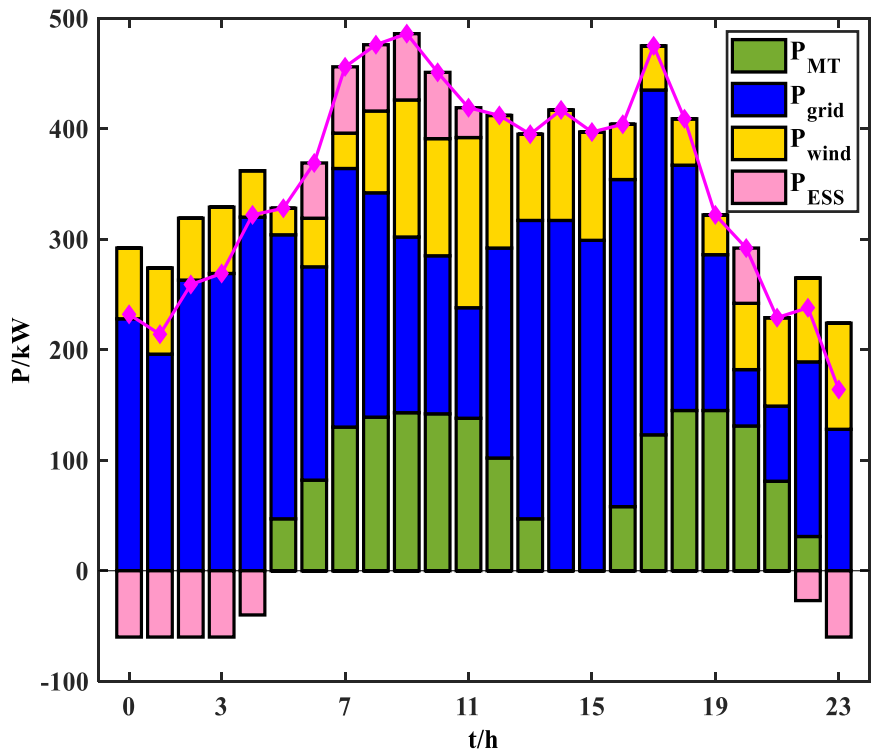


Figure 4. Power operation result of scheme 4

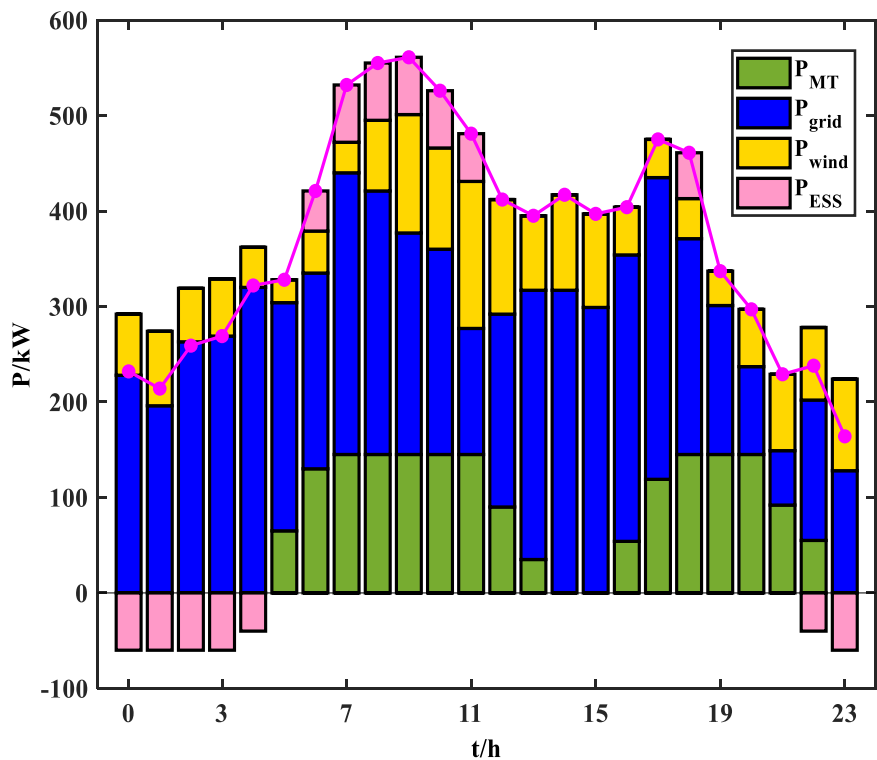


Figure 5. Power operation result of scheme 3

Figures 6, 7, and 8 show the gas-thermal energy operation results of schemes 3, 4, and 5, respectively. During the electricity price valley period from 22:00 to 6:00, the gas heat load in each scheme is mainly borne by GB and TST.

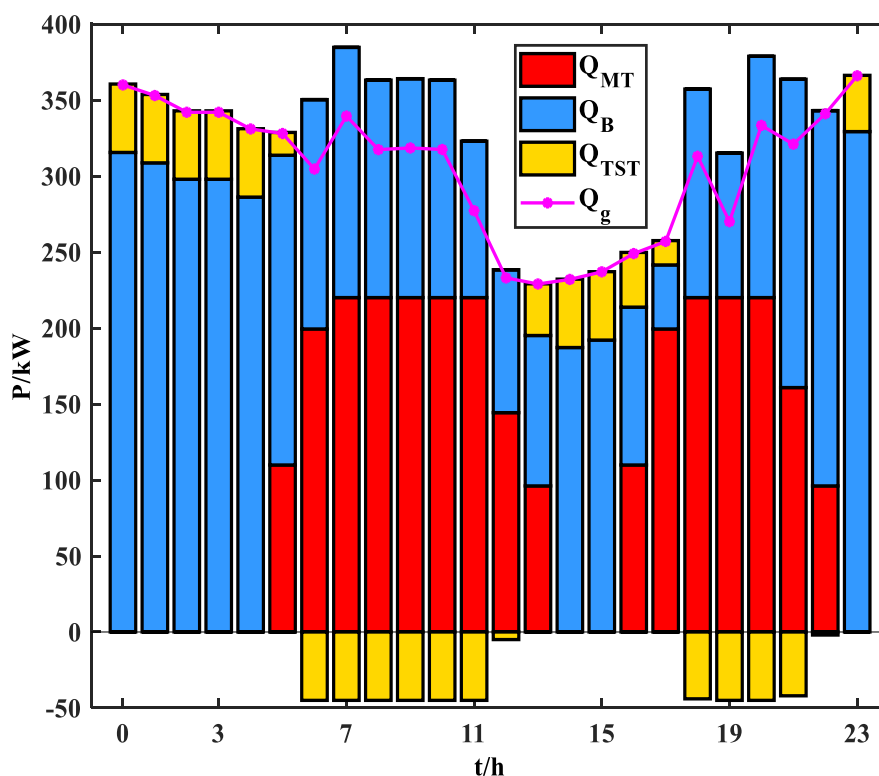


Figure 6. Thermal Energy Operation Results of Scenario 5

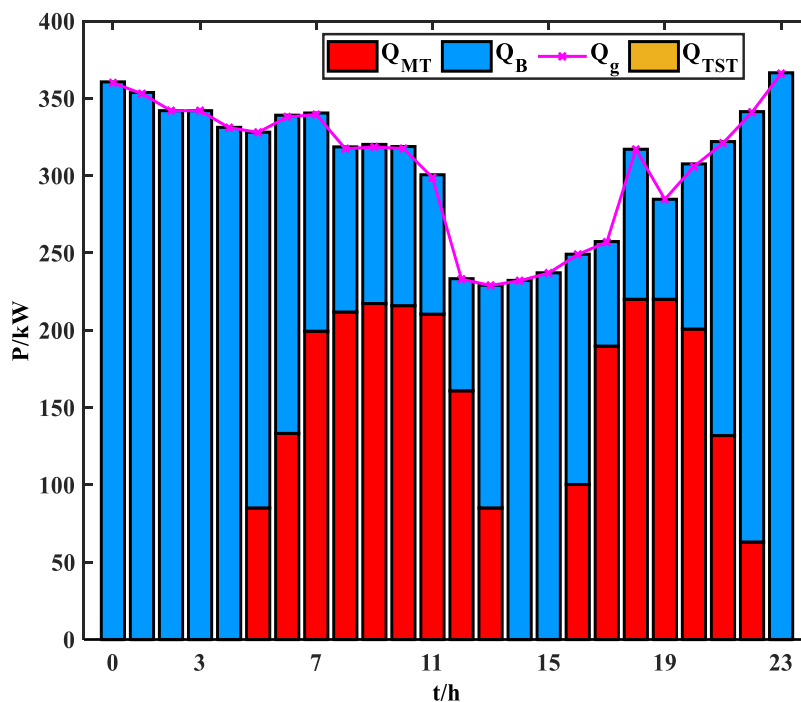


Figure 7. Thermal Energy Operation Results of Scenario 4

Compared with schemes 3 and 4, in scheme 5, more heat energy is released from energy storage, and GB output is smaller; During the period from 6:00 to 12:00, the thermal energy provided by the MT in each scheme gradually increases, and the excess thermal energy is stored by the TST. Compared with the scheme 3, the operating power of the electric thermal equipment in schemes 4 and 5 is reduced during this period, so the gas heat load power has increased, so the power of GB has

increased, and scheme 5 has a longer heat storage time and more storage power than scheme 4 during this period; During the period from 12:00 to 18:00, the thermal energy provided by MT in each scheme decreases, and at this time, TST begins to release energy power; The period from 18:00 to 22:00 is the second peak period of the electricity price, and the operating conditions of the system are similar to those of the period from 6:00 to 12:00, so the power of the gas and heat load has increased, and the operating power of GB is relatively large during this period.

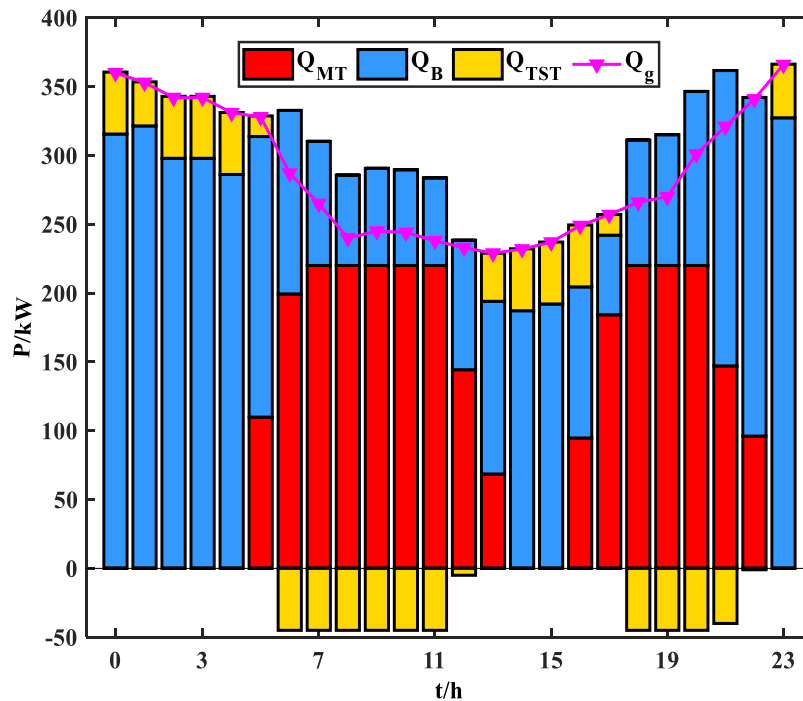


Figure 8. Thermal Energy Operation Results of Scenario 5

Compared with Scheme 3, the GB output of Schemes 4 and 5 increases significantly during the two load peak periods. Combined with the power operation curve, it is mainly because the user has adjusted the energy supply method. In addition, the energy storage of scheme 5 changes with the load, and the charge is low, and the discharge is high, which effectively alleviates the mismatch between the supply and demand of the system.

Conclusion

In this paper, aiming at the integrated energy system with renewable distributed generation, decoupling the thermoelectric connection through the ESS, establishes an optimized operation model of the integrated energy system based on multi-energy complementation, so that the supply side can expand the energy supply capacity through the conversion equipment, so that the user can change the choice of energy consumption. To improve the demand-side responsiveness and provide optimization space for the heat and electricity production of the microgrid. Through the analysis of the results, the following conclusions can be drawn:

1) The supply side decouples the thermoelectric connection through the ESS. On this basis, the application of energy conversion equipment can effectively improve the supply capacity of the supply side, so that the system can operate at the lowest cost in each period.

2) Guide users to selectively adjust the energy supply mode at each time period, improve the demand-side response capability of the integrated energy system, provide optimization space for the heat and electricity production of the microgrid, and effectively improve the peak shaving capability of the system.

References:

1. Li, H., Liu, D., & Yao, D. Y. (2021). Analysis and reflection on the development of power system towards the goal of carbon emission peak and carbon neutrality. *Proc. CSEE*, 41, 6245–6259.
2. Li, X., Ai, X., Hu, J., Zhou, B., & Lin, Z. (2019). Three-stage combined peak regulation strategy for nuclear-thermal-virtual power plant considering carbon trading mechanism. *Power Syst. Technol.*, 43, 2460-2470.
3. Wu, C., Lin, S., Xia, C., & Guan, L. (2020). Distributed optimal dispatch of microgrid cluster based on model predictive control. *Power Syst. Technol.*, 44(2), 530-538.
4. Khan, M. R. B., Jidin, R., & Pasupuleti, J. (2016). Multi-agent based distributed control architecture for microgrid energy management and optimization. *Energy Conversion and Management*, 112, 288-307. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.01.011>
5. Dou, C., Jia, X., & Heng, L. I. (2016). Multi-agent-system-based market bidding strategy for distributed generation in microgrid. *Power System Technology*, 40(2), 579-586.
6. Lee, J., Guo, J., Choi, J. K., & Zukerman, M. (2015). Distributed energy trading in microgrids: A game-theoretic model and its equilibrium analysis. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 62(6), 3524-3533. <https://doi.org/10.1109/TIE.2014.2387340>
7. Jadhav, A. M., & Patne, N. R. (2017). Priority-based energy scheduling in a smart distributed network with multiple microgrids. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 13(6), 3134-3143. <https://doi.org/10.1109/TII.2017.2671923>
8. Jadhav, A. M., Patne, N. R., & Guerrero, J. M. (2018). A novel approach to neighborhood fair energy trading in a distribution network of multiple microgrid clusters. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 66(2), 1520-1531. <https://doi.org/10.1109/TIE.2018.2815945>
9. Zhong, W., Xie, S., Xie, K., Yang, Q., & Xie, L. (2020). Cooperative P2P energy trading in active distribution networks: An MILP-based Nash bargaining solution. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 12(2), 1264-1276. <https://doi.org/10.1109/TSG.2020.3031013>
10. Sheng, W., Wu, M., Ji, Y., Kou, L., Pan, J., Shi, H., ... & Wang, Z. G. (2019, April). Key techniques and engineering practice of distributed renewable generation clusters integration. In *Proceedings of the CSEE* (Vol. 39, No. 8, pp. 2175-2186).
11. Mu, C., Ding, T., Dong, J., Ning, K., Dong, X., & He, Y. (2021). Development of decentralized peer-to-peer multi-energy trading system based on private blockchain technology. *Journal of Proceedings of the CSEE*.
12. Doan, H. T., Cho, J., & Kim, D. (2021). Peer-to-peer energy trading in smart grid through blockchain: A double auction-based game theoretic approach. *Ieee Access*, 9, 49206-49218. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3068730>
13. Yang, Z., Peng, S., Liao, Q., Liu, D., Xu, Y., & Zhang, Y. J. (2018). Non-cooperative trading method for three market entities in integrated community energy system. *Autom. Electr. Power Syst*, 42(14), 32-39.
14. Park, S., Lee, J., Bae, S., Hwang, G., & Choi, J. K. (2016). Contribution-based energy-trading mechanism in microgrids for future smart grid: A game theoretic approach. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 63(7), 4255-4265. <https://doi.org/10.1109/TIE.2016.2532842>
15. Liu, N., Cheng, M., Yu, X., Zhong, J., & Lei, J. (2018). Energy-sharing provider for PV prosumer clusters: A hybrid approach using stochastic programming and stackelberg game. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 65(8), 6740-6750. <https://doi.org/10.1109/TIE.2018.2793181>
16. Cui, S., Wang, Y. W., Shi, Y., & Xiao, J. W. (2020). Community energy cooperation with the presence of cheating behaviors. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 12(1), 561-573. <https://doi.org/10.1109/TSG.2020.3022792>

17. Mei, S., Liu, F., & Wei, W. (2016). Engineering game theory and power system application [M]. *Beijing, the Science Publishing Compan.*
18. Paudel, A., Chaudhari, K., Long, C., & Gooi, H. B. (2018). Peer-to-peer energy trading in a prosumer-based community microgrid: A game-theoretic model. *IEEE Transactions on Industrial electronics*, 66(8), 6087-6097. <https://doi.org/10.1109/TIE.2018.2874578>
19. Liu, N., Yu, X., Wang, C., Li, C., Ma, L., & Lei, J. (2017). Energy-sharing model with price-based demand response for microgrids of peer-to-peer prosumers. *IEEE Transactions on Power Systems*, 32(5), 3569-3583. <https://doi.org/10.1109/TPWRS.2017.2649558>
20. Xu, Y., Liao, Q., Liu, D., Peng, S., Yang, Z., Zou, H., & Zhang, L. (2019). Multi-player intraday optimal dispatch of integrated energy system based on integrated demand response and games. *Power System Technology*, 43(7), 2506-2518.
21. Tushar, W., Saha, T. K., Yuen, C., Morstyn, T., Poor, H. V., & Bean, R. (2019). Grid influenced peer-to-peer energy trading. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 11(2), 1407-1418.

Список литературы:

1. Li H., Liu D., Yao D. Y. Analysis and reflection on the development of power system towards the goal of carbon emission peak and carbon neutrality // Proc. CSEE. 2021. V. 41. P. 6245-6259.
2. Li X., Ai X., Hu J., Zhou B., Lin Z. Three-stage combined peak regulation strategy for nuclear-thermal-virtual power plant considering carbon trading mechanism // Power Syst. Technol. 2019. V. 43. P. 2460-2470.
3. Wu C., Lin S., Xia C., Guan L. Distributed optimal dispatch of microgrid cluster based on model predictive control // Power Syst. Technol. 2020. V. 44. №2. P. 530-538.
4. Khan M. R. B., Jidin R., Pasupuleti J. Multi-agent based distributed control architecture for microgrid energy management and optimization // Energy Conversion and Management. 2016. V. 112. P. 288-307. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.01.011>
5. Dou C., Jia X., Heng L. I. Multi-agent-system-based market bidding strategy for distributed generation in microgrid // Power System Technology. 2016. V. 40. №2. P. 579-586.
6. Lee J., Guo J., Choi J. K., Zukerman M. Distributed energy trading in microgrids: A game-theoretic model and its equilibrium analysis // IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2015. V. 62. №6. P. 3524-3533. <https://doi.org/10.1109/TIE.2014.2387340>
7. Jadhav A. M., Patne N. R. Priority-based energy scheduling in a smart distributed network with multiple microgrids // IEEE Transactions on Industrial Informatics. 2017. V. 13. №6. P. 3134-3143. <https://doi.org/10.1109/TII.2017.2671923>
8. Jadhav A. M., Patne N. R., Guerrero J. M. A novel approach to neighborhood fair energy trading in a distribution network of multiple microgrid clusters // IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2018. V. 66. №2. P. 1520-1531. <https://doi.org/10.1109/TIE.2018.2815945>
9. Zhong W., Xie S., Xie K., Yang Q., Xie L. Cooperative P2P energy trading in active distribution networks: An MILP-based Nash bargaining solution // IEEE Transactions on Smart Grid. 2020. V. 12. №2. P. 1264-1276. <https://doi.org/10.1109/TSG.2020.3031013>
10. Sheng W., Wu M., Ji Y., Kou L., Pan J., Shi H., Wang Z. G. Key techniques and engineering practice of distributed renewable generation clusters integration // Proceedings of the CSEE. 2019. V. 39. №8. P. 2175-2186.
11. Mu C. et al. Development of decentralized peer-to-peer multi-energy trading system based on private blockchain technology // Journal of Proceedings of the CSEE. 2021.
12. Doan H. T., Cho J., Kim D. Peer-to-peer energy trading in smart grid through blockchain: A double auction-based game theoretic approach // Ieee Access. 2021. V. 9. P. 49206-49218. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3068730>

13. Yang Z., Peng S., Liao Q., Liu D., Xu Y., Zhang Y. J. Non-cooperative trading method for three market entities in integrated community energy system // Autom. Electr. Power Syst. 2018. V. 42. №14. P. 32-39.
14. Park S., Lee J., Bae S., Hwang G., Choi J. K. Contribution-based energy-trading mechanism in microgrids for future smart grid: A game theoretic approach // IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2016. V. 63. №7. P. 4255-4265. <https://doi.org/10.1109/TIE.2016.2532842>
15. Liu N., Cheng M., Yu X., Zhong J., Lei J. Energy-sharing provider for PV prosumer clusters: A hybrid approach using stochastic programming and stackelberg game // IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2018. V. 65. №8. P. 6740-6750. <https://doi.org/10.1109/TIE.2018.2793181>
16. Cui S., Wang Y. W., Shi Y., Xiao J. W. Community energy cooperation with the presence of cheating behaviors // IEEE Transactions on Smart Grid. 2020. V. 12. №1. P. 561-573. <https://doi.org/10.1109/TSG.2020.3022792>
17. Mei S., Liu F., Wei W. Engineering game theory and power system application // Beijing, the Science Publishing Compan. 2016.
18. Paudel A., Chaudhari K., Long C., Gooi H. B. Peer-to-peer energy trading in a prosumer-based community microgrid: A game-theoretic model // IEEE Transactions on Industrial electronics. 2018. V. 66. №8. P. 6087-6097. <https://doi.org/10.1109/TIE.2018.2874578>
19. Liu N., Yu X., Wang C., Li C., Ma L., Lei J. Energy-sharing model with price-based demand response for microgrids of peer-to-peer prosumers // IEEE Transactions on Power Systems. 2017. V. 32. №5. P. 3569-3583. <https://doi.org/10.1109/TPWRS.2017.2649558>
20. Xu Y., Liao Q., Liu D., Peng S., Yang Z., Zou H., Zhang L. Multi-player intraday optimal dispatch of integrated energy system based on integrated demand response and games // Power System Technology. 2019. V. 43. №7. P. 2506-2518.
21. Tushar W., Saha T. K., Yuen C., Morstyn T., Poor H. V., Bean R. Grid influenced peer-to-peer energy trading // IEEE Transactions on Smart Grid. 2019. V. 11. №2. P. 1407-1418.

Работа поступила
в редакцию 25.06.2022 г.

Принята к публикации
30.06.2022 г.

Ссылка для цитирования:

Kang Chuanzhi, Zhang Zongnan, Kudashev S., Liu Meinan, Zhang Qianwei, Pan Jiashuang Optimal Operation of Integrated Energy Systems Based on Multi-energy Complementarity // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 354-371. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/37>

Cite as (APA):

Kang, Chuanzhi, Zhang, Zongnan, Kudashev, S., Liu, Meinan, Zhang, Qianwei, & Pan, Jiashuang (2022). Optimal Operation of Integrated Energy Systems Based on Multi-energy Complementarity. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 354-371. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/37>

UDC 629.064.5

https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/38

OPTIMAL OPERATION OF INTEGRATED ENERGY SYSTEM CONSIDERING DEMAND RESPONSE UNDER CARBON TRADING MECHANISM

©Li Jie, ORCID: 0000-0001-9636-0294, Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia, 1538493813@qq.com

ОПТИМАЛЬНАЯ РАБОТА ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С УЧЕТОМ РЕАКЦИИ СПРОСА В РАМКАХ МЕХАНИЗМА ТОРГОВЛИ КВОТАМИ НА ВЫБРОСЫ УГЛЕРОДА

©Ли Цзе, ORCID: 0000-0001-9636-0294, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева, г. Саранск, Россия, 1538493813@qq.com

Abstract. The integrated energy system (IES) is an effective way to achieve the “carbon neutrality and emission peak” goal. In order to further explore the role of the adjustable potential of demand side on carbon emission reduction, an optimized operation model of IES considering the demand response under the carbon trading mechanism is proposed. Firstly, according to the characteristics of load response, the demand response is divided into two types: price-type and substitution-type. The price-type demand response model is established on the basis of price elasticity matrix, and the substitution-type demand response model is constructed by considering the conversion of electricity and heat. Secondly, base-line method is used to allocate free carbon emission quota for the system and considering the actual carbon emissions of gas turbine and gas boiler, a carbon trading mechanism for the IES is constructed. Finally, a low-carbon optimal operation model of IES is established, whose objective is to minimize the sum cost of energy purchase, cost of carbon transaction and cost of IES operation and maintenance. The effectiveness of the proposed model is verified through four typical scenarios. By analyzing the sensitivity of demand response, heat distribution ratio of gas turbine and the operating state of the system under different carbon trading prices, it is found that reasonable allocation of price-type and substitution-type demand response and heat production ratio of gas turbine is beneficial to improve the operating economy of the system. Making reasonable carbon trading price can realize the coordination of system economy and low carbon.

Аннотация. Интегрированная энергетическая система является эффективным способом достижения цели «двойного углерода». Для дальнейшего изучения влияния ее регулируемого потенциала со стороны спроса на сокращение выбросов углерода была разработана оптимизированная модель работы интегрированной энергетической системы с учетом реакции на спрос в рамках механизма торговли выбросами углерода. Во-первых, в соответствии с характеристиками реакции на нагрузку, реакция спроса делится на два типа: тип цены и альтернативный тип, и, соответственно, устанавливается модель реакции спроса ценового типа на основе матрицы ценовой эластичности и модель реакции альтернативного спроса с учетом взаимного преобразования электрической энергии и тепловой энергии в энергетическом секторе. Во-вторых, использовать базовый метод для бесплатного распределения квот на выбросы углерода для системы и учитывать фактические выбросы углерода газовых турбин и газовых котлов для создания механизма торговли выбросами углерода для интегрированной энергетической системы; принимая минимальную сумму

стоимости размеров в качестве целевой функции, устанавливается низкоуглеродная оптимизационная модель работы интегрированной энергетической системы, и обоснованность предложенной модели проверяется с помощью четырех типичных сценариев. Путем анализа чувствительности реакции спроса, коэффициента распределения тепла газовых турбин и рабочего состояния системы при различных торговых ценах на выбросы углерода было обнаружено, что разумное распределение основанных на цене и альтернативных ответов спроса и коэффициента производства тепла газовыми турбинами способствует улучшению операционной экономики системы и разработке разумной торговли выбросами углерода. Цена может реализовать синергию системной экономики и низкого уровня выбросов углерода.

Keywords: carbon trading mechanism, demand response, integrated energy system, optimized operation.

Ключевые слова: механизм торговли выбросами углерода, реагирование спроса, интегрированная энергетическая система, оптимальная работа.

Introduction

Coal, as the raw material for industrial production and the most basic energy in my country, is the most economical and safest mineral resource that can be used cleanly and efficiently. The coal industry has always played an energy pillar role, not only providing guarantees for the stable and rapid development of the national economy and society, but also supporting national energy security and stable supply [1-2]. During the "Thirteenth Five-Year Plan" period, under the background of the continuous promotion of supply-side structural reform as the country's continuous promotion policy, the coal industry will fully implement the new energy security strategy, and promote its own consumption revolution, supply revolution, technological revolution, institutional revolution, and international cooperation. Fully implement the green mining and clean and efficient utilization of coal, support the comprehensive optimization of my country's energy structure and the construction of a modern energy system with complementary multi-energy, and promote the high-quality development of the national economy and society [3].

The carbon trading mechanism can optimize the allocation of system resources and promote energy conservation and emission reduction [4-6]. Reference [7] allocates initial carbon emission rights free of charge according to the actual output of nuclear power units, thermal power units and wind power units, and calculates carbon transaction costs by considering the actual carbon emissions of thermal power units, effectively balancing economic and low-carbon benefits; Reference [8] introduced the carbon trading mechanism into virtual power plants, based on the baseline method and allocated free initial carbon quotas to carbon sources according to the output of renewable energy units, which increased the total amount of renewable energy consumption. Demand response (DR) can enhance the two-way interaction between the energy supply side and the energy consumption side. Reference [9] introduces a price elasticity matrix to describe DR behavior, and analyzes the effectiveness of DR in alleviating system peak regulation pressure; Reference [10] established the DR model of electricity and gas loads based on the price elasticity matrix method, and established the DR model of heat load considering the fuzzy perception and delay of heat load, and verified that the model can improve energy utilization efficiency; Reference [11] divides the electrical load into three types: reduction, transfer, and replacement. The compensation cost is planned uniformly according to the response quantity, and the saturation and difference indexes are used to measure the user satisfaction. However, the above literatures only analyze the carbon trading mechanism, or only

consider the demand response, which is not conducive to the coordination of low-carbon and economical systems.

To sum up the current situation and problems, this paper proposes an optimal operation model of the electric-heat integrated energy system considering DR under the carbon trading mechanism. First, demand response is divided into price type and substitution type; Secondly, construct a carbon trading mechanism for the integrated electric-heating energy system; Finally, through the simulation of the example, it is verified that the demand response is considered under the carbon trading mechanism, which can realize the economical and low-carbon performance of the integrated electric-heating integrated energy system by shaving peaks and filling valleys. It provides a reference for the low-carbon economic operation of the electric heating integrated energy system.

IEHS can realize the complementary synergy of electric energy and thermal energy, improve energy utilization efficiency, and ensure continuous and reliable energy supply while satisfying users' cascade utilization of various energy sources.

This paper constructs an IEHS architecture with demand response, as shown in Figure 1. In this system, electric energy and gas energy are supplied by the upper-level power grid and gas network respectively, and gas purchased from the upper-level gas network is used to supply combined heat and power (CHP) and gas boiler (GB), and the remaining electric energy can be sold to the upper power grid; The energy coupling equipment includes CHP, heat pump (HP) and GB, which can realize bidirectional flow of electric and heat energy; CHP is composed of gas turbine (GT), waste heat boiler (WHB) and organic Rankine cycle (organic Rankine cycle). Rankine cycle, ORC) low temperature waste heat power generation device, the operation mode is thermo-electrolysis coupling, which can adapt to different operating conditions of the system; HP and GB absorb wind power and take part of the heat load. The introduction of DR can smooth the fluctuation of the load curve, realize the interactive coupling of electricity and heat, cut peaks and fill valleys, and reduce operating costs.

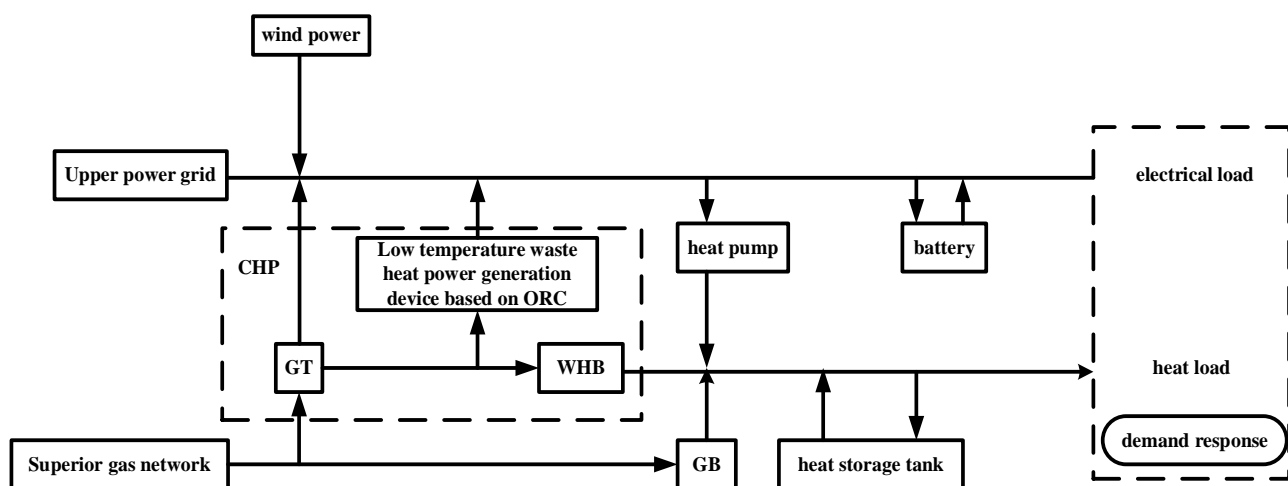


Figure 1. Structure of IEHS

DR means that users adjust their energy consumption behavior according to the electricity price or incentive mechanism, and participate in the interaction of the grid, so as to optimize the load curve and improve the operating efficiency of the system. According to the characteristics of load response, DR is divided into price demand response and substitution demand response.

Different types of loads have different sensitivities to the same electricity price signal. Price-based demand-response electricity loads are divided into curtailable load (CL) and shiftable load (SL), and the two types of loads are modeled separately below.

1) CL characteristic analysis and modeling.

CL chooses whether to reduce its own load by comparing the changes in electricity prices in the current period before and after DR. The DR characteristics are described by the price demand elasticity matrix. The element in the t th row and the j th column in the elasticity matrix $E(t, j)$, that is, the elasticity coefficient of the load at time t to the electricity price at time j , is defined as:

$$e_{t,j} = \frac{\Delta P_{L,t}^e / P_{L,t}^{e0}}{\Delta \rho_j / \rho_j^0} \quad (1)$$

In the formula: $\Delta P_{L,t}^e$ is the load change at time t after DR; $P_{L,t}^{e0}$ is the initial load at time t ; $\Delta \rho_j$ is the change in electricity price at time j after demand response; ρ_j^0 is the initial electricity price at time j . Then, the curtailable load change at time t after DR is:

$$\Delta P_{CL,t}^e = P_{CL,t}^{e0} \left[\sum_{j=1}^{24} E_{CL}(t,j) \frac{\rho_j - \rho_j^0}{\rho_j^0} \right] \quad (2)$$

In the formula: $P_{CL,t}^{e0}$ is the initial load reduction at time t ; $E_{CL}(t,j)$ is the CL price demand elasticity matrix, which is a diagonal matrix; ρ_j is the electricity price at time j .

2) SL characteristic analysis and modeling.

Transferable load refers to the load that users can flexibly adjust their working hours in response to electricity prices according to their own needs. Using the peak-to-valley time-of-use price as a signal, users can be guided to transfer the load from the peak period to the flat valley period. In the same way, using the price elasticity matrix to describe the DR characteristics, the transferable load change at time t after DR is:

$$\Delta P_{SL,t}^e = P_{SL,t}^{e0} \left[\sum_{j=1}^{24} E_{SL}(t,j) \frac{\rho_j - \rho_j^0}{\rho_j^0} \right] \quad (3)$$

In the formula: $P_{SL,t}^{e0}$ is the initial transferable load at time t ; $E_{SL}(t,j)$ is the SL price demand elasticity matrix.

For a certain type of heat load that can be directly supplied by heat energy or electric energy, electricity can be consumed during low electricity price periods, and heat energy can be directly consumed during high electricity price periods to meet its own needs, thereby realizing the mutual substitution of electricity and heat energy. The replaceable load (RL) model is:

$$\Delta L_t^{r,e} = -\varepsilon_{e,h} \Delta L_t^{r,h} \quad (4)$$

$$\varepsilon_{e,h} = \frac{v_e \varphi_e}{v_h \varphi_h} \quad (5)$$

The negative sign in formula (4) indicates that the reduction of the replaceable electrical load corresponds to the increase of the replaced heat load. For this type of load, the maximum alternative load constraints need to be considered:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta L_{\min}^{r,e}, \Delta L_t^{r,e}, \Delta L_{\max}^{r,e} \\ \Delta L_{\min}^{r,h}, \Delta L_t^{r,h}, \Delta L_{\max}^{r,h} \end{array} \right. \quad (6)$$

In the formula: and are the minimum and maximum replacement quantities of the electrical load that can be replaced; and are the minimum and maximum replacement quantities of the heat load that can be replaced, respectively.

The carbon trading mechanism is a mechanism for trading carbon emission rights as a commodity in the carbon trading market. The implementation of the carbon trading mechanism can effectively promote carbon emission reduction.

A perfect carbon trading mechanism first needs to determine carbon emission quotas. There are two common allocation methods for carbon emission quotas: free distribution and paid distribution. Free allocation refers to pre-allocating free carbon emission credits to the system to increase the enthusiasm for system participation; paid allocation requires the system to pay corresponding fees for its own carbon emissions. According to the current actual situation in my country, carbon emission allowances are provided for the system based on the baseline method and free allocation. For the IEHS with DR established in this paper, the carbon emission sources are GT and GB, GT generates electricity and heat, and GB only generates heat, and carbon emission quotas are allocated to them according to the total equivalent heat generation. The carbon emission quota of the system at time t is is:

$$E_{p,t} = k(P_{GT,t}^h + \varphi P_{GT,t}^e + P_{GB,t}^h) \quad (7)$$

In the formula: k is the regional carbon emission allocation per unit of electricity, which is determined by the “2019 China Regional Power Grid Baseline Emission Factor for Emission Reduction Projects” stipulated by the National Development and Reform Commission. This paper adopts the operating margin (OM) emission of the system area. The weighted average of the factor and the build margin (BM) emission factor is obtained, taking $0.57 \text{ t}/(\text{MW}\cdot\text{h})$; and are the electrical and thermal power output by GT at time t , respectively; φ is the conversion coefficient of electricity; is the thermal power output by GB at time t .

The actual carbon emission of the system at time t is the sum of GT and GB. According to the emission factor method, in this paper, it is approximately considered that the actual carbon emission of the unit is proportional to the output of the unit, then the actual carbon emission of the system at time t is:

$$E_{ac,t} = k_{GT}(P_{GT,t}^h + \varphi P_{GT,t}^e) + k_{GB}P_{GB,t}^h \quad (8)$$

In the formula: and are the carbon emission coefficients of GT and GB respectively [12], which is taken as $0.6101 \text{ t}/(\text{MW}\cdot\text{h})$.

In order to encourage the system to actively participate in the carbon trading market, the carbon trading strategy constructed in this paper is as follows: users can trade carbon emission allowances by themselves, that is, the actual carbon emission is less than the carbon emission allowances, and the remaining carbon emission allowances can be sold at market prices to obtain profits; otherwise, Excess carbon credits need to be bought from the market. Therefore, the carbon transaction cost at time t is:

$$C_{Ca,t} = k_{Ca}(E_{ac,t} - E_{p,t}) \quad (9)$$

In the formula: is the carbon trading market price.

The IEHS optimal operation model considering DR under the carbon trading mechanism aims to achieve the best economics of the entire network under the premise of satisfying the system operation constraints. Taking the minimum sum of energy purchase cost, carbon transaction cost and operation and maintenance cost as the objective function:

$$\min f = C_{Buy} + C_{Ca} + C_{OP} \quad (10)$$

1) Energy purchase cost . The system can trade electricity with the upper-level power grid, purchase electricity from the upper-level power grid when the power generation cannot meet its own needs, and accordingly, sell the excess power to the upper-level power grid when the power generation is surplus; in addition, the system needs to purchase natural gas to maintain CHP and GB operation . Therefore, the cost of purchasing energy is:

$$C_{Buy} = \sum_{t=1}^T (P_{b,t}^e k_{b,t}^e - P_{s,t}^e k_{s,t}^e + Q_{b,t} k_g) \quad (11)$$

In the formula: T is an operation cycle; and are the power purchased and sold from the upper power grid at time t, respectively; and are the electricity purchase and sale prices at time t, respectively; is the amount of natural gas purchased at time t; is the unit price of natural gas.

2) Carbon trading cost . The carbon trading cost of a running cycle is the sum of all moment costs:

$$C_{Ca} = \sum_{t=1}^T C_{Ca,t} \quad (12)$$

3) Operation and maintenance cost.

$$C_{OP} = \sum_{i=1}^T \sum_{i=1}^6 \omega_i P_{i,t} \quad (13)$$

In the formula: i takes 1, 2, ..., 6, representing the fan CHP, HP, GB, ES and HS respectively; is the operation and maintenance coefficient of the equipment i; is the output of the equipment i.

The optimal operation constraints of IEHS considering DR under the carbon trading mechanism are: wind power output constraints, energy balance constraints, equipment energy conversion constraints, energy storage equipment constraints and user satisfaction constraints on electricity consumption.

1) Wind power output constraints.

The clean energy on the energy supply side mainly considers wind power. Due to factors such as wind power output uncertainty and power grid transmission capacity, the system is often unable to absorb all wind power, that is, the actual output of wind power is less than the predicted output.

$$P_{WT,t}^e \leq P_{WT,F}^e \quad (14)$$

In the formula: and are the actual output and predicted output of wind power at time t, respectively.

2) Energy balance constraints.

The IEHS constructed in this paper includes electric energy flow, thermal energy flow and air energy flow, all of which need to meet the energy balance constraints, which are:

$$P_{b,t}^e - P_{s,t}^e + P_{WT,t}^e - P_{HP,t}^e + P_{CHP,t}^e + P_{ES,t}^{e,dis} - P_{ES,t}^{e,ch} = P_{L,t}^{e0} + \Delta P_{CL,t}^e + \Delta P_{SL,t}^e + \Delta L_t^{r,e} \quad (15)$$

$$P_{GB,t}^h + P_{CHP,t}^h + P_{HP,t}^h + P_{HS,t}^{h,dis} - P_{HS,t}^{h,ch} = P_{L,t}^{h0} + \Delta L_t^{r,h} \quad (16)$$

$$Q_{b,t} = Q_{CHP,t}^g + Q_{GB,t}^g \quad (17)$$

In the formula: and are the power consumption and heat production of HP at time t, respectively; are the electricity generation power, heat generation power and gas consumption of CHP at time t respectively; and are respectively is the discharge and charging power of the battery at time t; and are the heat release and heat storage power of the heat storage tank at time t, respectively; and are the electrical load and thermal load at time t before DR respectively; is the GB gas consumption at time t.

3) CHP constraints. Equations (18) and (19) are the constraints of CHP power generation and heat generation, respectively. CHP power generation is composed of GT power generation and low temperature waste heat power generation device power generation. CHP heat generation is WHB heat generation; formula (20), (21) are GT gas-to-electricity and gas-to-heat constraints, respectively.

$$P_{CHP,t}^e = P_{GT,t}^e + P_{ORC,t}^e \quad (18)$$

$$P_{CHP,t}^h = P_{GT,t}^h \beta_t \tau_{WHB} \quad (19)$$

$$P_{GT,t}^e = Q_{CHP,t}^g \tau_{GT}^e V_g \quad (20)$$

$$P_{GT,t}^h = Q_{CHP,t}^g \tau_{GT}^h V_g \quad (21)$$

$$P_{ORC,t}^e = P_{GT,t}^h \alpha_t \delta_{ORC} \quad (22)$$

$$\alpha_t + \beta_t = 1 \quad (23)$$

$$0 \leq \alpha_t, \beta_t \leq 1 \quad (24)$$

In the formula: is the power generated by the low temperature waste heat device; is the ratio of the waste heat generated by GT to WHB for heat generation at time t; is the heat conversion efficiency of WHB; and is the gas-to-electricity and gas-to-heat efficiency of GT respectively; is the calorific value of natural gas, which is 9.88 kW h/m³; is the proportion of waste heat generated by GT to the waste heat power generation device at time t; is the power generation efficiency of the waste heat power generation device. For HP, GB energy conversion constraints, energy storage equipment constraints, and equipment energy consumption upper and lower limits, please refer to [11].

4) User satisfaction constraints on electricity consumption.

The user's feeling about the change of electricity consumption will affect the enthusiasm of the response, so consider the user's electricity consumption satisfaction constraint:

$$s = 1 - \frac{\sum_{t=1}^T |P_{L,t}^{e0} + \Delta P_{CL,t}^e + \Delta P_{SL,t}^e + \Delta L_t^{r,e}|}{\sum_{t=1}^T P_{L,t}^{e0}} \geq s_{min} \quad (25)$$

In the formula: and are the user's electricity consumption satisfaction and the minimum value of satisfaction, respectively.

The problem in this paper is a mixed integer linear programming problem. First, the price-based demand response and the alternative demand response are analyzed to obtain the load curve after demand response; then, the carbon trading mechanism is introduced, and the carbon trading cost

under the carbon trading mechanism is taken as the target. Finally, under the condition of satisfying wind power output constraints, energy balance constraints, equipment energy conversion constraints, energy storage device constraints and user satisfaction constraints on electricity consumption, the CPLEX solver is called based on MATLAB platform to solve. The solution process is shown in Figure 2.

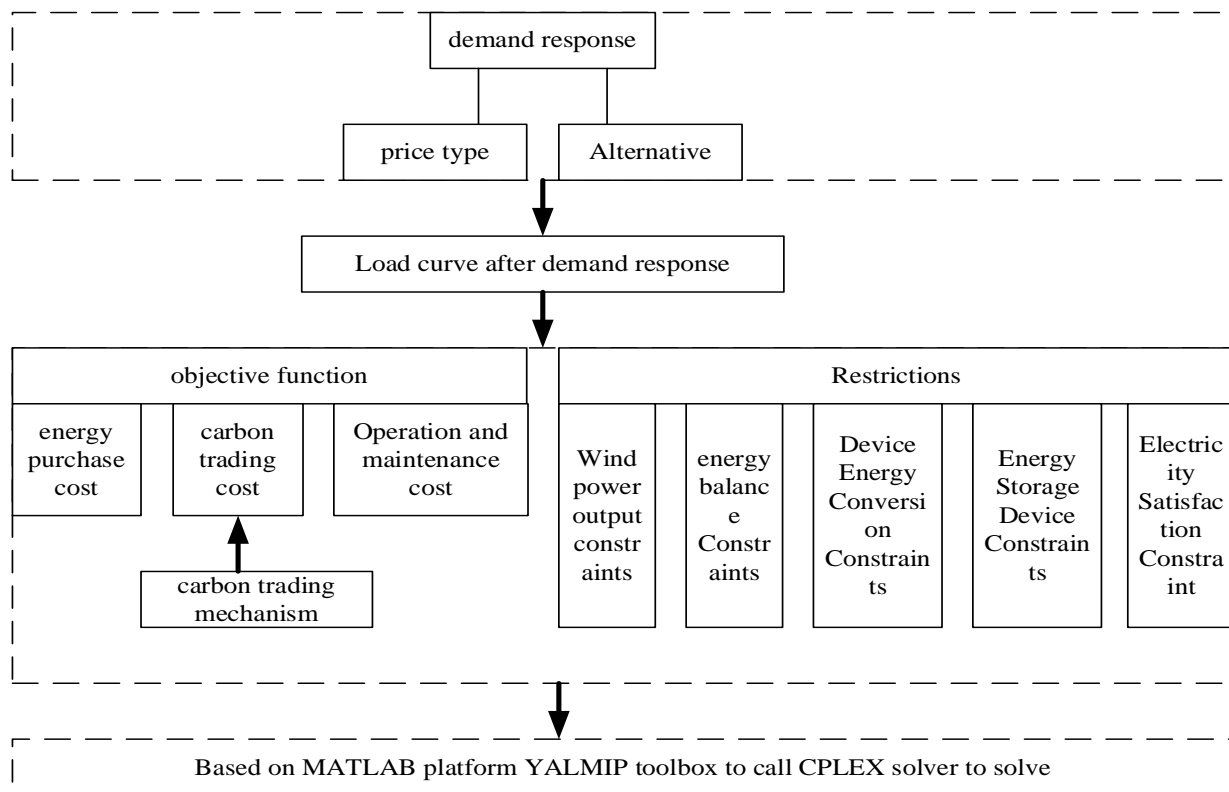


Figure 2. Flow chart of solution

Taking an industrial park in the north as the research object, 24h is an operating cycle, and the unit operating time is 1h. The installed equipment in the system includes CHP, HP, GB composed of GT, WHB and low-temperature waste heat power generation device based on ORC. The parameters are shown in Appendix A1; the price of natural gas is 2.55 yuan/m³; the time-of-use electricity price is shown in Appendix A2; The predicted output of electricity, heat load and wind power is shown in Figure A1.

In order to verify the rationality of the proposed model, this paper compares and analyzes the following four scenarios.

Scenario 1: Only carbon trading mechanisms are considered;

Scenario 2: Considering demand response under the carbon trading mechanism;

Scenario 3: Consider only demand response;

Scenario 4: Carbon trading mechanisms are not considered and demand response is not considered.

The cost and actual carbon emissions of each scenario are shown in Table 1.

It can be seen from Table 1 that compared with Scenario 4, the carbon emission cost of Scenario 1 is reduced by 78.07%, and the actual carbon emission is reduced by 2417.46kg. This is because Scenario 1 considers the carbon emission mechanism so that the system has an initial carbon emission quota, which can offset part of it. The cost of carbon emissions, while Scenario 4 must consider the

full cost of actual carbon emissions; Compared with Scenario 4, the cost of purchasing energy in Scenario 3 is reduced by 9.58%.

Table 1

COST OF EACH SCENARIO

Scenes	Total running cost/yuan	Purchase energy cost/yuan	Carbon trading cost/yuan	Operation and maintenance cost/yuan	Actual carbon emissions/kg
1	20108.90	14079.62	679.26	5350.02	32246.62
2	19313.64	13771.19	603.99	4938.46	31972.44
3	20845.88	13231.96	3462.33	4151.59	35926.32
4	22331.62	14633.32	3096.72	4601.58	39601.22

This is due to the consideration of demand response, which reduces the electricity load during peak hours and increases the electricity load during valley hours, so that the system can choose a more economical way of purchasing energy; Comparing Scenarios 1 and 2, Scenario 3 has higher total operating costs, lower energy purchase costs, and higher carbon trading costs and actual carbon emissions, which indicates the role of the carbon trading mechanism in promoting energy conservation and emission reduction; The total operating cost, energy purchase cost, carbon transaction cost, operation and maintenance cost, and actual carbon emissions of Scenario 2 are all lower than those of Scenario 1. This is because the carbon trading mechanism considers demand response not only to transfer part of the load during the high electricity price period to the low electricity price It also realizes the mutual substitution of electric energy and thermal energy on the user side, and smoothes the load curve. Therefore, the system compares the power purchase, gas purchase cost and GT and GB output in different time periods, so as to choose a more economical and carbon-friendly It operates in a way with less emissions, effectively coordinating the operating economy and low carbon of the system.

In each scenario, the predicted power of wind and scenery is shown in Figure 3.

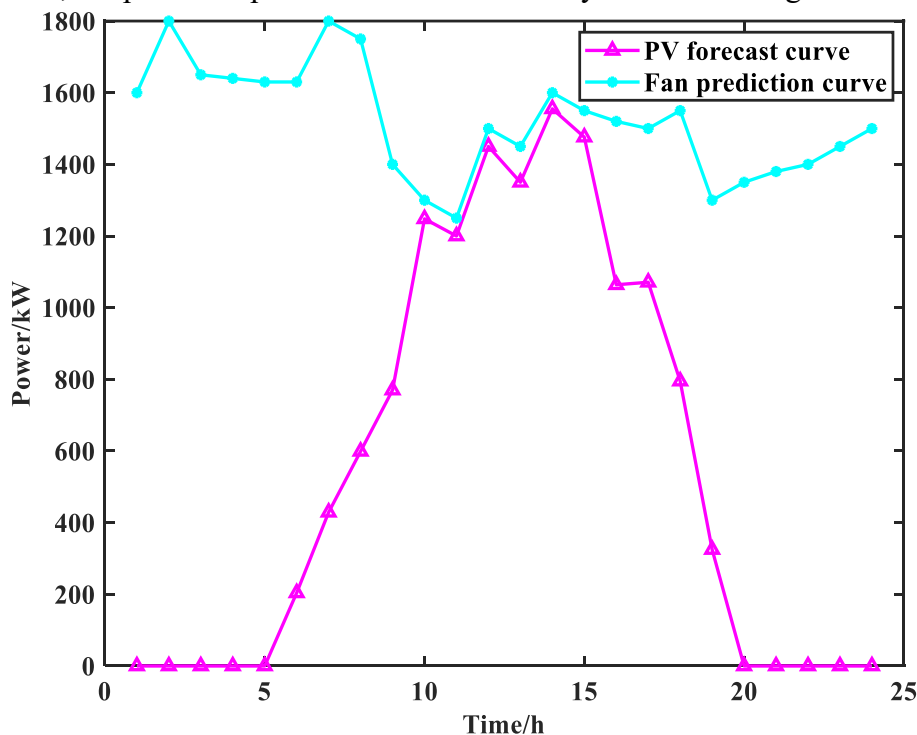


Figure 3. PV and Wind power forecast curve

In scenario 2, the electricity and heat loads before and after demand response are shown in Figures 4-5 respectively.

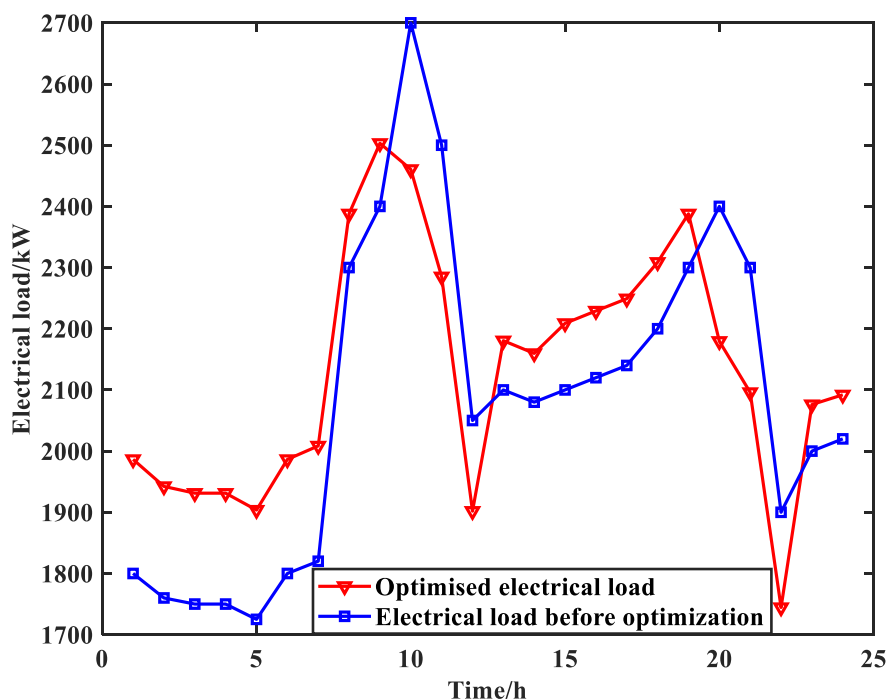


Figure 4. Electric load before and after demand response

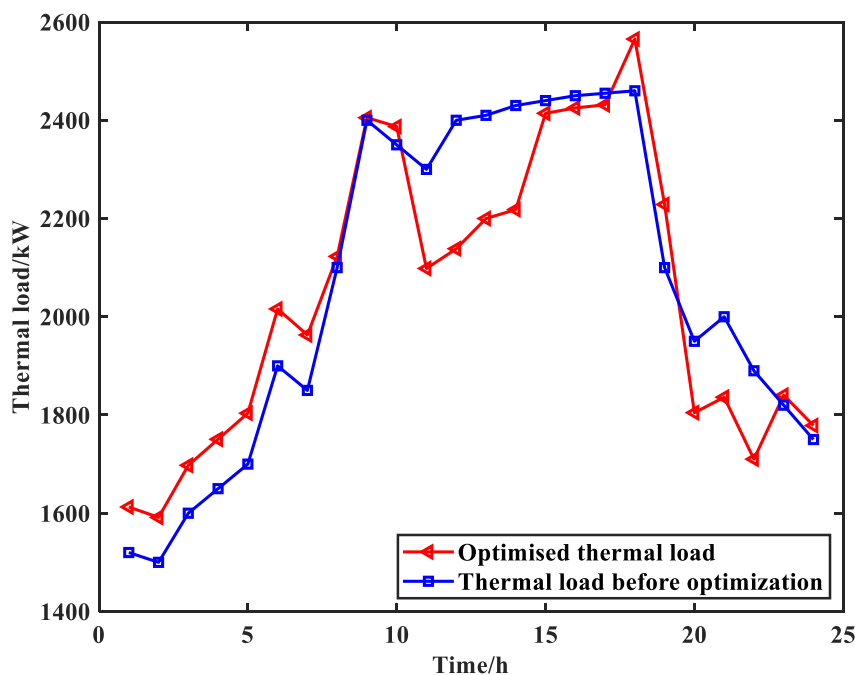


Figure 5. Heat load before and after demand response

As can be seen from Figure 4 and Figure 5, compared with the obvious peak-to-valley distribution of the original load, CL responds to the peak-to-valley electricity price and reduces part of the load during high electricity price periods (09:00-12:00, 19:00-22:00); SL transfers part of the load during the high electricity price period (09:00-12:00, 19:00-22:00) to the low electricity price period (00:00-08:00), reducing the load during the high electricity price period and increasing the low

electricity price period. During the electricity price period, the load curve is relatively smooth; RL converts part of the electricity load into heat load during the high electricity price period (09:00-12:00, 19:00-22:00), and the low electricity price period (12:00-19:00: 00, 22:00-09:00) to convert part of the thermal load into electrical load. The synergistic effect of price-based demand response and alternative-based demand response makes the load curve smooth and realizes peak shaving and valley filling. Before and after demand response, electricity and heat prices are shown in the Figure.

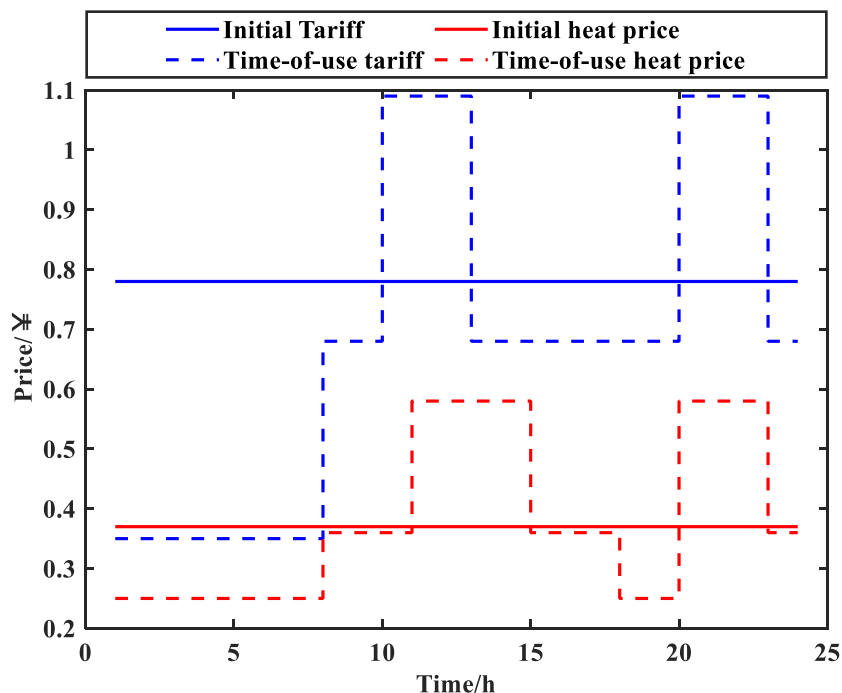


Figure 6. Electricity and heat prices before and after demand response

It can be seen from Figure 6 that after the price-based demand response, electricity and heat prices will increase and decrease in various time periods during the entire dispatch cycle, which will stimulate load aggregators to use electric energy effectively and orderly. During the peak hours of load, especially the use of rigid loads, adjustments must be made to achieve orderly power consumption of the system. Therefore, for the electric-heat integrated energy system, flexible loads are included to improve the flexibility of the load side, and then It plays the role of peak-shaving and valley-filling for the entire electric and thermal integrated energy system.

In Scenario 2, the electrical and thermal outputs of each device are shown in Figures 7-8 respectively. As can be seen from Figure 6 and Figure 7, the operation of the system equipment and the reasons are shown in Table 2 for specific analysis. In addition, the ES is charged during the low electricity price period and discharged during the high electricity price period, and the HS is conversely, which improves the flexibility of the system.

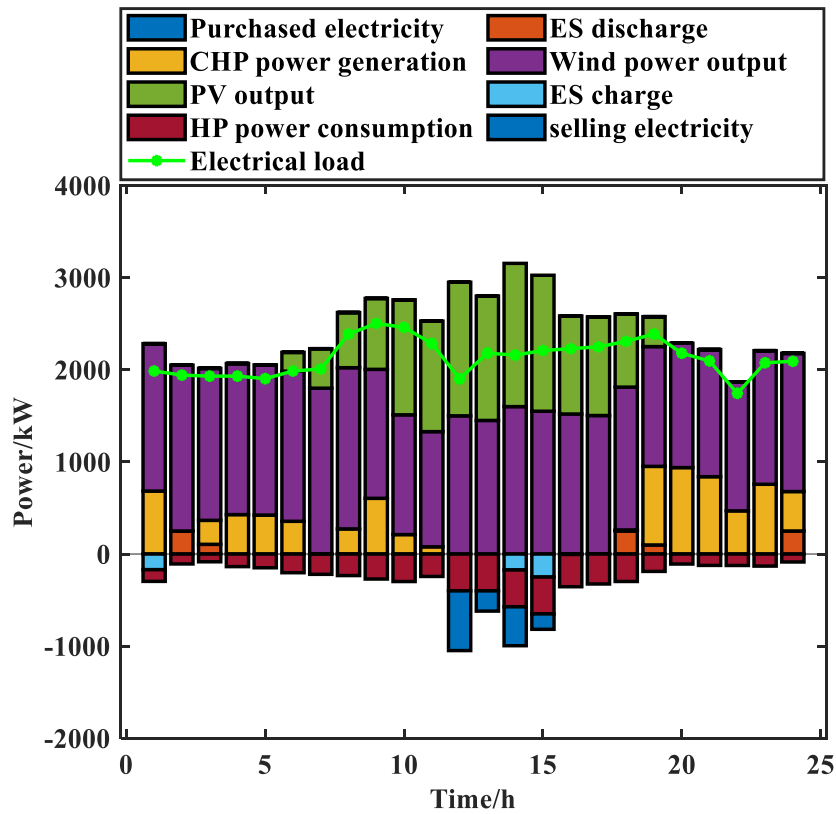


Figure 7. Electrical Load Balancing

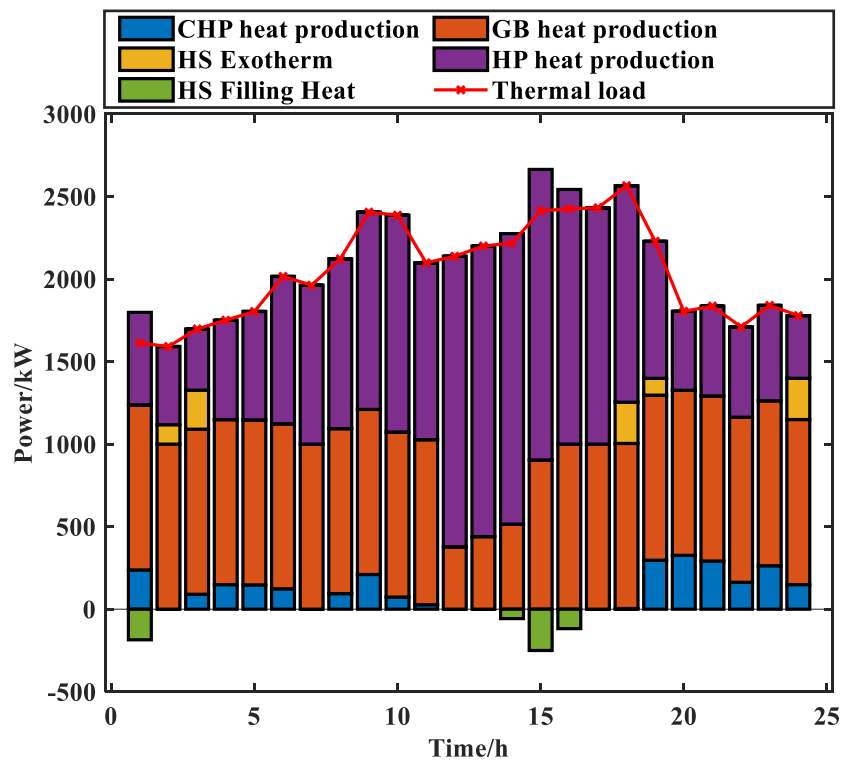


Figure 8. Thermal Load Balancing

Table 2

SYSTEM OPERATION ANALYSIS IN CASE 2

<i>Period type</i>	<i>period</i>	<i>System equipment operation</i>	<i>reason</i>
Valley	00:00-08:00	The system relies on wind power output and the upper-level power grid to buy electricity to meet the charging and electrical load demands of HP and HS, so as to maintain the electrical power balance in this period. The thermal load is supplied by HP, GB and HS to achieve thermal power balance.	On the one hand, the operation and maintenance cost of wind turbines is relatively small, and the preferential use of wind power output is conducive to reducing operating costs. When the wind power output still cannot meet the electrical load demand of the system and the electricity price is low during this period, the cost of purchasing electricity from the upper power grid is less than that from the upper power grid. On the other hand, the heating efficiency of HP is higher than that of CHP and GB, so HP heating is preferred. When HP cannot fully meet the heat load demand and CHP does not work hard during this period, GB heating is used.
flat	08:00-09:00 12:00-19:00 22:00-24:00	The system relies on the output of wind power and CHP to meet the demand of HP and electric load, and the heat load is supplied by HP and CHP	During this period, the electricity price is relatively high, and the cost of purchasing electricity from the upper-level power grid is greater than the cost of purchasing gas from the upper-level gas grid.
peak	09:00-12:00 19:00-22:00	The system relies on wind power, CHP output and HS discharge to meet HP and electrical load demands, while heat load and HS heat storage are supplied by HP and CHP	The electricity price is relatively high during this period, and it is more economical to purchase gas from the upper-level gas grid than to purchase electricity from the upper-level grid.

Conclusion

Aiming at the electric heat integrated energy system, this paper establishes an optimal operation model considering demand response under the carbon trading mechanism, compares and analyzes the costs of four scenarios, and studies the impact of carbon trading prices on the operation of the system, and draws the following conclusions:

1) Considering demand response under the carbon trading mechanism, it not only transfers part of the load during the high electricity price period to the low electricity price period and reduces the energy consumption of part of the load, but also realizes the mutual substitution of electric energy and thermal energy on the user side, smoothing the load curve; at the same time, flexible selection of energy purchase way, effectively coordinating the operating economy and low carbon of the system.

2) Increasing the price-based demand response load can reduce operating costs, and coordinating the ratio of price-based and alternative demand response is conducive to improving operating economy.

3) After the power and heat integrated energy system is optimized in response to demand, it can improve the ability to absorb new energy, especially after the carbon trading mechanism is added, it can transfer the power in the low-load, high-output period to the high-load, low-output period, to achieve load peak shaving and valley filling.

References:

1. Xie, H. P., Wu, L. X., & Zheng, D. Z. (2019). Prediction on the energy consumption and coal demand of China in 2025. *Journal of China Coal Society*, 44(7), 1949–1960.
2. Wang Guofa, Liu Feng, Meng Xiangjun, Fan Jingdao, Wu Qunying, Ren Huaiwei, ... & Zhang Kun (MMXIX). Research et Practice of Coal Meo Intelligentia (primarium). *Coal Science & Technology (0253–2336)*, 47(8).
3. Ma, Yurong (2021). Ecological Civilization Construction and Post-epidemic Green Recovery. *China Development Observatory*, (05), 5-7.
4. Hou, Q., Guan, Y., & Yu, S. (2020). Stochastic differential game model analysis of emission-reduction technology under cost-sharing contracts in the carbon trading market. *Ieee Access*, 8, 167328–167340. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3023391>
5. Wang, J., Liu, W., Li, S., Liu, Z., Yang, M., & Guo, H. (2020). A Method to Evaluate Economic Benefits of Power Side Battery Energy Storage Frequency/Peak Regulation Considering the Benefits of Reducing Thermal Power Unit Losses. *Power System Technology*, 44(11), 4236–4245.
6. Wang, R., Wen, X., Wang, X., Fu, Y., & Zhang, Y. (2022). Low carbon optimal operation of integrated energy system based on carbon capture technology, LCA carbon emissions and ladder-type carbon trading. *Applied Energy*, 311, 118664. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.118664>
7. Li, X., Ai, X., Hu, J., Zhou, B., & Lin, Z. (2019). Three-stage combined peak regulation strategy for nuclear-thermal-virtual power plant considering carbon trading mechanism. *Power Syst. Technol*, 43, 2460-2470.
8. Guiju, L., Hongguang, H., & Qin, S. (2019). Evaluation method for node importance in power telecommunication network based on interdependent network theory. *Power System Protection and Control*, 47(11), 143–150..
9. Li, M., Wang, Y., Tian, Y., & Liu, H. (2020, December). Deep Peak Shaving Model of Fire-storage Combination under High Permeability Wind Power Conditions. In *2020 IEEE 3rd Student Conference on Electrical Machines and Systems (SCEMS)* (pp. 674–679). IEEE. <https://doi.org/10.1109/SCEMS48876.2020.9352333>
10. Guo, Z., Zhang, R., Wang, L., Zeng, S., & Li, Y. (2021). Optimal operation of regional integrated energy system considering demand response. *Applied Thermal Engineering*, 191, 116860. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2021.116860>
11. Wang, L., Dong, H., Lin, J., & Zeng, M. (2022). Multi-objective optimal scheduling model with IGDT method of integrated energy system considering ladder-type carbon trading mechanism. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 143, 108386. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2022.108386>
12. Gao Gao, Liu Gengyuan, & Chen Caocao (2022), Probatio-Orientata Framework rationum ratiocinandi pro Urbano Conservatorium Gas emissiones in patria mea, 1. <https://doi.org/10.13776/j.cnki.resourcesindustries.20220527.014>

Список литературы:

1. Xie H. P., Wu L. X., Zheng D. Z. Prediction on the energy consumption and coal demand of China in 2025 //Journal of China Coal Society. 2019. V. 44. №7. P. 1949-1960.
2. 王国法 et al. 煤矿智能化 (初级阶段) 研究与实践 // Coal Science & Technology (0253-2336). 2019. V. 47. №8.
3. Ma Yurong. Ecological Civilization Construction and Post-epidemic Green Recovery // China Development Observatory. 2021. №05. P.:5-7.

4. Hou Q., Guan Y., Yu S. Stochastic differential game model analysis of emission-reduction technology under cost-sharing contracts in the carbon trading market // *Ieee Access*. 2020. V. 8. P. 167328-167340. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3023391>
5. Wang J., Liu W., Li S., Liu Z., Yang M., Guo H. A Method to Evaluate Economic Benefits of Power Side Battery Energy Storage Frequency/Peak Regulation Considering the Benefits of Reducing Thermal Power Unit Losses // *Power System Technology*. 2020. V. 44. №11. P. 4236-4245.
6. Wang R., Wen X., Wang X., Fu Y., Zhang Y. Low carbon optimal operation of integrated energy system based on carbon capture technology, LCA carbon emissions and ladder-type carbon trading // *Applied Energy*. 2022. V. 311. P. 118664. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.118664>
7. Li X., Ai X., Hu J., Zhou B., Lin Z. Three-stage combined peak regulation strategy for nuclear-thermal-virtual power plant considering carbon trading mechanism // *Power Syst. Technol.* 2019. V 43. P. 2460-2470.
8. Guiju L., Hongguang H., Qin S. Evaluation method for node importance in power telecommunication network based on interdependent network theory // *Power System Protection and Control*. 2019. V. 47. №11. P. 143-150.
9. Li M., Wang Y., Tian Y., Liu H. Deep Peak Shaving Model of Fire-storage Combination under High Permeability Wind Power Conditions // 2020 IEEE 3rd Student Conference on Electrical Machines and Systems (SCEMS). IEEE, 2020. P. 674-679. <https://doi.org/10.1109/SCEMS48876.2020.9352333>
10. Guo Z., Zhang R., Wang L., Zeng S., Li Y. Optimal operation of regional integrated energy system considering demand response // *Applied Thermal Engineering*. 2021. V. 191. P. 116860. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2021.116860>
11. Wang L., Dong H., Lin J., Zeng M. Multi-objective optimal scheduling model with IGDT method of integrated energy system considering ladder-type carbon trading mechanism // *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*. 2022. V. 143. P. 108386. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2022.108386>
12. 高原 et al. 面向对标的我国城市温室气体排放核算方法框架 // *资源与产业*. 2022. P. 1. <https://doi.org/10.13776/j.cnki.resourcesindustries.20220527.014>

Работа поступила
в редакцию 24.06.2022 г.

Принята к публикации
30.06.2022 г.

Ссылка для цитирования:

Li Jie Optimal Operation of Integrated Energy System Considering Demand Response Under Carbon Trading Mechanism // *Бюллетень науки и практики*. 2022. Т. 8. №8. С. 372-386. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/38>

Cite as (APA):

Li, Jie (2022). Optimal Operation of Integrated Energy System Considering Demand Response Under Carbon Trading Mechanism. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 372-386. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/38>

UDC 629.064.5

https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/39

ELECTRIC VEHICLE CHARGING SCHEDULING AND PRICING BASED ON STACKELBERG GAME

©Xiong Qiming, Jiangsu University of Science and Technology,
Zhenjiang, China, xiongqiming11@126.com

©Zhang Zongnan, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang, China

©Bazhanov A., Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia

©Zhang Qi, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang, China

©Lu Jiahao, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang, China

ПЛАНИРОВАНИЕ ЗАРЯДКИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ И ЦЕНООБРАЗОВАНИЕ НА ОСНОВЕ ИГРЫ ШТАКЕЛЬБЕРГА

©Сюн Цимин, Цзянсуский университет науки и технологии,
г. Чжэньцзян, Китай, xiongqiming11@126.com

©Чжан Цзуннань, Цзянсуский университет науки и технологий, г. Чжэньцзян, Китай

©Бажанов А., Национальный исследовательский Мордовский государственный
университет им. Н.П. Огарева, г. Саранск, Россия

©Чжан Ци, Цзянсуский университет науки и технологии, г. Чжэньцзян, Китай

©Лу Цзяхао, Цзянсуский университет науки и технологии, г. Чжэньцзян, Китай

Abstract. The disorderly charging and discharging of a large number of electric vehicles will have a serious negative impact on the safety and economic operation of the power system. In order to avoid safety problems and obtain maximum economic benefits, a master-slave game is proposed to model the maximization of profits for agents and car owners. In the upper model of the model, the optimization objective of the main body is to minimize the operating cost and minimize the load mean square error; in the lower model, the goal is to minimize the cost of electric vehicles; the particle swarm algorithm is used, and the model decoupling characteristics are used from the inside to the outside. Solve the Nash equilibrium point of the optimization model, obtain the set of optimal time-of-use electricity price and electric vehicle charging and discharging scheme, and finally obtain the global optimal pricing strategy. Various typical scenarios before and after optimization are compared and analyzed in detail through calculation examples, and the effect of the proposed model and the overall scheduling benefit are verified.

Аннотация. Беспорядочная зарядка и разрядка большого количества электромобилей окажет серьезное негативное влияние на безопасность и экономичность работы энергосистемы. Во избежание проблем с безопасностью и получения максимальной экономической выгоды предлагается игра «хозяин-раб» для моделирования максимизации прибыли агентов и автовладельцев. В старшей модели целью оптимизации основного корпуса является минимизация эксплуатационных расходов и минимизация среднеквадратичной ошибки нагрузки; в младшей модели цель — минимизировать стоимость электромобилей; используется алгоритм роя частиц и используются характеристики развязки модели изнутри наружу. Предлагается решение точки равновесия Нэша модели оптимизации, получение набора оптимальной цены на электроэнергию во время использования и схемы зарядки и разрядки электромобиля и, наконец, получение глобальной оптимальной стратегии ценообразования. Различные типичные сценарии до и после оптимизации сравниваются и

подробно анализируются с помощью примеров расчетов, а также проверяется влияние предлагаемой модели и общее преимущество планирования.

Keywords: electric vehicle, electric vehicle network access, pricing, Stackelberg game, two-tier optimization.

Ключевые слова: электромобиль, доступ к сети электромобилей, ценообразование, игра Штакельберга, двухуровневая оптимизация.

Introduction

With the increasing pressure on global resources and the environment, people have begun to actively look for alternatives to traditional fuel vehicles that use fossil fuels as the main energy source. Electric vehicles have attracted more and more attention due to their great advantages in energy saving and emission reduction. According to the research report on the electric vehicle development strategy of the Ministry of Industry and Information Technology, the number of electric vehicles in the country will reach 60 million in 2030 [1]. Such a large-scale electric vehicle, no matter what charging method is used, has a considerable impact on the economic benefits of the power grid [2-4]. Since the number of electric vehicles may be quite large, it is unrealistic for the dispatching agency to uniformly manage each electric vehicle. A more feasible solution is to establish agents in residential areas to implement decentralized management of electric vehicles. Therefore, the optimization of agent interests is another important issue. Demand-side management is a way of motivating users to adopt specific consumption patterns through price signals. It has been widely used in electricity price setting and load regulation management in power systems. Generally, by formulating a certain electricity price range, users are encouraged to respond, so as to optimize the load curve and reduce the peak-to-valley load deviation of the distribution network. a large economic benefit [5]. Therefore, the research on the impact of large-scale electric vehicles on the economic benefits of the power grid and the charging control strategy with the goal of minimizing user costs have increasingly become a hot issue of concern. At the same time, as a key part of the electric vehicle market, the income of charging station operators and the charging fees of users play an important role in the promotion and application of electric vehicles [6, 7]. Reference [8] considers user satisfaction and other factors, establishes a demand response model for electric vehicles based on time-of-use electricity prices, and uses an optimization algorithm to solve the optimal time-of-use electricity price scheme, and uses electricity price means to guide the charging and discharging behavior of electric vehicles. Reference [9] proposes an optimization model and method for the peak and valley electricity price period, and solves the optimization problem of the peak and valley electricity price period. Reference [10] takes the slow charging mode of private electric vehicles as the research object, and proposes a dual-sequence valley period maximizing orderly charging control method, which maximizes the use of valley period for charging, and does not expand the capacity of the power distribution equipment in the community. It can meet as much as possible the charging needs of residential electric vehicles for users in the community. Reference [11] proposes a charging optimization strategy based on real-time electricity prices. Electric taxis can reduce charging costs and maximize operating benefits by selecting the optimal charging time period. The above article provides guidance for the research on the orderly charging guidance strategy of electric vehicles.

This paper studies the optimization of the interests of agents and electric vehicle owners. First, agents do not need to directly intervene in the charging and discharging behavior of electric vehicles, but only need to set the charging service price at each time period as a key factor to guide the orderly

charging of electric vehicles. Second, users are no longer completely "takers" of the price, they can choose the charging time independently. More importantly, the competitive relationship between agents and users is through the stackelberg game, and the interests of all parties can be maximized at the equilibrium of the game.

In order to realize the optimal scheduling of the charging and discharging behavior of electric vehicles, it is not only necessary to formulate a reasonable electricity price incentive mechanism, but also the support of smart grid-related technologies. For the identification of electric vehicles, the transmission of recently declared information, and the issuance and execution of agent scheduling orders, it can be achieved through the effective combination of wired communication (such as optical fiber) and long-distance wireless communication. These technologies are quite mature in the field of communication and can support the realization of optimal scheduling problems for electric vehicles [12]. The steps of scheduling plan formulation are as follows.

Step 1: The owner of the vehicle should report to the agent the day before based on the usage of the electric vehicle the next day.

Step 2: Each agent first summarizes the declaration information of the car owner, and then divides the electric vehicles into sets based on the similar merged data grouping technology. And report the dispatchable capacity of each period to the system dispatching agency.

Step 3: The system scheduling agency formulates the scheduling of each agent in each time period with a given scheduling objective (such as peak shaving and valley filling, smoothing the intermittency of renewable energy power generation, etc.) according to the reporting status of each agent. plan (including charging load and discharge output), and send relevant scheduling information to each agent.

Step 4: Each agent optimizes the charging and discharging time of each electric vehicle set according to the reporting situation of the vehicle owner, and optimizes the charging and discharging time of each electric vehicle set with the goal of minimizing the deviation between the actual dispatching result of the agent and the dispatching plan determined by the system dispatching agency. The load/output deviation is sent to the system dispatcher.

Step 5: The system scheduling agency comprehensively considers the scheduling objectives and scheduling deviations of the agents, adjusts the scheduling strategy with a given rule, and sends the results to each agent; repeat steps 4 and 5 until the given rules are reached. set convergence conditions.

The revenue of the agent depends on the charging strategy of the electric vehicle, and the charging of the electric vehicle is not directly controlled by the agent, but depends on the electricity price set by the agent. Under the above framework, the key problem that the agent needs to solve is to formulate the electricity price for each time period of the next day. Different from the traditional optimization problem, according to the price agreement, the average daily electricity price is fixed. If the agent raises the electricity price in a certain period, the electricity price in other periods is bound to be lower than the average value. The smart terminal will automatically select the time period when the electricity price is low to charge. It can be seen that the relationship between the agent and the user naturally constitutes a master-slave game. Furthermore, in the market structure studied in this paper, grid companies are responsible for organizing energy transactions in the electricity market, and do not directly participate in or profit from energy management in the retail market. The interests of the power grid company are reflected in the following: the charging behavior of a large number of electric vehicles presents a deterministic load demand to the grid through the power purchase contract of the agent, which reduces the difficulty caused by random charging and discharging behavior to the grid dispatching.

Non-cooperative game models include the Cournot model based on output competition and the Bertrand model based on price competition. The Cournot model is mainly to solve the problem that the participants in the duopoly market take the behavior of output competition at the same time; the Bertrand model is mainly to take the behavior of the participants to take the price competition at the same time. Actors in both models perform decision-making actions simultaneously. The Stackelberg model belongs to a dynamic non-cooperative game, and the players participating in the game do not have the same market position, so there are time-series points in the decision-making behavior. The first movers refer to their own factors to make decision-making behaviors, and the latter movers obtain the decision information of the first movers, and then combine their own factors to make plan decisions. Stackelberg can solve the following problems:

(1) The actors participating in the game are independent and have their own relevant decision-making basis.

(2) Participation in decision-making affects at least the benefits obtained by one other participant;

(3) In the process of participating in the game, the decision-making behavior of the participants has obvious timing, and there is a difference between the two. As for the master-slave relationship.

(4) The final decision made by the participants should ensure that each participant is within an acceptable range. The core of the game problem solution is equilibrium. When the game reaches the Nash equilibrium, any participation cannot obtain higher returns by modifying its own strategy on the premise that other participants do not change their own decisions. The definition expression is that $S^* = (S_1^*, \dots, S_i^*, \dots, S_n^*)$ is the decision vector of all participants, if the condition $u_i(S_i^*, S_{-i}^*) \geq u_i(S_i, S_{-i}^*)$, $\forall S_i \in S_i$ holds, then S_i^* is a Nash equilibrium. where S_i denotes the policy set of all actors i , and S_i^* and S_{-i}^* denote the policy of player i and the policies of all players except i , respectively. The above formula shows that when the game finally reaches the Nash equilibrium, no matter how a player adjusts his strategy, he cannot obtain higher benefits.

In the pricing master-slave game, the upper decision maker is the agent, and the lower decision maker is the electric vehicle owner. The game structure is shown in Figure 1.

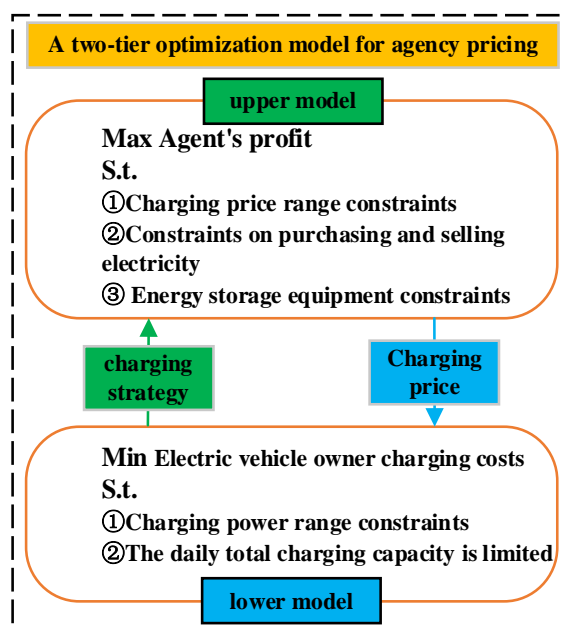


Figure 1. Schematic diagram of the master-slave game structure

The optimization problem of the agent is as follows, the decision variable is $\{c_t, E_t, E_t^+, E_t^-, r_t^+, r_t^-, z_t, u_t, \forall t\}$:

$$\max \sum_t \sum_i c_i p_{it} + \sum_t (\pi_t^- E_t^- - \pi_t^d E_t - \pi_t^+ E_t^+) \quad (1)$$

$$\text{s.t. } c_t^l \leq c_t \leq c_t^u, \forall t \quad (2)$$

$$\sum_{t=1}^T c_t / T = c_{av} \quad (3)$$

$$E_t \geq 0, 0 \leq E_t^+ \leq M z_t, \forall t \quad (4)$$

$$0 \leq E_t^- \leq r_t^- (1 - z_t), \forall t \quad (5)$$

$$\sum_i p_{it} + r_t^+ - r_t^- = E_t + E_t^+ - E_t^-, \forall t \quad (6)$$

$$0 \leq r_t^+ \leq u_t R_m^+, 0 \leq r_t^- \leq (1 - u_t) R_m^-, \forall t \quad (7)$$

$$\begin{cases} 0 \leq S_t = S_{t-1} + \eta^+ r_t^+ - r_t^- / \eta^- \leq S_{max}, \forall t \\ S_1 = S_T = S_0 \end{cases} \quad (8)$$

where: c_t is the charging price in period t ; E_t is the contracted electricity in the day-ahead market t period; E_t^+, E_t^- is the purchase and sale of electricity from the real-time market in the t period; r_t^+, r_t^- is the charging and discharging capacity of the energy storage device in the t period; z_t is a Boolean variable, representing the energy transaction status in the t period; u_t is a boolean variable, indicating the state of the energy storage device in the t period; p_{it} is the charging power of the i th electric vehicle in period t ; π_t^+, π_t^- is the real-time market purchase and sale electricity price in t period; π_t^d is the market contract electricity price before time period t ; c_t^l, c_t^u is the lowest and highest electricity price in period t ; c_{av} is the average daily electricity price; R_m^+, R_m^- is the maximum charging and discharging power of the energy storage device; η^+, η^- is the charging and discharging efficiency of the energy storage device; S_{max} is the maximum capacity of the energy storage device; S_0 is the initial capacity of the energy storage equipment; T is the total number of periods; M is a large enough normal number, which can be taken as the maximum transaction power in the real-time market.

In the above formula, the objective function formula (1) maximizes the profit of the agent. The profit of the agent consists of 4 parts, of which the first item represents the income from selling electricity to users; the second item is the income from selling electricity to the real-time market; the

third item is the cost of purchasing electricity in the day-ahead market; the fourth item is the real-time market The cost of purchasing electricity.

It is assumed that the electricity price in the day-ahead market is lower than the electricity price in the real-time market, that is $\pi_t^d < \pi_t^+$. Constraint (2) is the upper and lower bounds of pricing, and Equation (3) is the average price constraint. Constraints (4)-(6) together constitute the power balance condition. Among them, the integer variable z_t in equations (4) and (5) restricts that at most one of E_t^+ and E_t^- can be strictly greater than 0. Since the retailer's electricity sales to the real-time market is limited by the capacity of the energy storage equipment, there is $E_t^- \leq r_t^-$ considering the complementary relationship between E_t^+ and E_t^- , and there are constraints (4) (5). In fact, due to the influence of the energy storage device and the maximum charging power of electric vehicles, E_t^+ must be less than the sum of the maximum charging power of all electrical equipment. Therefore, the parameter M in equation (4) can also be taken as the sum of the maximum charging power of all electrical equipment. It should be pointed out that under normal circumstances, since the real-time market electricity price is higher than the day-ahead market electricity price in the same period, the agent will not directly purchase electricity from the real-time market in the optimal charging strategy. However, there are various uncertainties in reality, such as the temporary departure of some electric vehicles or the need for temporary charging services. When the charging strategy is implemented in a rolling optimization manner, the user information will be updated every time period, and the purchase and sale of electricity in the real-time market is retail. Providers provide a means of coping with a variety of uncertainties. Constraint (7) limits the rate of charge and discharge of the energy storage device, and the integer variable u_t restricts that at most one of r_t^+ and r_t^- is strictly greater than 0, that is, the energy storage device cannot be in the state of charging and discharging at the same time. Constraint (8) is the state of charge equation of the energy storage device, and the state of charge of the energy storage device in the last period is equal to the initial state of charge, making the state of charge (SOC) of the energy storage device periodic. $\{p_{it}\}$ is the charging power of electric vehicle i in period t , which corresponds to the optimal charging strategy of electric vehicle.

The optimization problem of the lower-level decision maker electric vehicle i in the game is as follows:

$$\{p_{it}\} = \operatorname{argmin} \sum_t c_t p_{it} \quad (10)$$

$$\text{s.t. } \sum_{t \in T_a} p_{it} = 0.9E_i^m - E_i^0 \quad (11)$$

$$0 \leq p_{it} \leq P_i^m, \forall t \in T \quad (12)$$

$$p_{it} = 0, \forall t \notin T_a, \forall i \quad (13)$$

where: E_i^m is the battery capacity of the i -th electric vehicle; E_i^0 is the initial charge of the i -th electric vehicle battery; p_i^m is the maximum charging power of the i -th electric vehicle; T_a is the charging period for the electric vehicle.

In the above formula, the objective function formula (9) represents the minimization of the self-charging cost under the electricity price given by the agent. Constraint (10) indicates that the charging amount of the electric vehicle should make the battery reach the corresponding charge level. Constraint (11) is a limit on the charging speed. Constraint (12) indicates that the charging power is 0 during the unavailable charging period.

The agent problems (1-8) and all electric vehicle problems (9-12) constitute a Stackelberg game. The game was originally proposed by Stackelberg in literature [12], literature [13] studied the solution method when the game is linear, and literature [14] extended this method to the case where the game is convex. Different from the model proposed in the literature [15], since the electricity price is given when the electric vehicle decision is made, the electric vehicle problem is a linear programming; and in the problem equations (1)-(8), since the agent needs to consider the price of the electric vehicle. reaction, Therefore, both q and q are variables, so the game problem posed by agents and electric vehicles is neither linear Sex is not convex either.

The following will simulate the game interaction process of electricity prices between agents and users based on particle swarm algorithm. Using the CPLEX solver in the YALMIP toolbox can effectively solve the complex problems between large-scale agents and car owners and can effectively solve the PSO heuristic search. The shortcomings of the randomness of the algorithm, so as to find the equilibrium point of the game.

Because the particle swarm algorithm has a fast convergence speed and a certain memory, it can well simulate the game interaction process of electricity prices between agents and users. At the same time, the collaborative optimization of individuals and groups helps to quickly find the equilibrium solution of the game; the established model It has a large number of equation constraints and fully considers the characteristics of the randomness of electric vehicles and the heterogeneity of air conditioning at the user level. It is a large-scale complex optimization problem. The CPLEX solver in the YALMIP toolbox can effectively solve large-scale complex problems. It can effectively solve the shortcomings of the randomness of the PSO heuristic search algorithm and the game model solution process is as follows:

- 1) Set the number of particle swarms and the number of iterations;
- 2) Initialize the parameters of particle swarm algorithm to generate initial particles of electricity price information;
- 3) The lower-level users use CPLEX to solve the optimal electricity consumption behavior curve according to the electricity price;
- 4) The upper-layer microgrid operator reasonably regulates the energy storage system according to the upper-layer user's electricity consumption behavior curve to realize its own maximum profit;
- 5) The maximum income of the above-layer micro-grid operator is taken as the target value of the particle fitness function. Based on the set parameters, the the velocity and position of the new particle;
- 6) Determine whether the number of iterations is reached, compare the optimal result value with the previous iteration, and if the difference is less than the accuracy, the game equilibrium solution is obtained;
- 7) If not satisfied, repeat the above (2)-(5).

In this section, the validity of the model and solution method proposed above is illustrated by an example. At the same time, the influence of factors such as the proportion of different types of electric vehicles, the capacity S_{max} of energy storage equipment and the lower limit of pricing C_{min} on the profitability of agents and the charging cost of electric vehicle owners is analyzed.

In order to facilitate the display of the calculation results, this example assumes that the electric vehicles can be divided into 3 groups after equivalent aggregation, and each group has $N=[50, 20, 10]$ electric vehicles. The rechargeable time of each group of electric vehicles is shown in Table 1

Table 1 (Y means rechargeable, N means non-rechargeable). Group 1 represents the "early departure type"; Group 2 represents the "normal schedule type"; Group 3 represents the "night shift type". The electric vehicle parameters after equivalent aggregation are shown in Table 2. Here, the "early departure and late return type" is predominant.

The market price of electricity a day ago is shown in Table 3. The electricity purchase price in the real-time market is generally higher than the electricity purchase price in the day-ahead market. In this example, it is assumed that $\pi_t^+ = \pi_t^- = 1.2\pi_t^d$. The upper limit $c_t^u = \pi_t^+$ of retail electricity price, the lower limit $c_t^l = 0.8\pi_t^d$, the average value $c_{av} = 0.5 \text{ ¥}/(kw.h)$, the parameters of energy storage equipment are shown in Table 4.

Table 1

ELECTRIC VEHICLE CHARGING PERIOD

Time	Group 1	Group 2	Group 3
1	Y	Y	N
2	Y	Y	N
3	Y	Y	N
4	Y	Y	N
5	Y	Y	N
6	Y	Y	N
7	N	Y	N
8	N	Y	N
9	N	N	Y
10	N	N	Y
11	N	N	Y
12	N	N	Y
13	N	N	Y
14	N	N	Y
15	N	N	Y
16	N	N	Y
17	N	N	Y
18	N	N	Y
19	N	N	Y
20	N	Y	Y
21	N	Y	N
22	Y	Y	N
23	Y	Y	N
24	Y	Y	N

Table 2

ELECTRIC VEHICLE PARAMETERS

parameter	Group 1	Group 2	Group 3
$E_i^m / (\text{kW} \cdot \text{h})$	36	36	36
$E_i^0 / (\text{kW} \cdot \text{h})$	12	12	12
P_i^m / kW	6	6	6

Table 3

DAY-AHEAD MARKET ELECTRICITY PRICES

<i>period</i>	<i>price/ ¥</i>	<i>period</i>	<i>price/ ¥</i>	<i>period</i>	<i>price/ ¥</i>
1	0.35	9	0.52	17	0.81
2	0.33	10	0.58	18	0.75
3	0.30	11	0.66	19	0.64
4	0.33	12	0.75	20	0.55
5	0.36	13	0.81	21	0.53
6	0.40	14	0.76	22	0.47
7	0.44	15	0.80	23	0.40
8	0.46	16	0.83	24	0.37

Table 4

PARAMETERS OF ENERGY STORAGE EQUIPMENT

R_m^+	R_m^-	S_{\max}	S_0	η^+	η^-
1500	1500	8000	3000	0.9	0.9

Using the data in Section 4.1 and using CPLEX to solve the problem, the maximum profit of the agent is 3554.45 ¥, and the optimal strategy of the agent is shown in Table 5. The charging strategy of electric vehicles is shown in Table 5

Table . Since the number and capacity of group 1 EVs are significantly more than those of the other 2 groups, it can be seen from Table 5 that the agents always set the electricity price to the upper/lower limit during the available/unavailable charging period of group 1 EVs to meet the average price . Since the real-time market power purchase price is higher than the day-ahead market, it is theoretically unnecessary to purchase power from the real-time market. This setting is to deal with uncertain factors such as the temporary departure of electric vehicles during application. On the other hand, the strategy corresponding to Table 6 minimizes the charging cost per EV, so rational car owners have no tendency to deviate from this strategy. Therefore, at the electricity price shown in Table 6, the charging of electric vehicles becomes an orderly behavior.

Table 5

RETAIL'S OPTIMAL PRICING STRATEGY

<i>T</i>	<i>price</i>	<i>Day Purchased</i>	<i>Real purchase</i>	<i>Real sales</i>	<i>power storage</i>
1	0.396	1168	0	0	3900
2	0.396	1420	0	0	4800
3	0.36	1420	0	0	5700
4	0.396	1420	0	0	6600

<i>T</i>	<i>price</i>	<i>Day Purchased</i>	<i>Real purchase</i>	<i>Real sales</i>	<i>power storage</i>
5	0.396	1000	0	0	7500
6	0.396	555.5	0	0	8000
7	0.396	0	0	0	8000
8	0.541	60	0	0	8000
9	0.541	60	0	0	8000
10	0.541	24	0	0	8000
11	0.541	0	0	200	7777.7
12	0.6	0	0	1000	6666.6
13	0.648	0	0	1000	5555.5
14	0.608	0	0	1000	4444.4
15	0.64	0	0	1000	3333.3
16	0.664	0	0	1000	2222.2
17	0.648	0	0	1000	1111.1
18	0.6	0	0	1000	0
19	0.541	0	0	0	0
20	0.541	60	0	0	0
21	0.424	333.3	0	0	300
22	0.396	1000	0	0	1200
23	0.396	1000	0	0	2100
24	0.396	1000	0	0	3000

Table 6

EVS' OPTIMAL CHARGING STRATEGIES

<i>Time</i>	<i>Group 1</i>	<i>Group 2</i>	<i>Group 3</i>
1	120	48	0
2	300	120	0
3	300	120	0
4	300	120	0
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0	0	0
8	0	0	60
9	0	0	60
10	0	0	24
11	0	0	0
12	0	0	0
13	0	0	0
14	0	0	0
15	0	0	0
16	0	0	0
17	0	0	0
18	0	0	0
19	0	0	0
20	0	0	60
21	0	0	0
22	0	0	0

Time	Group 1	Group 2	Group 3
23	0	0	0
24	0	0	0

On the premise of ensuring that the total number of electric vehicles in the three groups is constant, change the proportion of electric vehicles in each group, taking $N=[20, 10, 50]$ vehicles and $N=[20, 30, 30]$ vehicles. The results obtained are shown in Figure 2. It can be seen that under different proportions of electric vehicles, the optimal price is not the same, which is mainly affected by the proportion of electric vehicles of each charging type. When the "going out early and returning late" type is dominant, due to the large demand for charging at night, the nighttime pricing will be relatively high; when the "night shift type" is dominant, the situation is reversed. Still using the charging electricity price in Table 6, unchanged, considering the proportion of different types of electric vehicles, the obtained agent profit and optimization results are shown in Figure 3.

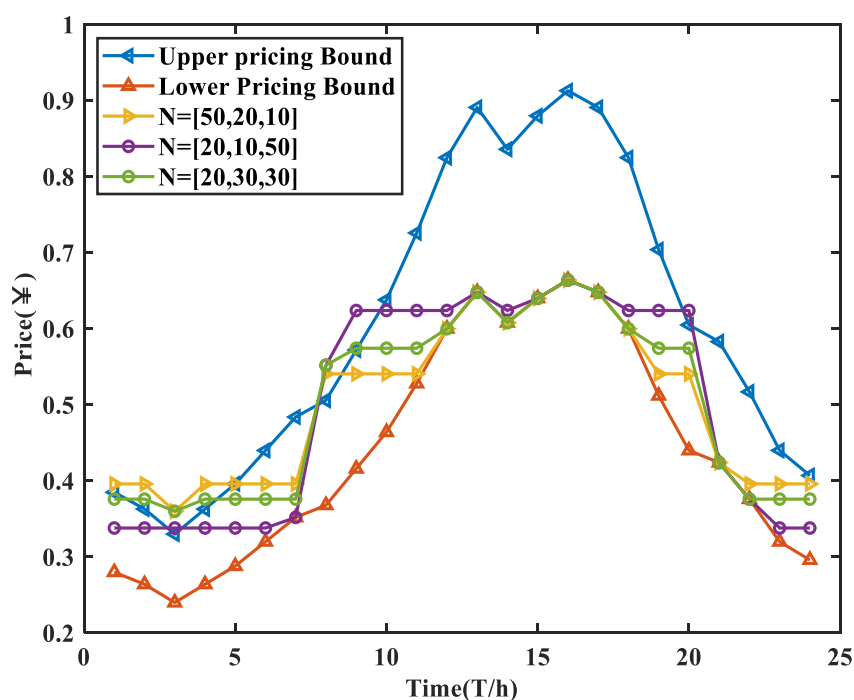


Figure 2. Real-time price sequence and upper/lower bounds under different N

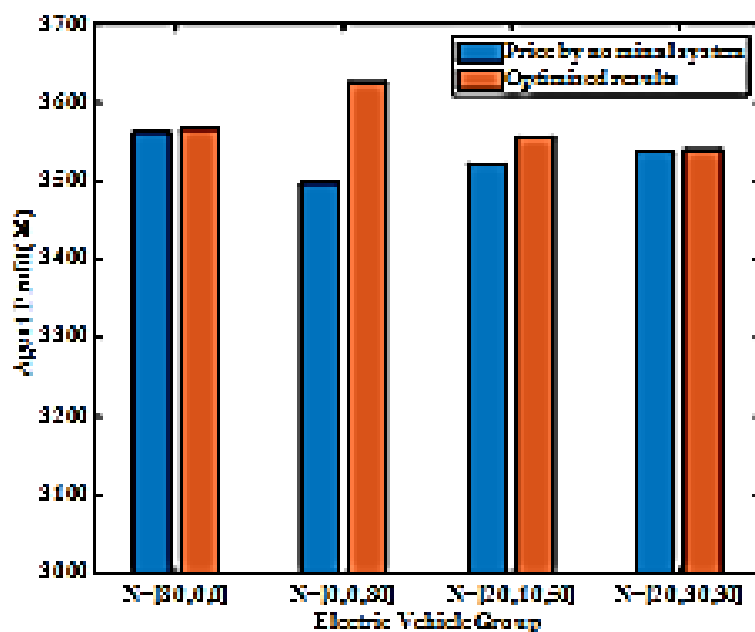


Figure 3. Comparison of retail's profit under different N and corresponding real-time price

It can be seen that, using the method in this paper, the profit of the agent is greater. At the same time, the following information can be obtained: 1) When the types of electric vehicles are concentrated (such as $N=[80,0,0]$, $N=[0,0,80]$), the profit of the agent is the highest. Evenly, the profit of the agent gradually decreases. This is because when a single type dominates, the agent can obtain the maximum profit by setting the chargeable/non-chargeable period price of the type to the highest/lowest and satisfying the average value; when the proportion of the three types is close, due to the limitation of the average value, the agent will The charging price of each time period of the merchant cannot be set too high, which will reduce its total profit. 2) When the "night shift type" is dominant, the profit of the agent is greater than that when the "early departure type" or "normal work and rest type" is dominant. This is because the charging time of the "night shift type" is during the day, and the real-time market electricity price during the day is higher than that at night, so the pricing cap is also higher than at night, so the agent can set the price higher to get more profit .

It can be seen from Figure 4 **Ошибка! Источник ссылки не найден.** that the cost of purchasing electricity from the dealer is lower than the cost of purchasing electricity directly from the real-time market, which is beneficial to the implementation of the dealer management method. At the same time, when the "night shift type" dominates, the charging cost of car owners increases significantly. This is because the charging time of the "night shift type" is during the day, and the agent can set the charging price higher to obtain greater profits, which also increases the charging cost of electric vehicle owners. However, car owners still benefit from this point of view, as the cost of charging is still lower than the cost of buying electricity directly from the real-time market.

The above results show that the electricity price of agents determined according to the method proposed in this paper is related to the needs of users. This pricing method has better flexibility than using a constant electricity price. Influence of energy storage equipment capacity on optimal solution

Let S_{max} vary from 6000 *kw.h* to 30000 *kw.h* ,The change of agent profit is shown in Figure 5.

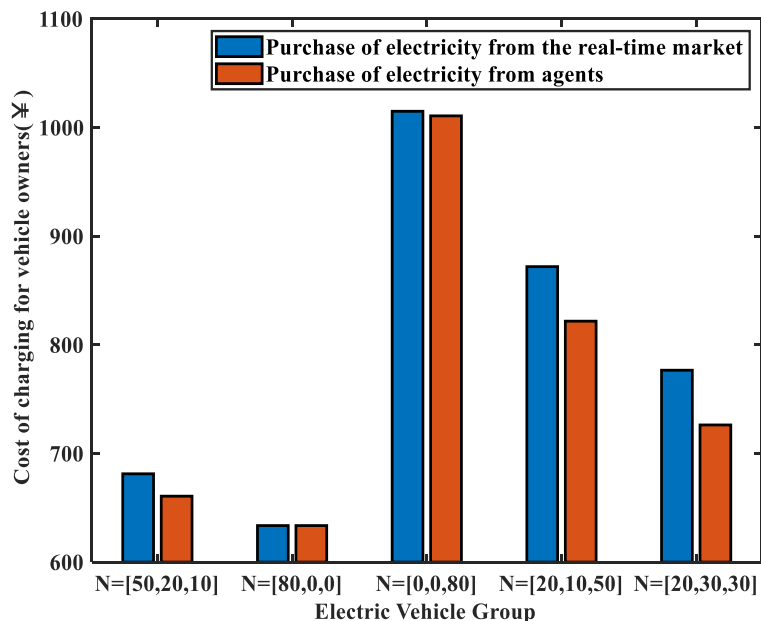


Figure 4. Comparison of consumers' cost under different N and corresponding real-time price

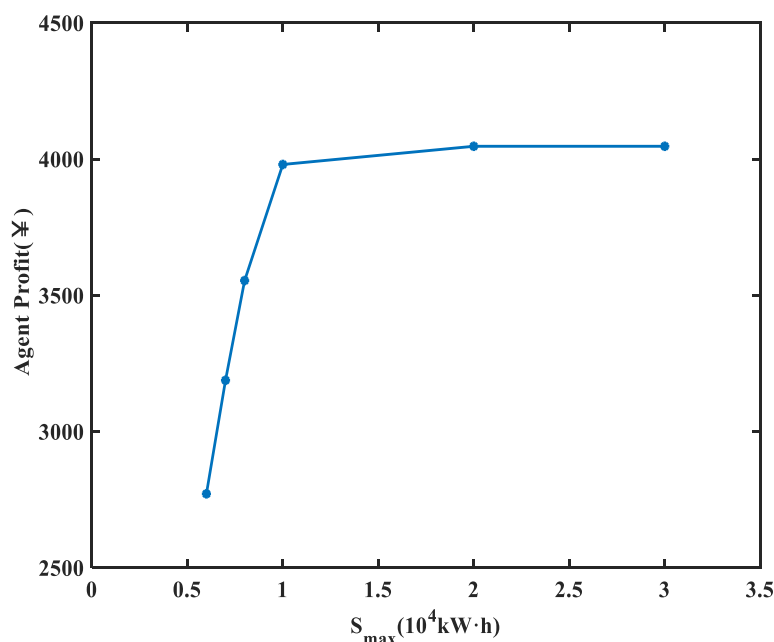


Figure 5. Comparison of retail's profit under different S_{max}

It can be seen from Figure 5 that with the increase of the maximum capacity S_{max} of the energy storage equipment, the profit of the agent first increases and then remains unchanged. When S_{max} increases to a certain level, more capacity cannot be used due to the limitation of the charging and discharging rate of the energy storage device, so the profit of the agent reaches saturation.

Change the lower limit of pricing, from 0.6 times the day-ahead market contract electricity price to 0.9 times the day-ahead market electricity price, the profit of the agents and the changes in the charging cost of electric vehicle owners are shown in Figure 6 and Figure 7.

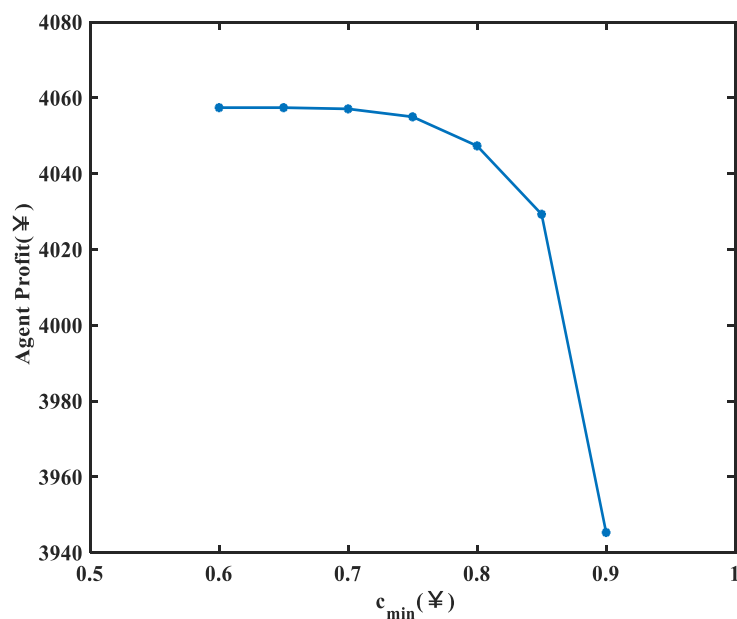


Figure 6. Comparison of retail's profit under different floor price

It can be seen from Figure 5 and Figure 6 that with the increase of the lower limit of pricing, the pricing of the non-charging period or the charging period of less electric vehicles will increase. Due to the limitation of the average price, the pricing of charging periods of many electric vehicles will decrease, and the profit of the agent will decrease, the owner's charging cost has dropped. Therefore, in order to protect the interests of agents and not harm the interests of car owners, the lower limit of pricing cannot be too high or too low, and an appropriate value should be selected comprehensively. After a large number of electric vehicles are widely used, if they are allowed to charge in disorder, it will threaten the safety and economic operation of the power system. On the other hand, the energy storage characteristics of electric vehicle batteries help to improve the safety and economy of system operation. In this way, how to optimally schedule and control the charging and discharging process of electric vehicles to maximize economic benefits and minimize negative impacts has become an important issue worthy of study. In this context, this paper constructs a Stackelberg game scheduling architecture model for electric vehicles and agents. Considering the response of electric vehicle charging strategy to price, it can reduce user costs and achieve a win-win situation for agents and car owners. The particle swarm algorithm has a fast convergence speed and a certain memory. It can well simulate the game interaction process of electricity prices between agents and users. At the same time, the collaborative optimization of individuals and groups helps to quickly find the equilibrium solution of the game and can find the most optimal solution. optimal pricing strategy. A numerical example verifies the effectiveness of the method proposed in this paper. The calculation results show that the electric vehicle charging electricity price should change with the demand to improve the profit of the agent. Increasing the capacity of energy storage equipment within a certain range is another effective way for agents to increase revenue.

References:

1. Zhang, W., Wu, B., Li, W., & Lai, X. (2009). Discussion on development trend of battery electric vehicles in China and its energy supply mode. *Power System Technology*, 33(4), 1-5.
2. Li, Z., Guo, Q., Sun, H., & Xin, S. (2014). Real-time charging optimization method considering vehicle charging prediction. *Automation of Electric Power Systems*, 38(9), 61-68.

3. Zhang, M., Tian, L., & Yang, S. (2014). Influence of electric vehicle charging load distribution on power grid. *Power Syst. Protect. Control*, 42(21), 86-92.
4. Wang, J., Wu, K., Liu, Z., Wu, K., & Sun, W. (2013). Impact of electric vehicle charging on distribution network load and coordinated control. *Electric Power Automation Equipment*, 33(8), 47-52.
5. Xiang-ting, C., Yu-hui, Z., Wei, D., Jie-bin, T., & Yu-xiao, G. (2010, September). Design of intelligent Demand Side Management system respond to varieties of factors. In *CICED 2010 Proceedings* (pp. 1-5). IEEE.
6. Fengquan, Z., Zhanwei, L., Xiaolei, W., Xiaohui, Y., & Yishan, X. (2010). Discussion on operation mode to the electric vehicle charging station. *Power System Protection and Control*, 38(21), 63-66.
7. Wang, D., Guan, X., Wu, J., & Gao, J. Y. (2014). Vehicle driving pattern based modeling and analysis of centralized charging/discharging strategy for plug-in electric vehicles. *Power System Technology*, 38(9), 2322-2327.
8. Lu, Mengkuo (2014). Research on time-of-use electricity price suitable for charging and discharging of electric vehicles. Beijing: North China Electric Power University.
9. Ge, S., Wang, L., Liu, H., Feng, L., Huang, M., & Zhu, T. (2013). An optimization model of peak-valley price time-interval considering vehicle-to-grid. *Power System Technology*, 37(8), 2316-2321.
10. Su, H., & Liang, Z. (2015). Orderly charging control based on peak-valley electricity tariffs for household electric vehicles of residential quarter. *Electric Power Automation Equipment*, 35(6), 17-22.
11. Yang, Z., Sun, L., Chen, J., Yang, Q., Chen, X., & Xing, K. (2014). Profit maximization for plug-in electric taxi with uncertain future electricity prices. *IEEE Transactions on Power Systems*, 29(6), 3058-3068. <https://doi.org/10.1109/TPWRS.2014.2311120>
12. Yao, W., Zhao, J., Wen, F., Xue, Y., & Xin, J. (2012). A charging and discharging dispatching strategy for electric vehicles based on bi-level optimization. *Automation of Electric Power Systems*, 36(11), 30-37.
13. Von Stackelberg, H. (1934). *Marktform und gleichgewicht*. J. springer.
14. Anandalingam, G., & White, D. J. (1990). A solution method for the linear static Stackelberg problem using penalty functions. *IEEE Transactions on automatic control*, 35(10), 1170-1173. <https://doi.org/10.1109/9.58565>
15. Shimizu, K., & Lu, M. (1995). A global optimization method for the Stackelberg problem with convex functions via problem transformation and concave programming. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 25(12), 1635-1640. <https://doi.org/10.1109/21.478451>

Список литературы:

1. Zhang W., Wu B., Li W., Lai X. Discussion on development trend of battery electric vehicles in China and its energy supply mode // *Power System Technology*. 2009. V. 33. №4. P. 1-5.
2. Li Z., Guo Q., Sun H., Xin S. Real-time charging optimization method considering vehicle charging prediction // *Automation of Electric Power Systems*. 2014. V. 38. №9. P. 61-68.
3. Zhang M., Tian L., Yang S. Influence of electric vehicle charging load distribution on power grid // *Power Syst. Protect. Control*. 2014. V. 42. №21. P. 86-92.
4. Wang J., Wu, K., Liu Z., Wu K., Sun W. Impact of electric vehicle charging on distribution network load and coordinated control // *Electric Power Automation Equipment*. 2013. V. 33. №8. P. 47-52.

5. Xiang-ting C. et al. Design of intelligent Demand Side Management system respond to varieties of factors // CICED 2010 Proceedings. IEEE, 2010. P. 1-5.
6. Fengquan Z., Zhanwei L., Xiaolei W., Xiaohui Y., Yishan X. Discussion on operation mode to the electric vehicle charging station // Power System Protection and Control. 2010. V. 38. №21. P. 63-66.
7. Wang D., Guan X., Wu J., Gao J. Y. Vehicle driving pattern based modeling and analysis of centralized charging/discharging strategy for plug-in electric vehicles // Power System Technology. 2014. V. 38. №9. P. 2322-2327.
8. Lu Mengkuo. Research on time-of-use electricity price suitable for charging and discharging of electric vehicles. Beijing: North China Electric Power University, 2014.
9. Ge S., Wang L., Liu H., Feng L., Huang M., Zhu T. An optimization model of peak-valley price time-interval considering vehicle-to-grid // Power System Technology. 2013. V. 37. №8. P. 2316–2321.
10. Su H., Liang Z. Orderly charging control based on peak-valley electricity tariffs for household electric vehicles of residential quarter // Electric Power Automation Equipment. 2015. V. 35. №6. P. 17-22.
11. Yang Z., Sun L., Chen J., Yang Q., Chen X., Xing K. Profit maximization for plug-in electric taxi with uncertain future electricity prices // IEEE Transactions on Power Systems. 2014. V. 29. №6. P. 3058-3068. <https://doi.org/10.1109/TPWRS.2014.2311120>
12. Yao W., Zhao J., Wen F., Xue Y., Xin J. A charging and discharging dispatching strategy for electric vehicles based on bi-level optimization // Automation of Electric Power Systems. 2012. V. 36. №11. P. 30-37.
13. Von Stackelberg H. Marktform und gleichgewicht. J. springer, 1934.
14. Anandalingam G., White D. J. A solution method for the linear static Stackelberg problem using penalty functions // IEEE Transactions on automatic control. 1990. V. 35. №10. P. 1170-1173. <https://doi.org/10.1109/9.58565>
15. Shimizu K., Lu M. A global optimization method for the Stackelberg problem with convex functions via problem transformation and concave programming // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. 1995. V. 25. №12. P. 1635-1640. <https://doi.org/10.1109/21.478451>

Работа поступила
в редакцию 25.06.2022 г.

Принята к публикации
30.06.2022 г.

Ссылка для цитирования:

Xiong Qiming, Zhang Zongnan, Bazhanov A., Zhang Qi, Lu Jiahao Electric Vehicle Charging Scheduling and Pricing Based on Stackelberg Game // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 387-402. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/39>

Cite as (APA):

Xiong, Qiming, Zhang, Zongnan, Bazhanov, A., Zhang, Qi, & Lu, Jiahao (2022). Vehicle Charging Scheduling and Pricing Based on Stackelberg Game. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 387-402. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/39>

УДК 678.046.3: 536.495:662.998-4

https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/40

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ТЕПЛОСТОЙКОСТЬ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

©*Чимчикова М. К.,* Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, г. Бишкек, Кыргызстан, *sku60@inbox.ru*

©*Карпукхин А. А.,* д-р техн. наук, Московский государственный университет дизайна и технологии, г. Москва, Россия, *karpuhin1@gmail.com*

EFFECT OF MINERAL FILLERS ON HEAT RESISTANCE OF POLYMER COMPOSITE MATERIALS

©*Chimchikova M.,* Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov, Bishkek, Kyrgyzstan, *sku60@inbox.ru*

©*Karpukhin A.,* Dr. habil., Moscow State University of Design and Technology, Moscow, Russia, *karpuhin1@gmail.com*

Аннотация. Изучены теплофизические свойства композиционных материалов на основе термоэластопластов. Исследованы закономерности изменения теплостойкости композитов в зависимости от содержания введенных минеральных наполнителей (базальта, волластонита). При выборе наполнителей особое внимание уделялось получению композитов с улучшенными теплофизическими свойствами. Из многообразия существующих минералов Кыргызстана, исходя из их свойств (в частности устойчивость при высоких температурах) и доступности сырья, для дальнейших исследований были выбраны базальт и волластонит. Полученные экспериментальные результаты показали, что возрастание показателя теплостойкости, наблюдается во всех композициях ТЭП, наполненных базальтовой и волластонитовой крошками, короткими базальтовыми волокнами по квадратичной параболе, что объясняется, прежде всего, высокой температурой плавления применяемых минеральных наполнителей, а также содержанием в их составе диоксида кремния, обеспечивающего низкую влагоемкость. Причем в композициях с волластонитовой крошкой быстрее, чем в других. Плотность является важным показателем, который влияет на прочность, растяжимость, твердость и ряд других свойств. Определение плотности производилось в соответствии с государственными стандартами, описывающими особенности гидростатического взвешивания. Также экспериментально установлено, что рост объемной доли дисперсной фазы приводит к возрастанию плотности композита. Введение в композицию до 14 объемных процентов наполнителей приводит к повышению плотности на 10 и 15% для базальтового наполнителя, и на 17% для волластонитового наполнителя. Дальнейшее увеличение количества наполнителя в композиции (выше 14 объемных %) приводит к росту вязкости. Это затрудняет переработку композиционного материала. Полученные экспериментальные данные позволяют выбрать оптимальное содержание минеральных наполнителей в составе полимерного композиционного материала, обеспечивающее требуемые эксплуатационные свойства материалов низа обуви.

Abstract. The thermophysical properties of composite materials based on thermoplastic elastomers have been studied. The regularities of changes in the heat resistance of composites depending on the content of introduced mineral fillers (basalt, wollastonite) have been studied. When choosing fillers, special attention was paid to obtaining composites with improved thermophysical

properties. From the variety of existing minerals in Kyrgyzstan, based on their properties (in particular, stability at high temperatures) and the availability of raw materials, basalt and wollastonite were chosen for further research. The obtained experimental results showed that an increase in the heat resistance index is observed in all TPE compositions filled with basalt and wollastonite chips, short basalt fibers along a quadratic parabola, which is primarily due to the high melting point of the mineral fillers used, as well as the content of silicon dioxide in their composition. providing low moisture content. Moreover, in compositions with wollastonite chips faster than in others. Density is an important indicator that affects strength, extensibility, hardness and a number of other properties. Density determination was carried out in accordance with state standards describing the features of hydrostatic weighing. It has also been experimentally established that an increase in the volume fraction of the dispersed phase leads to an increase in the density of the composite. The introduction of up to 14 volume percent of fillers into the composition leads to an increase in density by 10 and 15% for basalt filler, and by 17% for wollastonite filler. A further increase in the amount of filler in the composition (above 14% by volume) leads to an increase in viscosity. This makes it difficult to process the composite material. The experimental data obtained make it possible to choose the optimal content of mineral fillers in the composition of the polymer composite material, which provides the required performance properties of the shoe bottom materials.

Ключевые слова: полимерные композиционные материалы, наполнители, термоэластопласты, базальт, волластонит.

Keywords: polymer composite materials, fillers, thermoplastic elastomers, basalt, wollastonite.

Введение

Все больше в мире во многих областях промышленности применяют синтетические материалы, что объясняется их меньшей стоимостью и широким спектром разнообразных свойств. Одним из путей создания новых композиционных материалов с требуемыми значениями потребительских и технологических свойств является подбор и варьирование содержания составляющих компонентов и технологических параметров.

В работе исследованы синтетические материалы на основе термоэластопластов (ТЭП). Преимуществами данного материала являются устойчивость к агрессивным средам, хорошие электроизоляционные показатели, возможность переработки отходов производства, высокий коэффициент трения по асфальту, мокрым дорогам и снегу, однако с повышением (более +500) и понижением (менее -400) температуры свойства ТЭП ухудшаются.

Целью исследования является установление закономерностей изменения теплостойкости композиционных материалов на основе ТЭП в зависимости от количества введенных минеральных наполнителей [1].

Материал и методы исследования

Геологическое разнообразие территории Кыргызстана обусловлено столкновением на его территории различных горных массивов. В результате этих столкновений произошел вынос на поверхность огромного количества разнообразных горных пород и минералов [2]. На ее территории имеются запасы следующих полезных ископаемых (минералов): ангидрит, аметист, антимонит, гипс, горный хрусталь, кальцит, киноварь, малахит, пирит, топаз, турмалин, хайдарканит, халькозин халькопирит, волластонит, базальт и др.

При выборе наполнителей особое внимание уделялось получению композитов с улучшенными теплофизическими свойствами. Из многообразия существующих минералов Кыргызстана, исходя из их свойств (в частности устойчивость при высоких температурах) и доступности сырья, для дальнейших исследований выбраны базальт и волластонит.

К теплофизическим свойствам полимеров относят теплостойкость, термостойкость, жаростойкость, теплопроводность, теплоемкость и морозостойкость. В случае пластических масс и материалов на основе эластомеров именно эти характеристики определяют возможность использования этих материалов для изготовления из них разнообразных изделий и, также, стойкость изделий из этих материалов при их эксплуатации [3].

Существуют различные стандартные методы определения теплостойкости полимерных композиционных материалов, такие как метод Вика, метод Мартенса и др. В работе теплостойкость определялась в соответствии с требованиями ГОСТ 15088-2014 (ISO 306:2004), который определяет особенности метода, позволяющего размягчать термопласты (так называемый метод Вика). Особенностью метода [4], описанного в вышеуказанном стандарте, является процесс оценки величины температуры, при которой индентор стандартного вида, но имеющий плоское основание, нагружается и погружается в исследуемый образец материала, который, в свою очередь, нагревается с неизменной скоростью, на величину порядка 1 мм. В Таблице представлены экспериментальные результаты теплостойкости и плотности ТЭП и наполненных композиций на основе термоэластопласта.

Возрастание показателя теплостойкости, как видно из графика, наблюдается во всех композициях ТЭП, наполненных базальтовой и волластонитовой крошками, короткими базальтовыми волокнами (Рисунок 1) по квадратичной параболе, что объясняется, прежде всего, высокой температурой плавления применяемых минеральных наполнителей, а также содержанием в их составе диоксида кремния, обеспечивающего низкую влагоемкость. Причем в композициях с волластонитовой крошкой быстрее, чем в других (коэффициенты при x^2 в линиях тренда примерно 0,06 и 0,07 у 1–2, а для 3-го — 0,09).

Таблица

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОСТОЙКОСТИ КОМПОЗИТОВ

Количество наполнителя, (об) %	Теплостойкость, °С	Плотность, г/см ³
Композиции с базальтовой крошкой		
0	50	0,90
1,7	54	0,92
3,5	59	0,94
5,2	66	0,95
6,9	71	0,96
8,6	78	0,97
10,3	85	0,98
12,0	92	0,99
13,8	102	0,99
Композиции с короткими базальтовыми волокнами		
0	50	0,90
1,7	56	0,93
3,5	62	0,95
5,2	69	0,96
6,9	73	0,97

Количество наполнителя, (об) %	Теплостойкость, °С	Плотность, г/см ³
8,6	80	0,98
10,3	88	0,99
12,0	94	1,01
13,8	105	1,02
Композиции с волластонитовой крошкой		
0	50	0,90
1,7	57	0,93
3,5	65	0,95
5,2	72	0,97
6,9	77	0,98
8,6	86	1,01
10,3	95	1,03
12,0	103	1,04
13,8	112	1,05

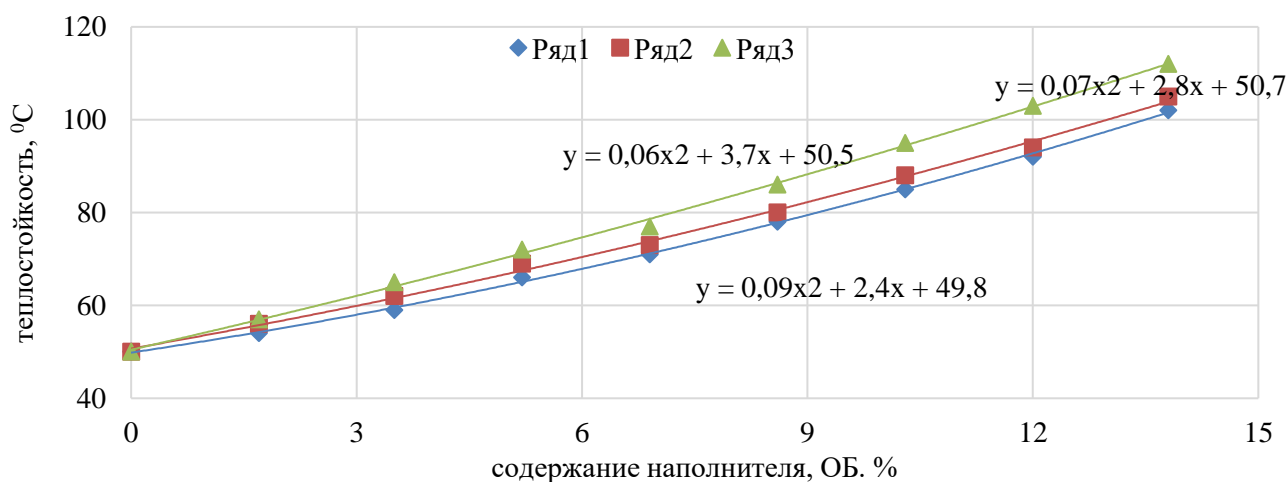


Рисунок 1. Теплостойкость композиций: 1 - композиции с базальтовой крошкой; 2 – композиции с короткими базальтовыми волокнами; 3 – композиции с волластонитовой крошкой

Свойства будущих композитов определяют не только особенности материала, используемого для наполнения композита, но и такие параметры частиц, как их размеры и форма. Шероховатая форма применяемых кристаллов снижает степень подвижности полимера и наполнителя друг относительно друга, что влияет на степень их усадки и растрескивания, за счет микроармирующего эффекта и, тем самым, улучшают теплофизические свойства. Введение в композицию до 14 объемных процентов силикатных наполнителей приводит к повышению теплостойкости термоэластопласта с 50 °С до 102–105 °С при введении базальтового наполнителя и на 120% — при введении волластонитовой крошки.

Плотность является важным показателем, который влияет на прочность, растяжимость, твердость и ряд других свойств. Определение плотности производилось в соответствии с ГОСТ Р 56679–2015, описывающим особенности гидростатического взвешивания [6].

На Рисунке 1 экспериментальные результаты теплостойкости представлены в графическом виде. На рисунке 2 экспериментальные результаты для плотности представлены в графическом виде.

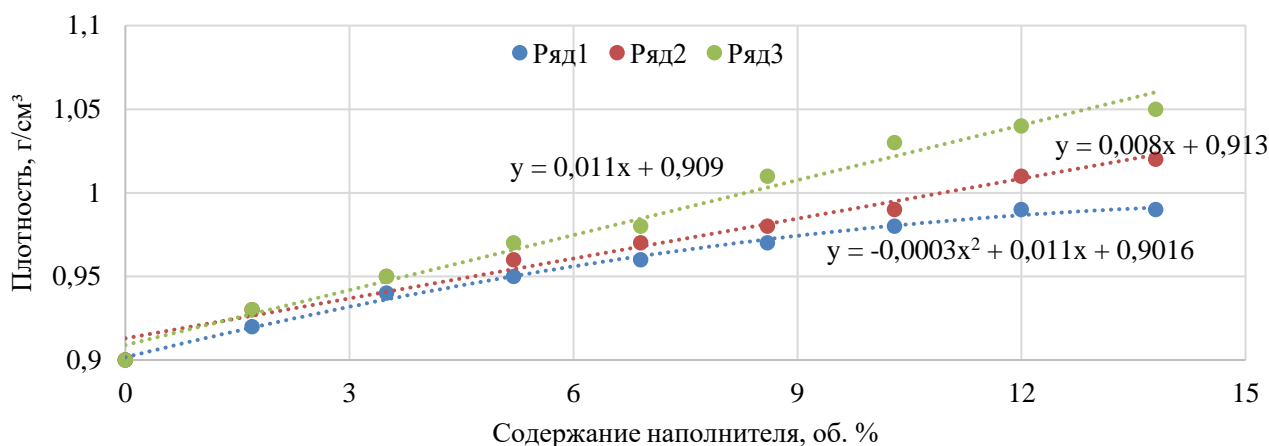


Рисунок 2. Характер изменения плотности: 1 — композиции с базальтовой крошкой; 2 — композиции с короткими базальтовыми волокнами; 3 — композиции с волластонитовой крошкой

Как видно из Рисунка 2, вначале кривые 2 и 3 практически совпадают, затем наблюдается уменьшение возрастания кривой 2. Усредненные графики тренда прямолинейные. В отличие от них возрастание кривой 1 происходит медленнее и при содержании базальтовой крошки в количестве 3–4 об. % начинает изменяться не линейным образом (линия тренда становится параболой).

Выводы

Эксперименты показали, что возрастание показателя теплостойкости, наблюдается во всех композициях ТЭП, наполненных базальтовой и волластонитовой крошками, короткими базальтовыми волокнами (рис. 1) по квадратичной параболе, что объясняется, прежде всего, высокой температурой плавления применяемых минеральных наполнителей, а также содержанием в их составе диоксида кремния, обеспечивающего низкую влагоемкость. Причем в композициях с волластонитовой крошкой быстрее, чем в других

Рост объемной доли дисперсной фазы приводит к возрастанию плотности композита. Введение в композицию до 14 объемных процентов наполнителей приводит к повышению плотности на 10 и 15% для базальтового наполнителя, и на 17% для волластонитового наполнителя. Дальнейшее увеличение количества наполнителя в композиции (выше 14 объемных %) приводит к росту вязкости. Это затрудняет переработку композиционного материала.

Полученные экспериментальные данные позволяют выбрать оптимальное содержание минеральных наполнителей в составе полимерного композиционного материала, обеспечивающее требуемые эксплуатационные свойства материалов низа обуви.

Список литературы:

1. Захаров А. В., Козырева С. В. Разработка нефтяных и газовых месторождений. Гомель, 2013. 144 с.
2. ГОСТ 15088-2014 (ISO 306:2004) Межгосударственный стандарт «Пластмассы. Метод определения температуры размягчения термопластов по Вика». 2014. 27 с.
3. Мельниченко М. А., Ершова О. В., Чупрова Л. В. Влияние состава наполнителей на свойства полимерных композиционных материалов // Молодой ученый. 2015. №16 (96). С. 199-202.

4. ГОСТ Р 56679-2015 Национальный стандарт Российской Федерации «Композиты полимерные. Метод определения пустот». 2015. 32 с.
5. Jin X., Guo N., You Z., Wang L., Wen Y., Tan Y. Rheological properties and micro-characteristics of polyurethane composite modified asphalt // *Construction and Building Materials*. 2020. V. 234. P. 117395. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117395>
6. Senthilkumar K., Saba N., Rajini N., Chandrasekar M., Jawaid M., Siengchin S., Alotman O. Y. Mechanical properties evaluation of sisal fibre reinforced polymer composites: A review // *Construction and Building Materials*. 2018. V. 174. P. 713-729.

References:

1. Zakharov, A. V., & Kozyreva, S. V. (2013). *Razrabotka neftyanykh i gazovykh mestorozhdenii*. Gomel. (in Russian).
2. GOST 15088–2014 (ISO 306:2004) *Mezhhgosudarstvennyi standart “Plastmassy. Metod opredeleniya temperatury razmyagcheniya termoplastov po Vika”*. 2014. (in Russian).
3. Mel'nichenko, M. A., Ershova, O. V., & Chuprova, L. V. (2015). Vliyanie sostava napolnitelei na svoistva polimernykh kompozitsionnykh materialov. *Molodoi uchenyi*, (16 (96)), 199–202. (in Russian).
4. GOST R 56679–2015 *Natsional'nyi standart Rossiiskoi Federatsii “Kompozity polimernye. Metod opredeleniya pustot”*. 2015. (in Russian).
5. Jin, X., Guo, N., You, Z., Wang, L., Wen, Y., & Tan, Y. (2020). Rheological properties and micro-characteristics of polyurethane composite modified asphalt. *Construction and Building Materials*, 234, 117395. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117395>
6. Senthilkumar, K., Saba, N., Rajini, N., Chandrasekar, M., Jawaid, M., Siengchin, S., & Alotman, O. Y. (2018). Mechanical properties evaluation of sisal fibre reinforced polymer composites: A review. *Construction and Building Materials*, 174, 713–729.

*Работа поступила
в редакцию 01.06.2022 г.*

*Принята к публикации
05.06.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Чимчикова М. К., Карпукхин А. А. Влияние минеральных наполнителей на теплостойкость полимерных композиционных материалов // *Бюллетень науки и практики*. 2022. Т. 8. №8. С. 403-408. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/40>

Cite as (APA):

Chimchikova, M., & Karpukhin, A. (2022). Effect of Mineral Fillers on Heat Resistance of Polymer Composite Materials. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 403-408. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/40>

UDC 330+004

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/41>

JEL classification: C1; F13; F36

**IMPACT OF UZBEKISTAN'S DEVELOPMENT STRATEGY 2017-2021
ON CENTRAL ASIAN ECONOMIC INTEGRATION**

©*Jumaev E., Ph.D., Sakarya University, Serdivan, Turkey*

©*Bakirtas T., Dr. habil., Sakarya University, Sakarya, Turkey, bakirtas@sakarya.edu.tr*

**ВЛИЯНИЕ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ УЗБЕКИСТАНА НА 2017-2021 ГОДЫ
НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ИНТЕГРАЦИЮ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ**

©*Джумаев Э., Ph.D., Университет Сакарья, Сердиван, Турция*

©*Бакыртай Т., д-р экон. наук, Университет Сакарья, Сердиван, Турция*

Abstract. This article explores the economical processes that determine the sustainable development of the state and society are directly related to the internal and external factors of the Central Asian countries. In this sense, the Uzbek society over the past five years has been oriented towards effective and comprehensive cooperation with the countries of Central Asia in the development of regional issues, the development of good neighbourly relations, the recognition of common values and interests in one place — a common goal. Regional integration of the Central Asia requires deep understanding national interests and common aims of countries in this region.

Аннотация. В данной статье исследуются экономические процессы, определяющие устойчивое развитие государства и общества, напрямую связанные с внутренними и внешними факторами стран Центральной Азии. В этом смысле узбекское общество на протяжении последних пяти лет ориентировано на эффективное и всестороннее сотрудничество со странами Центральной Азии в решении региональных вопросов, развитие добрососедских отношений, признание общих ценностей и интересов в одном месте. Региональная интеграция Центральной Азии требует глубокого понимания национальных интересов и общих целей стран этого региона.

Keywords: Central Asia, economic integration, economic cooperation, regional unity, diversification, green energy, stability.

Ключевые слова: Центральная Азия, экономическая интеграция, экономическое сотрудничество, региональное единство, диверсификация, зеленая энергия, стабильность.

Introduction

Central Asia is a region of great geostrategic and geoeconomics importance. More than 74 million people live here. Their history and culture, the economy and infrastructure of our countries are intertwined.

Under the leadership of President Shavkat Mirziyoyev, Uzbekistan is pursuing an active and pragmatic policy based on the principles of friendship and good neighborliness with the countries of the region. In particular, in recent years, bilateral and multilateral cooperation in the political, trade, economic, transport and logistics, as well as cultural and humanitarian spheres is developing rapidly.

At the initiative of the head of our state, a fundamentally new political environment has been created in Central Asia in a historically short period of time.

Modern trends in trade and economic relations between the countries of the world call for an in-depth study of the issues of the international division of labor and the effective use of specialization opportunities. The task of national economies is to constantly improve their foreign economic policy by deepening effective integration into the world community.

The main principles of regional cooperation are: a) equality; b) voluntariness; c) mutual trust and respect; d) adherence to national and universal values; e) principles of non-interference in internal affairs. Regional cooperation as a complex historical process consists of a system of economic, cultural, social and political cooperation, which are closely intertwined.

The Action Strategy for the five priority areas of development of the Republic of Uzbekistan for 2017–2021, adopted at the initiative of Sh. Mirziyoyev, defines the formation of an environment of security, stability and good neighborliness around Uzbekistan as one of the priorities in foreign policy. Of course, the successful implementation of tasks in this area largely depends on the development of cooperation in the Central Asian region [1].

As part of the strategy, strategically important programs have been adopted to develop and strengthen mutually beneficial cooperation in the security, socio - cultural and political spheres in the region.

Economic integration factors of Central Asian countries

Over the past five years, the foreign trade turnover of Central Asian countries has been changing dynamically. In particular, the total trade turnover between the Central Asian countries in 2016 amounted to 24232.2 million. USD, in 2017 these expenditures amounted to 26566.1 mln. USD, in 2018 — 33815.3 mln. USD, in 2019 — 41751 mln. USD, in 2020 — 36299.3 mln. In 2021, this figure reached 10,322.4 million USD [2].

In other words, in 2021, the volume of exports to the countries of Central Asia increased by 21% compared to the same period last year. During this period, the share of Central Asian countries in the total volume of exports of Uzbekistan increased significantly — 19.9%, i.e. almost a fifth of exports went to countries in the region (<https://www.trademap.org/CentralAsia>).

The dynamics of Uzbekistan's exports to Central Asia is also becoming more positive from year to year. For example, according to the analysis of the State Statistics Committee of the Republic of Uzbekistan, the total volume of exports for these regions in 2016 was 12094.6 million US dollars, in 2017 — 12553.7 million US dollars. US dollars, in 2018 — 14,257.9 million US dollars. US dollars, in 2019 it will amount to 14758.7 million US dollars, in 2020 — 15127.7 million US dollars. USD and in the first quarter of 2021 3482 million USD (<https://www.stat.uz/>). At a time when the countries of the region are determined to overcome the socio-economic consequences of the COVID-19 pandemic, which is a very dangerous epidemic, long-term cooperation, integration and stability in key regional areas are relevant and strategically important. trying to take action.

For example, if we look at last year, about \$150 million worth of cars were exported to the countries of Central Asia, which is more than 85% of all car exports. There are great prospects for further increasing Uzbekistan's exports to Central Asian markets. It should be noted that in 2020, the total foreign trade turnover of the countries of the region amounted to \$142.6 billion, of which \$12.7 billion or 8.9% falls on domestic regional trade.

Due to the new foreign policy course put forward by the President of the Republic of Uzbekistan, a reliable basis has been created for the development of trade, economic and investment

ties and cooperation in the field of transport between the countries of Central Asia. At the same time, our country is actively expanding mutually beneficial ties within other Asian countries.

A market of 75.3 million people will be formed in Central Asia. In 2020, the region's gross domestic product was \$ 291.1 billion and foreign trade turnover was \$ 142.5 billion (Table 1).

Table 1

INTERACTION BETWEEN CENTRAL ASIAN STATES IN 2020
 (with goods) sales (million dollars)
<https://cuti.cc/NZMp5>

<i>Central Asian countries</i>	<i>Kazakhstan</i>	<i>Kyrgyzstan</i>	<i>Tajikistan</i>	<i>Turkmenistan</i>	<i>Uzbekistan</i>	<i>TOTAL</i>	<i>The share of domestic regional trade in the total foreign trade turnover of Central Asia (%)</i>
Kazakhstan	-	796,2	791,4	128,0	2916,5	4632,1	5,5
Kyrgyzstan	794,1	-	37,3	11,8	341,3	1184,5	21,0
Tajikistan	909,7	36,8	-	7,8	333,8	1288,1	28,3
Turkmenistan	145,9	8,0	12,2	-	440,3	606,4	4,5
Uzbekistan	2856,3	878,6	360,6	342,4	-	4437,9	13,3
TOTAL	4706,0	1719,6	1201,5	490,0	4031,9	121149,0	

The economies of Central Asian countries have seen high growth rates in the range of 5–7 percent in recent years, and even during the crisis caused by the 2020 coronavirus pandemic, the figures were negative only in Kazakhstan and Kyrgyzstan. According to the World Bank, Central Asian countries have restored the positive dynamics of GDP growth in 2021 and have the opportunity to increase growth in 2022 (<https://cuti.cc/hv4h9>).

In 2020, the total trade turnover between Central Asian countries (excluding trade in services) amounted to \$ 12.2 billion, and the total foreign trade turnover amounted to \$ 145.5 billion. In addition, their share of domestic trade in total foreign trade turnover was 8.4% (Table 2).

Table 2

DYNAMICS OF GDP GROWTH RATES IN CENTRAL ASIA

<i>(%)</i>	<i>2017</i>	<i>2018</i>	<i>2019</i>	<i>2020</i>	<i>2021</i>	<i>2022 (forecast)</i>
Kazakhstan	4,1	4,1	4,5	-2,6	2,5	3,5
Uzbekistan	4,5	5,4	5,6	1,6	4,3	4,5
Turkmenistan	6,5	6,2	6,3	1,8	-	-
Kyrgyzstan	4,5	3,8	4,5	-8,6	3,8	4,5
Tajikistan	7,1	7,3	7,5	4,5	3,5	5,5

At the same time, it should be noted that the level of participation of Central Asian countries in domestic trade varies.

For example, Kazakhstan and Turkmenistan have the lowest share in the region's total trade turnover, at 5.5 percent and 4.5 percent, respectively. The participation of Tajikistan and Kyrgyzstan in domestic trade is the highest, at 28.3% and 21.0%, respectively. Uzbekistan is in the middle with 13.3%.

The foreign trade of Kazakhstan and Turkmenistan pays less attention to the regional market due to the export advantage of hydrocarbons supplied mainly to the CIS countries (Europe, China, Russia), and most of the imports also fall to these countries.

Even though the main part of Central Asian commodity exports is mineral resources and their primary processing products (up to 70–80 percent of all commodity exports), they trade with each other to a much lesser extent.

In 2020, the share of gold in Tajikistan's total exports was 58.1%, in Kyrgyzstan — 50.2% and in Uzbekistan — 38.3%, while in Kazakhstan about 66% of foreign trade was mainly mineral products sold to EU countries. The main share of Turkmenistan's exports, or about 70–80 percent, is natural gas, which is mainly exported to China (<https://cuti.cc/I2mvc>).

Therefore, the share of mutual trade between Central Asian countries will be much higher, excluding the volume of their exports to third countries (oil, gas and precious metals). At the same time, Central Asian countries have great prospects for increasing the volume of domestic trade, especially finished products, which meets the interests of all countries in the region for non-mineral goods.

In addition, Central Asian countries have the shortest distances for the delivery of goods when conducting trade operations within the region, which gives them an advantage in saving transportation costs. The joint creation of international transport corridors and infrastructure in the region will reduce transport costs in the supply of export products to world markets.

It should be noted that all countries of the Central Asian region are interested in increasing exports and diversifying their foreign trade, entering new foreign markets, as well as creating and using new transport routes. Effective organization of economic cooperation is one of the most important factors in the successful implementation of large-scale reforms and democratic changes in each state, strengthening its image in the international arena and increasing the welfare of the population.

The Termez-Mazar-e-Sharif-Kabul-Peshawar railway network should become a key link in the architecture of interconnectedness between regions. This project is also actively supported by leading international financial institutions (<https://mift.uz/uz/news/toshkent>).

The construction of this railway network will help to fully realize the transit potential of both regions, open the shortest route between South Asia and Europe through the territory of Central Asia and the Commonwealth of Independent States, as well as significantly reduce freight downtime and transportation times.

The North-South transport corridor connecting India with Central Asia is a shining example of the successful implementation of such a trans-regional infrastructure.

In addition, the Trans-Afghan Railway project may in the future connect the countries with China and other leading countries in the Asia-Pacific region. This is in line with the goals of the One Place, One Way initiative.

In the modern Uzbek-Turkmen dialogue, special attention is paid to trade, economic, transport and logistics issues. The presidents of the two countries directly emphasize that the transport sector is one of the priorities of economic cooperation. The opening of the automobile and railway bridges Turkmenabat-Farob, as well as the opening of the Transcaucasian transport corridor to South and Central Europe, the Middle East, South and Southeast Asia and the international transport route Uzbekistan-Turkmenistan-Iran-Oman are highly appreciated. important in the development of relations between Tashkent and Ashgabat (<https://cuti.cc/VYlo7>).

Digital trade cooperation of the Central Asian countries

It is necessary to develop specific measures to strengthen digital cooperation in the field of trade, transit, cross-border cooperation and adopt a Joint Action Strategy.

It is important to involve in this process the leading specialists of our countries and specialized agencies of the UN.

In the unity of information resources, information technologies and information systems in the modern economy, the following factors are of decisive importance:

- creation of a completely new type of business infrastructure based on modern information technologies;

- increasing the share of investments in information technology and products, since the success of an enterprise today depends not on its size, but on its speed, flexibility and ability to use global networks;

- increasing the number of intercompany and intracompany communications using modern means of communication, hierarchical structures are gradually being replaced by horizontal systems;

- the growth of the sector of information products and services for end users, aimed at a sharp reduction in the cost of information devices;

- accelerated development of electronic markets for goods and services;

- reduction of state control over the flow of information on a global scale as a result of the liberalization of the conditions for conducting international business;

- emergence of new activities and changes in the range of specialists needed in the new economy.

One of the brightest examples in the development of digital platforms is the Chinese company Alibaba, which has an electronic trading system. The experience of its use shows that the data collection process creates highly competitive advantages for expansion into different sectors of the economy. Alibaba is not just a digital platform, but an ecosystem of platforms. The power of such an ecosystem will be greater than the power of individual platforms. Even the United States is now losing this race because it has to integrate different platforms, while in China development in this area has been gradual by increasing efficiency — from one platform to another.

Ecosystem development is influenced by:

- growth of investments;

- improvement of data storage systems;

- increasing the speed of Internet access;

- work in the field of artificial intelligence;

- development of hyperconversion market infrastructure;

- growth of cloud services (IaaS).

Stakeholders support digital transformation:

- on the part of the state - in terms of regulating the industry, establishing norms and procedures, providing support measures, as well as stimulating production managers to switch to the digital paradigm;

- leading enterprises of the economy - to unite the expert community, provide resources for development within the framework of information exchange and access to digital services, standardization, trust and security;

- innovative companies — as a key driver for the emergence of new digital services and consumer goods.

Recently, the prices of basic foodstuffs have been rising rapidly, and in some parts of the world, the population is experiencing severe food shortages.

It is important to hold a meeting of the Ministers of Agriculture of the countries under the auspices of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) to develop a program to address such threats.

This document should provide for the implementation of projects related to production cooperation, the introduction of advanced technologies, the preparation of joint projects and the conduct of relevant research.

According to the Food and Agriculture Organization of the United Nations, 821 million people — more than 1 in 9 of the world population — do not get enough to eat (<https://cuti.cc/cNWkc>). The number of undernourished people in the world has been steadily increasing in recent years. Nearly half a billion people in Asia suffer from food shortages. In Bangkok, for example, one in three children between the ages of 6 months and 2 years is malnourished.

The vast majority of the poorest people in the world live in rural areas. Rural residents also suffer from a lack or non-availability of the most basic necessities of life, such as water supply, sanitation, electricity and health. These facts are stated in the report “Global Food Policy 2019” presented by the International Food Policy Research Institute (IFPRI) [1]. The Institute was founded in 1975 and its main activity is to develop strategies and solutions to reduce poverty, end hunger and malnutrition in the world. The Institute's regional and national programs play an important role in the development of strategies for agricultural development and regular food supply in many countries around the world. Initiatives to address these challenges offer hope for significant socio-economic development in the region.

Climate change and green energy

As climate change manifests itself as a global threat, the world community recognizes this problem as one of the most serious challenges facing humanity. Failure to take timely action will result in countries mobilizing large amounts of resources for climate change efforts. This is because climate change can lead to an increase in natural disasters and many other consequences that are difficult to predict.

In the process of accelerating industrialization and population growth in Central Asia and a significant increase in the economy's need for resources, the development of the principles of "green economy" provides opportunities for sustainable development not only of a particular country, but of the entire region.

Today, the development of the draft Environmental Code of the Republic of Uzbekistan, its adoption will allow to generalize environmental laws into a single law. In addition, over the past 3–4 years, 2 mln. The afforestation of land and the establishment of "green zones" and "green belts" are practical measures for the implementation of the Convention.

It should be noted that the deputies of the Legislative Chamber of the Oliy Majlis with the participation of relevant ministries and departments are adopted a strategy of the Republic of Uzbekistan on climate change until 2030 (<https://lex.uz/ru/docs/4574008>). The Roadmap, which will developed on the basis of the strategy, will enable the targeted implementation of targeted measures to adapt to climate change in the country. Internationally, the UN Trust Fund for the Aral Sea Region has been designated as the Zone of Environmental Innovation and Technology, based on the Multilateral Trust Fund for Human Security Partnership.

Uzbekistan pledges to reduce greenhouse gas emissions by 2030 within the framework of the Paris Agreement In this regard, measures are being taken to widely introduce "green" technologies and implement projects in the field of "green" energy, to increase the share of renewable energy sources in Uzbekistan by more than 3 times over the next ten years.

“Green” consumer culture includes, first, behavior with a sense of environmental responsibility, rational use of natural resources, production and development of consumer culture in order to develop a "green economy". The inculcation of these qualities in a person's mind at a young age can be fruitful. Therefore, the issues of cooperation in the field of environmental culture, education have been the subject of extensive discussions. The implementation of a special program to involve young people in building a “green” economy will improve the environmental culture. The implementation of these measures on the basis of state programs will play an important role in ensuring sustainable development in the region.

If the governments of Central Asian countries can create conditions for regional integration, mutual trade and private sector development, along with economic development in the region, the opportunities for the local population to be more competitive and healthier, to eat a balanced diet will increase.

Today, at the heart of important issues between Central Asian countries, large-scale and long-term projects, partnership programs — the issue of man, his dignity and active participation in society. If we look at the culture, language, customs, historical genesis of the region, the existing opportunities and the created socio-cultural, economic and political criteria have created a common ground. Taking into account these factors, goals and requirements, strategic plans also come from a single space, a single territory, a single desire.

The Central Asian countries highly appreciate the initiatives and new ideas put forward by the Uzbek society, as well as the need to harmonize the culture, traditions and social character of neighboring regions, fraternal peoples, and the strategy of strengthening good neighborliness. This, in turn, will serve as an important factor in raising the issues of regional socio-economic integration to a higher level.

References:

1. FPRI. 2019 Global food policy report: Synopsis. 2019. Washington, DC: International Food Policy Research Institute (IFPRI). <https://doi.org/10.2499/9780896293526>

Список литературы:

1. FPRI. 2019 Global food policy report: Synopsis. 2019. Washington, DC: International Food Policy Research Institute (IFPRI). <https://doi.org/10.2499/9780896293526>

*Работа поступила
в редакцию 25.06.2022 г.*

*Принята к публикации
30.06.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Jumaev E., Bakirtas T. Impact of Uzbekistan’s Development Strategy 2017-2021 on Central Asian Economic Integration // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 409-415. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/41>

Cite as (APA):

Jumaev, E., & Bakirtas, T. (2022). Impact of Uzbekistan’s Development Strategy 2017-2021 on Central Asian Economic Integration. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 409-415. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/41>

UDC 339.96
JEL classification: R1; L65

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/42>

FOREIGN ECONOMIC RELATIONS OF SUMGAI CITY (On the Chemical Industry. 1991-2003)

©Samedov F., Sumgait State University, Sumgait, Azerbaijan, Sarvan.74@mail.ru

ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКИЕ СВЯЗИ ГОРОДА СУМГАИТ (о химической промышленности 1991-2003 гг.)

©Самедов Ф. Ф., Сумгаитский государственный университет,
г. Сумгаит, Азербайджан, Sarvan.74@mail.ru

Abstract. The article analyzes the economic crisis in the Sumgait chemical industry as a result of the collapse of the USSR and the severance of traditional economic ties with the former Soviet republics after the independence of Azerbaijan and the measures taken to overcome this crisis. In addition, the establishment of economic relations and exchange of experience in the chemical industry with economically developed countries in the chemical industry: Germany, USA, Turkey, Japan, Great Britain, Korea, Italy, Bulgaria and Spain, replacement of physically and morally obsolete equipment at Sumgait chemical enterprises with new ones and develop new projects to increase the production capacity of factories, as well as the investment of these countries in the Sumgait chemical industry and joint work with a group of EU experts to eliminate the environmental problem were also searched.

Аннотация. В статье анализируется экономический кризис в сумгаитской химической промышленности в результате распада СССР и разрыва традиционных экономических связей с бывшими советскими республиками после обретения Азербайджаном независимости и меры, предпринятые для выхода из этого кризиса. Кроме того, рассмотрены установление экономических связей и обмен опытом в химической промышленности с экономически развитыми странами: Германией, США, Турцией, Японией, Великобританией, Кореей, Италией, Болгарией и Испанией, замена физически и морально устаревшего оснащения сумгаитских химических предприятий новым и разработка новых проектов по увеличению производственных мощностей заводов, а также инвестиции этих стран в сумгаитскую химическую промышленность и совместная работа с группой экспертов ЕС по устранению экологической проблемы.

Keywords: Sumgait, chemical industry, foreign economic relations, environmental problems, exchange of experience, investment, new technology.

Ключевые слова: Сумгаит, химическая промышленность, внешнеэкономические связи, экологические проблемы, обмен опытом, инвестиции, новые технологии.

In the first years of independence of the Republic of Azerbaijan, as in other industries, there was a crisis in the chemical industry of Sumgait. Transition period after the collapse of the USSR was a period of problems such as — difficulties in the chemical complex of the republic, problems, the breakdown of long-standing economic ties, loss of permanent partners, paralysis of large complexes,

renewal of sales markets, a sharp decline in production, severe financial crisis of chemical enterprises as a result of inflation [5, p. 38].

After the collapse of the USSR, the following productions were decommissioned in Sumgait's chemical enterprises due to their physical, moral, ecological and economic inefficiency:

- Production of 2,4D amine salt, monochloroacetic acid, butyl ether, hexachlorane dust, aluminum chloride, first-class sulfanol at SAM plant;
- Production of butadiene, ethyl alcohol, benzene by MIS-ammonia method at “Synthesis Rubber” plant;
- Production of “EP-60”, benzene, potassium hydroxide, dichloroethane, epichlorhydrin, XSPE at the "Organic Synthesis" plant.

Due to the disruption of interstate economic relations, the emergence of a number of problems in the import of necessary raw materials and semi-finished products, the loss of sales markets, the development of the following production areas was stopped due to lack of economic efficiency:

- Production of second turn sulfanol, carboxymethylcellulose, chlorafin-470, chlorafin-13, 100% sulfuric anhydride, preparat-30 at the SAM plant;
- Production of styrene, butadiene-styrene rubber, nitrile rubber at the “Synthesis Rubber” plant;
- Production of isobutylene and polyisobutylene, epoxy resin at the “Organic Synthesis” plant [7, p. 64].

Many workshops of divinyl production, which were founded in the 60s, were not put into operation for some reasons, and the equipment became unusable. Starting from the 90s, the workshop was reconstructed, new equipment was purchased, and sources of raw materials were identified.

The main raw material for the enterprise was the production waste of the pyrolysis fraction, which was also obtained from the “Synthesis Rubber” production association. Other supporting material was brought from the Moscow region.

The main customer of the production was “Azerkabelizoliasiya” enterprise in Mingachevir. The company used to buy hardening fluid from Russia at a high price. Each ton of Russian products costs 115,000 manat for “Azerkabelizoliasiya” (plus a 28 percent tax on the Russian budget). Each ton of products produced by the anhydride shop cost 32,000 manat (28 percent of the tax was transferred to the republican budget) [2, p. 3].

In September 1992, the Turkish-Azerbaijani Symposium “Polymer-92” was held at the Ankara Middle East Technical University in Turkey. More than 40 chemists of our republic took part in the symposium ... As a result, it was decided that such symposiums between our countries will be held in the Azerbaijani and Turkish languages in the future. For this purpose, a commission consisting of representatives of both countries should be established to compile dictionaries in Azerbaijani-Turkish and Turkish-Azerbaijani languages.

A powerful explosion and fire broke out at the ethylene-propylene plant, and as a result, most of the workshops of the “Synthesis Rubber” and “Organic Synthesis” production units stopped. A group of specialists was sent to St. Petersburg, Dzerzhinsky, Sumy, Ufa, Moscow and Volgograd to purchase and prepare equipment. An order was made for the construction of a column with a height of 74.8 meters [14, p. 2].

The ecological situation in Sumgait was tense. Therefore, an action plan has been developed to reduce environmental tensions, the experience of other countries has been studied, and contacts have been established with foreign companies dealing with environmental issues. For this purpose, the head of the Executive Power of Sumgait city Y. Sevdimaliyev received the head of the expert group of the European Union Valdemar Kaspji. The foreign guest said that the European Union was also

concerned about the tense environmental situation in Sumgait, and that 14 million euros had been allocated for the development of a program to improve environmental protection in Azerbaijan. At the meeting, proposals were put forward for the rehabilitation of Sumgait, and it was recommended to work with a group of EU experts in this area.

During the visit of the President of the Republic of Azerbaijan Heydar Aliyev to the United Kingdom, during the meeting of the President of Azerbaijan with Jean Pobinson, Chairman of John Brown, one of the most influential companies in the United Kingdom discussed in detail the prospects of our chemical industry and the issues of the company's participation in its development. The President was informed that John Brown could become the closest assistant to Sumgait chemists. This company has developed projects to replace obsolete equipment at our chemical plants with new ones and increase the production capacity of plants. The President of Azerbaijan stressed the need to establish close ties with this company.

National leader Heydar Aliyev's visits to foreign countries and interaction with foreign countries allowed to determine the clear structure of chemical and petrochemical enterprises and develop it on the basis of raw materials [19, p. 3].

We can use the experience of the world's leading countries in the field of chemistry and increase the volume and quality of production as a result of the application of new technologies. To do this, we must first establish relations and exchange experiences with countries such as the United States, Turkey, Britain, Korea and Spain.

About 60 percent of the total industry of Sumgait is the chemical industry. Therefore, the state company Azerikimya is located in Sumgait. The vast majority of Sumgait chemical plants were built during the Soviet era. Therefore, local raw material reserves and other factors were not taken into account. For the full and normal operation of Sumgait chemical enterprises, more than 250 items of raw materials had to be imported. Our republic needed only 20–25% of the products we produced [12, p. 3].

As a result of the establishment of relations with foreign countries for the development of the chemical industry of the President of the Republic of Azerbaijan Heydar Aliyev, the production of alcohol-based benzene on the basis of equipment and devices of Italian companies was one of the most important industries in the economy. The technology of the consumers of the product, Novomoskovsky "Household Chemicals" Production Association and similar enterprises in Engels city is based on 100% alcohol-benzene products. In addition, it was planned to establish relations with Ukraine, the Baltic Republics and the Islamic Republic of Iran. As the main types of raw materials are imported from Russia, it was planned to cooperate with it [12, p. 3].

At that time, more than 20 percent of our land was occupied by Armenian invaders, so we could not use our natural resources properly. Due to the blockade of Nakhchivan, its sulfur and phosphorus deposits remained unused. Despite the abundance of salt in this rich land, salt was forcibly imported from Turkmenistan. It was also impossible to use Zangilan limestone. A number of goods were bought at high prices from the CIS countries. All this greatly increased the cost of the product.

In connection with the development of the chemical industry, business talks have recently been held with representatives of a number of foreign companies. A contract has been signed with the Italian company Prodjetti CpA. According to the contract, the Italian side intends to allocate a loan of \$ 387 million for the construction of three production facilities in the country. One of these areas of production was the construction of a plant for the production of sodium alkali (potassium alkali) in ion-exchange membrane electrolysis. After the establishment of this production area, it is planned to stop the existing chlorine production, which is obsolete.

A delegation of the Saudi Arabian chemical industry also visited Sumgait. Talks were held with them on the construction of low-pressure polyethylene production with a capacity of 100,000 tons per year, polyvinyl chloride production, reconstruction of Polymer 120 production [4, p. 3].

During his visit to Sumgait in June 1996, President of the Republic of Azerbaijan Heydar Aliyev noted that the document, which had been developed for two years and had already been completed, would discuss the development of the Sumgayit industrial complex and its transformation into a free economic zone and in this regard there will be a presentation of documents, a prepared book. Mr. Spett, the head of the United Nations Development Program, who has been closely assisting, supporting and working with us to develop these programs, and a UN delegation have come here with him [3, p. 3].

We buy salt from Turkmenistan and Ukraine When we buy salt from Turkmenistan or Ukraine, it costs 200,000 manat per ton. But if we get it in Neftchala, it will cost a maximum of 150,000 manat.

We receive alkyl-benzene production from Italy. As there is no alkyl-benzene in the country, we cannot use it, and together with the Oil Company, we must complete the paraffin lead in the Azerneftyanajag Production Association. We are working with them in this area. However, this work is a bit difficult. If we complete it, we will be able to supply both Russia and the Middle East with alkyl-benzene, and the detergents we produce can be of high quality [17, p. 4].

In general, we have developed a very comprehensive program for the development of our oil industry to meet the demand for the chemical industry of the republic and its products. We are trying to organize our work by attracting foreign investors in this program. We are working with two Japanese companies in the field of polyethylene, ethylene, polypropylene, polyvinyl chloride, caustic soda, and I hope that these days ... representatives of the Japanese company "Itochi" will come here. On August 5, experts from "Nichimen" come to work with us. Experts from the Ministry of Commerce and Economy of Japan and the President of the Turkish company "Petkin" will attend [17, p. 4].

We have focused mainly on small production as well as large production workshops. As a result of negotiations and searches with Russia and the CIS countries, the production and sale of rubber and latex have been regulated since October. If our forecasts for the second half of 1996 come true, we will be able to produce about 69 billion manat [9, p. 2].

Today, our goods are not sold because the cost of the product we produce is too high, and the warehouses are full of finished products. Therefore, in order not to stop production, we import certain raw materials in the CIS countries through barter. Because there are no necessary funds. Banks cannot provide long-term loans. There is a shortage of cash both in our country and in the CIS countries. That is why we still have to trade with them. The price of caustic soda in our country is higher than the world market. Because we bring salt from Turkmenistan to buy it. Transportation and other costs cause the price of salt to rise from \$ 28 to \$ 44 [9, p. 2].

During his official visit to Japan, President of the Republic of Azerbaijan Heydar Aliyev achieved a positive solution to the issue of allocating a loan for the reconstruction of an ethylene-propylene plant, which could stimulate the revival of the Azerbaijani economy. A \$ 94 million loan has been disbursed for this purpose.

For this purpose, negotiations have been held with many foreign companies and contracts have been signed. The second stage was the reconstruction of the ep-300 and Polymer-120 plants as a whole and the mastering of processing technology. In this direction, close cooperation has been established with foreign companies. The German company Schmitger has undertaken to supply modern equipment for the reconstruction of pyrolysis furnaces. Part of the equipment has already

been delivered to the enterprise, and the replacement of oven packing devices has been begun [20, p. 3].

Superphosphate was the only enterprise in the former Soviet Union that supplied mineral fertilizers to the Caucasus region. As the supply of raw materials deteriorated with the collapse of the USSR, the company is operating at a much lower level than its capacity. Appetite, which is considered the main raw material, was previously imported from the remote Murmansk region. We have not been able to regulate the supply due to the breakdown of economic relations and financial difficulties. However, we are preparing mineral fertilizers, albeit in small quantities, by mobilizing internal resources and resources. We are facing problems in the sale of "soil vitamin" in rural areas, which we have completed with great effort [11, p. 2].

Unlike previous years, relations have been established and agreements have been established with neighboring CIS republics, as well as Iran, Turkey, the Federal Republic of Germany and other countries. Important measures have been taken to develop and increase the range of products in accordance with the requirements of the consumer market, to master new technologies.

The field of application of butadiene is wide and multifaceted. It is impossible to imagine the production of latexes of rubber, tires and rubber products without butadiene. The only real market for butadiene products is Russia. There is a great demand for such a valuable product. It is true that we can export products to Iran, Turkey and European countries. So far, there is no shortage in the sales market, so we are satisfied with our former partners [10, p. 4].

The roots of economic relations with Russia in the chemical and petrochemical industries of Sumgayit date back to the Soviet era. Even the Sumgayit chemical and petrochemical industry was built in the interests of the Russian state. Therefore, there was a need for these relations even after the collapse of the USSR and the independence of Azerbaijan. Because access to European markets has not been formed. On the other hand, it was not yet possible to produce products that meet European standards. Russia was considered a favorable market for Azerbaijan [6, p. 93].

On July 7, 2001, a ceremony dedicated to the commissioning of the steam generator unit was held at the Sumgayit Ethylene-Polyethylene Plant. President of Azerbaijan Heydar Aliyev came to the plant to attend the opening ceremony of the plant. These words are written on the board at the entrance to the building. "Steam generator installation. The agreement for the construction of this facility, with a capacity of 480 tons per hour for steam and 32 megawatts for electricity, was signed by President Heydar Aliyev in Japan in 1998, laid by him on March 24, 1999, was also launched with his participation." The President of Azerbaijan cut the ribbon marking the launch of the facility. The head of state was presented with a symbolic key to the complex [20, p. 3].

During the commissioning of the Sumgayit Ethylene-Polyethylene Plant, Japanese Ambassador to Azerbaijan Tetsua Hiroshin said that he had witnessed the successful completion of projects implemented in Azerbaijan with the participation of Japan several times. I am very glad that today's event is being held in Sumgayit, the city of chemists. For the first time in Azerbaijan, your city is able to create such a facility with a loan from the Japan Bank for International Cooperation. This bank has a special history of cooperation with your country. As you know, in 1998, the President of the Republic of Azerbaijan, His Excellency Mr. Heydar Aliyev visited Japan. I can say with full responsibility that this visit was a turning point in relations between our countries. During the visit, several documents were signed between two countries. One of the agreements was on a loan from the Japan Bank for International Cooperation to Azerbaijan. Today we are witnessing how this loan was realized in Sumgayit. I believe that in the future, with the participation of the private sector of the Japanese government, several more important projects for your country will be implemented [20, p. 3].

Due to the current economic difficulties and overhead costs, there are problems with the supply of products to neighboring Russia and other CIS countries, as well as the supply of raw materials to the plant. A plant for the production of butadiene on the basis of new technology was put into operation at the plant. Manufacturers have extensive experience in this field. It is likely that the plant will be commissioned and resume butadiene production. Of course, it is possible to sell this product to Russia, but it is not profitable. It will be more necessary to use it to buy latexes and rubbers and sell finished products. A new period of development of the chemical and petrochemical industries has begun with the launch of the Steam Generator at the Ethylene-Polyethylene Plant in the period of independence. During this period, chemists must work harder and better [18, p. 4].

Thanks to Heydar Aliyev's direct work, an autonomous Steam-Generator Unit was commissioned in April 2001 to save the Sumgait chemical and petrochemical complex from paralysis due to a government-guaranteed loan from Japan (approximately \$ 90 million) and thus the chemical and petrochemical complex, the leading branch of the Sumgayit industrial center, seems to have taken a second breath [8, p. 6].

In November 1994, a symposium was organized in Sumgait by the Azerbaijan State Committee for Ecology and Nature Management together with the Ministry of Environment of the Republic of Turkey. During the four days of the symposium, international experts acquainted the Republican specialists with the current legislation of Turkey, Western Europe, the United States and Canada and modern technology of waste management [16, p. 3].

Specialists from a number of developed countries of the world got acquainted with the work carried out in our city on environmental protection and exchanged experiences. All this gave positive results. In 1994, significant pollution of the atmosphere, water bodies and soil was prevented. However, this does not mean that there are no problems in the field of environmental protection in Sumgait [16, p. 3].

On March 2, 2000, a seminar was organized in the office of Khazar JSC in accordance with the program of the International Seminar on Partial Open Accidents of the Council of Europe in cooperation with the European Training Information Center in Baku and European Centers in Belgium, Portugal, Bulgaria and Ukraine. Scientists and specialists from France, Bulgaria, Georgia and Baku, as well as Sumgait scientists and engineers working to solve environmental problems, took part in the seminar on "Hazard assessment in the zone of urban chemical pollution".

The organizer of the international seminar, Jean-Pierre Massier (France), Executive Secretary of the Council of Europe's Partially Open Accord on Large-Scale Accidents, gave detailed information to the participants about the purpose of the event and introduced foreign guests. Then reports on various topics were heard [1, p. 3].

One of the most acute environmental problems of the city is the prevention of mercury pollution. For this purpose, the International Bank is considering the issue of providing a soft loan of \$ 8.3 million. These funds should be used to ensure the implementation of important environmental measures, such as the removal of mercury from the soil in the area of the Surfactants Plant, the burial of the mercury strain in a special landfill [13, p. 2].

References:

1. Abushov, Sh. (2000). Seminar po ekologicheskim problemam. Sumgait. (in Azerbaijani).
2. Alkhasov, T. (1992). Sumgaitskii brend. Sumgait. (in Azerbaijani).
3. Aliev, G. (1996). Vystuplenie: vo imya budushchego progressa Sumgaiyta i vsei Respubliki. Sumgait. (in Azerbaijani).

4. Aliev, G. (1996). V khimicheskoi promyshlennosti v blizhaishee vremya ozhidaetsya povорот Sumgait. (in Azerbaijani).
5. Aliev, Sh. (2003). Azerbaidzhanskii khimiko-neftekhimicheskii kompleks: vzglyad na proshloe, tekushchee sostoyanie i perspektivy razvitiya. *Zhurnal ekonomiki i zhizni*, (4-6), 38. (in Azerbaijani).
6. Aliev, Sh. (2012). Khimicheskii i neftekhimicheskii kompleks Azerbaidzhana: otsenka potentsiala i napravleniya rekonstruktsii. *Nauka i obrazovanie*, 93-94. (in Azerbaijani).
7. Aliev, Sh. (2004). Etapy razvitiya, sushchestvuyushchie problemy i perspektivy khimiko-neftekhimicheskogo kompleksa. *Zhurnal ekonomiki i zhizni*, (7-8), 63-64. (in Azerbaijani).
8. Aliev, Sh. T. (2009). Etapy razvitiya Sumgaiytskogo promyshlennogo tsentra. *Gazeta 168 Saat*. (in Azerbaijani).
9. Ismailov, E. (1996). Nasha strategicheskaya liniya – put' k svobodnoi ekonomike, privatizatsii i svobodnomu razvitiyu. Sumgait. (in Azerbaijani).
10. Gafarov, S. (2001). Zavod sinteticheskogo kauchuka: Butadienovyi produkt opravdaet ozhidaniya. Sumgait. (in Azerbaijani).
11. Guliev, D. (1999). Kak idut dela. (Superfosfatnyi zavod). Sumgaiyt. (in Azerbaijani).
12. Guliev, Zh. S. (1994). Alkilbenzol poluchen. Sumgaiyt. (in Azerbaijani).
13. Guliev, S. (2002). Okhrana prirody i prirodnykh bogatstv – delo gosudarstvennoi i gosudarstvennoi vazhnosti. Sumgait. (in Azerbaijani).
14. Guliev, Sh. (1992). Etilen-propilenovyi zavod: kak obstoyat dela // *Sotsialisticheskii Sumgaiyt*. (in Azerbaijani).
15. Guliev, S. (1998). Rekonstruktsiya budet provodit'sya v dve ocheredi (etilen-polietilenovyi zavod). Sumgait. (in Azerbaijani).
16. Mirzaev, R. (2000). Delo zhiznennoi vazhnosti. Sumgait. (in Azerbaijani).
17. Sadygov, F. (1996). Vystuplenie prezidenta GK «Azerkim'ya» na rasshirennom zasedanii Kabineta Ministrov Respubliki pod predsedatel'stvom Prezidenta Azerbaidzhana Geidara Alieva. Sumgait. (in Azerbaijani).
18. Sadygov, F. (2002). V novyi period razvitiya khimii i neftekhimii nado rabotat' luchshe i nastoichivee. Sumgait. (in Azerbaijani).
19. Sadygov, F. (1994). Bez khimii zhit' nevozmozhno. Sumgait. (in Azerbaijani).
20. Na Sumgait'skom etilen-polietilenovom zavode vvedena v ekspluatatsiyu parogeneratornaya ustanovka (2001). Sumgait. (in Azerbaijani).

Список литературы:

1. Абушов Ш. Семинар по экологическим проблемам. Сумгаит, 2000.
2. Алхасов Т. Сумгаитский бренд. Сумгаит. 1992.
3. Алиев Г. Выступление: во имя будущего прогресса Сумгайыта и всей Республики // Сумгаит. 1996.
4. Алиев Г. В химической промышленности в ближайшее время ожидается поворот Сумгаит. 1996.
5. Алиев Ш. Азербайджанский химико-нефтехимический комплекс: взгляд на прошлое, текущее состояние и перспективы развития // Журнал экономики и жизни. 2003. №4-6. С. 38.
6. Алиев Ш. Химический и нефтехимический комплекс Азербайджана: оценка потенциала и направления реконструкции // Наука и образование. 2012. С. 93-94.
7. Алиев Ш. Этапы развития, существующие проблемы и перспективы химико-нефтехимического комплекса // Журнал экономики и жизни. 2004. №7-8. С. 63-64.

8. Алиев Ш. Т. Этапы развития Сумгайтского промышленного центра // Газета 168 Саат. 2009.
9. Исмаилов Э. Наша стратегическая линия – путь к свободной экономике, приватизации и свободному развитию. Сумгаит. 1996.
10. Гафаров С. Завод синтетического каучука: Бутадиеновый продукт оправдает ожидания. Сумгаит. 2001.
11. Гулиев Д. Как идут дела. (Суперфосфатный завод). Сумгайт. 1999.
12. Гулиев Ж. С: Алкилбензол получен. Сумгайт. 1994.
13. Гулиев С. Охрана природы и природных богатств – дело государственной и государственной важности. Сумгаит. 2002.
14. Гулиев Ш. Этилен-пропиленовый завод: как обстоят дела // Социалистический Сумгайт. 1992.
15. Гулиев С. Реконструкция будет проводиться в две очереди (этилен-полиэтиленовый завод). Сумгаит. 1998.
16. Мирзаев Р. Дело жизненной важности. Сумгаит. 2000.
17. Садыгов Ф. Выступление президента ГК «Азеркимья» на расширенном заседании Кабинета Министров Республики под председательством Президента Азербайджана Гейдара Алиева. Сумгаит. 1996.
18. Садыгов Ф. В новый период развития химии и нефтехимии надо работать лучше и настойчивее. Сумгаит. 2002.
19. Садыгов Ф. Без химии жить невозможно. Сумгаит. 1994.
20. На Сумгайтском этилен-полиэтиленовом заводе введена в эксплуатацию парогенераторная установка. Сумгаит. 2001.

*Работа поступила
в редакцию 25.06.2022 г.*

*Принята к публикации
30.06.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Samedov F. Foreign Economic Relations of Sumgait City (On the Chemical Industry. 1991-2003) // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 416-423. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/42>

Cite as (APA):

Samedov, F. (2022). Foreign Economic Relations of Sumgait City (On the Chemical Industry. 1991-2003). *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 416-423. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/42>

УДК 330.322
JEL classification: Q57; Q34
AGRIS E11

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/43>

ВЗАИМОСВЯЗЬ ЭКОЛОГИИ И ЭКОНОМИКИ

©*Штебнер С. В.*, ORCID: 0000-0001-5896-5831, SPIN-код: 6125-4476, Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, г. Владимир, Россия, shtebner@mail.ru

THE RELATIONSHIP BETWEEN ECOLOGY AND ECONOMICS

©*Shtebner S.*, ORCID: 0000-0001-5896-5831, SPIN-code: 6125-4476, Vladimir State University, Vladimir, Russia, shtebner@mail.ru

Аннотация. В работе рассмотрены вопросы взаимодействия экологии и экономики. Современные тенденции хозяйственной деятельности наносят непоправимый ущерб экосистеме, ухудшение состояния окружающей среды в свою очередь может привести к долгосрочному экономическому спаду. Экономика должна функционировать для предотвращения загрязнения планеты путем предоставления стимулов, способствующих эффективному использованию ресурсов и утилизации отходов.

Abstract. The paper considers the issues of interaction between ecology and economics. Current trends in economic activity cause irreparable damage to the ecosystem, environmental degradation, in turn, can lead to a long-term economic downturn. The economy must function to prevent pollution of the planet by providing incentives that promote efficient use of resources and waste disposal.

Ключевые слова: взаимодействие экономики и экологии, природная среда, экологическая обстановка.

Keywords: interaction of economy and ecology, natural environment, ecological situation.

Введение

В настоящее время экологические проблемы, с которыми сталкивается население земли из-за различной экономической деятельности, приобретают особую важность. Сокращение лесов, истощение рыбных запасов, эрозия почвы, расширение пустынь, увеличение количества углекислого газа в атмосфере, падение уровня грунтовых вод, таяние льда, повышение уровня моря, отмирание коралловых рифов все это является свидетельством конфликта между хозяйственной деятельностью человека и естественной системой.

Следовательно, необходимо грамотно совмещать экономическую деятельность с природной экосистемой планеты. Последние тенденции в хозяйственной деятельности, вызвавшие вышеупомянутые сбои и разрушения, создают ощущение, что экономика перерастает свою естественную основу. Таким образом, первостепенной задачей современного общества является не допустить ухудшение состояния окружающей среды, что в свою очередь может привести к долгосрочному экономическому спаду.

Именно окружающая ее среда поддерживает любое человеческое действие. Полезные ископаемые, ресурсы и сырье являются природным богатством, но они не безграничны, то есть

вполне естественно, что запасы и добыча сокращается, и наступает кризис, что в свою очередь подрывает экономику и мешает ее развитию. Следовательно, стабильная взаимосвязь между экономикой и экосистемой планеты необходима для обеспечения устойчивого экономического прогресса. Это указывает на то, что единственной альтернативой является объединение экономики с экологией.

Материал и методы исследования

Если поступления отходов от деятельности фирм и семей превышают возможности природы по их утилизации (Рисунок), то постепенно природа не сможет выполнять свои функции: источника ресурсов для хозяйственной деятельности человека и места, где человек может отдохнуть и получить удовольствие от лицезрения природных ландшафтов.

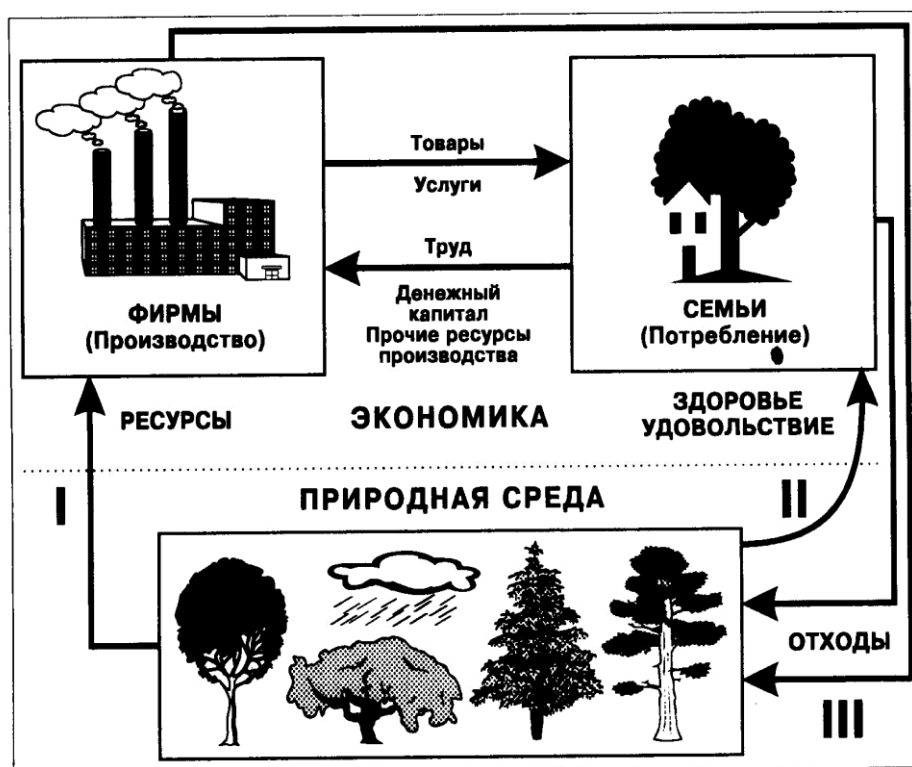


Рисунок. Взаимодействие экономики и природной среды (схема, предложенная М. Коммоном)[1]

I – функция природы как источника производственных ресурсов;

II – функция природы как источника услуг для семей, связанных с укреплением здоровья и получением удовольствия от пребывания вне города;

III – функция природы как системы очистки отходов, образующихся в результате деятельности фирм и семей.

Более того, наращивание масштабов хозяйственной деятельности уже чревато глобальными природными катастрофами.

Экономика и экология должны стать функциональными системами, отвечающими определенным базовым принципам, обеспечивающим их стабильность и выживание. В природе системы следуют циклам роста, воспроизводства или обновления и смерти, которые в свою очередь обеспечивают сохранение систем и позволяют эволюции адаптироваться к меняющимся обстоятельствам. В этом процессе система может изменять форму и состав, но

сохраняет свои наиболее существенные характеристики в своем информационном содержании. Это определяет ее структуру, организацию и формы связи с внешней средой и другими системами. В биологических системах эта информация хранится в генетическом коде, в человеческих системах эта информация закрепляется и передается в наших социальных ценностях, институтах, культуре, науке, знаниях и мудрости.

Экология — это естественная наука, изучающая отношения между всеми организмами и окружающей их средой. Экологические исследования традиционно были сосредоточены на интерпретации нечеловеческого мира и практически не применялись к человеческому обществу.

Экологическая экономика, это область научных исследований, которая рассматривает взаимозависимость и совместную эволюцию между экономикой людей и их природными экосистемами. Интерес к этой области был вызван опасениями по поводу неблагоприятного воздействия процессов экономического роста человека на природные системы.

На сегодняшний день экология рассматривается как биосфера, в первую очередь природная среда. Когда говорим об экономике, то подразумеваем человеческое производство, обмен и потребление товаров и услуг. Таким образом, эти два понятия почти не касаются друг друга. В этом и есть проблема. Необходима здоровая природная среда как контекст нашей жизни, а производить, обменивать и потреблять товары и услуги необходимо соблюдая принципы бережливости и природоохраны. Так как нам нужно и то, и другое, то уделять внимание лишь одному из них, а другое не рассматривать, может иметь катастрофические последствия [2].

Некоторые экономисты считают, что технический прогресс решит любые проблемы, возникающие из-за естественного дефицита, так как отсутствуют ограничения для роста. Чем быстрее увеличиваем производство, обмен и потребление, тем лучше. Но если посмотреть с точки зрения экологии все совсем по-другому. Люди потребляют все больше и больше всего природного продукта мира. Диких земель становится все меньше или, по некоторым определениям, они уже исчезли. Многие виды животных находятся на грани вымирания, пресной воды уже не хватает во многих частях мира, рыболовство сокращается, сельскохозяйственное производство не сможет удовлетворить спрос, глобальное потепление приводит к усилению штормов и более неустойчивой погоде.

Результаты и обсуждение

Связь между экологическим поведением и экономической системой в современном мире совершенно противоположна, экономическая система делает упор на анализ затрат и результатов, отрицая его воздействие на окружающую среду [3].

Например, когда лесозаготовительные работы ведутся на лесных угодьях с целью получения хозяйственной цели без учета экологической системы, это приводит к бедственному положению, потому что этот процесс проводится путем сплошной вырубki значимых деревьев.

Сельскохозяйственная деятельность также является одним из основных факторов, ведущих к экологической вырубке лесов. Расширение сельского хозяйства для удовлетворения рыночного спроса приведет к вырубке большего количества деревьев и, следовательно, к разрушению критической среды обитания живых организмов. Как правило, наиболее продуктивные естественные экосистемы (леса и пастбища) первыми изменяются в результате использования человеком и подвергаются наиболее интенсивному управлению. Поскольку почти все методы ведения сельского хозяйства связаны с удалением исходной растительности

и заменой экзотических одомашненных культур и животных, потеря биоразнообразия значительна. По мере того, как человеческое население растет, ему требуется больше места для выращивания пищи. Необходимость изменения окружающей среды наиболее высока в районах с высокой плотностью населения. Часто изменения, вызванные интенсивным сельскохозяйственным использованием, могут привести к деградации экосистемы и необратимому изменению биотической природы района. Сегодня сельскохозяйственные угодья используются для того, чтобы накормить больше людей, и их разумное использование имеет важное значение для здоровья и благополучия людей во всем мире.

Нефть, которая сделала возможным такой значительный экономический рост, через несколько десятилетий станет дефицитной и дорогой из-за чрезмерной эксплуатации природных ресурсов для удовлетворения резкого увеличения человеческого спроса. Нефтяные компании осуществляют масштабный проект по чрезмерной эксплуатации природных ресурсов, не принимая во внимание влияние этих проектов на экосистему. Их основной целью является достижение экономических выгод, а не воздействие на окружающую среду в будущем. Как максимум, необходимо сосредоточиться на сохранении ограниченных ресурсов, уменьшении загрязнения и технологических инновациях, которые позволят нам приспособиться к постнефтяной экономике.

Из-за постоянного уничтожения лесного массива как части экологической системы в результате хозяйственной деятельности возникает огромное воздействие на окружающую среду и экосистему в целом. Уничтожение лесов привело к потере биоразнообразия, некоторые виды деревьев и растений в настоящее время находятся под угрозой исчезновения, а некоторые уже вымерли.

В результате утрата биоразнообразия, включая животных и растения, приводит к уменьшению выпускаемой продукции, потому что было обнаружено большинство способов использования биоразнообразия, таких как использование химических веществ, особенно лекарств, которые очень важны для жизни человека. По оценкам, 24% всех рецептурных лекарств в мире содержат соединения, полученные из растений. С таким количеством неописанных растений многие потенциально полезные лекарства будут потеряны, если мы примем надлежащие меры для контроля над ними.

Леса важны, поскольку они обеспечивают управление водосборными бассейнами и содержат важные виды животных, поскольку в результате вырубki лесов увеличился сток грунтовых вод и, как следствие, участились внезапные наводнения на плотинах и электростанциях.

Леса играют важную роль в балансе углеродного цикла, и вырубka деревьев приведет к несбалансированному углеродному циклу в мире, в результате чего будет увеличен процент углекислого газа в атмосфере, что приведет к глобальному потеплению и другим последствиям.

Климатические изменения происходят из-за неумолимого характера окружающей среды. Глобальное потепление было проблемой, которая в последнее время вызывала озабоченность, а вырубka лесов способствовала проблеме глобального потепления, поэтому необходимо улучшить управление лесами, чтобы сократить неблагоприятное воздействие. И сократить эффект глобального потепления.

Деревья действуют как водосбор, в результате чего участки, покрытые лесом, будут удерживать больше подземных вод, когда лесозаготовки проводятся в районе, земля может не удерживать воду, и по этой причине в этом районе может быть более сухой климат из-за обезлесения.

Из-за увеличения потери растительного покрова земля стала более подверженной эрозии из-за дождя, а также ветра, что в свою очередь также привело к увеличению числа оползней. Примером эрозии, вызванной вырубкой леса, является желтая река в Китае, которая пожелтела из-за увеличения наносов в реке в результате эрозии.

Запреты на рубку являются политическими мерами, но это действует как способ остановить дальнейшую рубку лесов, но не решает проблему в целом.

Заключение

Большинство современных промышленно развитых стран с высокопроизводительной экономикой пытались поддерживать постоянно растущий экономический рост за счет увеличения потока сырья и энергетических ресурсов через свои экономические системы [4].

В знак признания многих экологических услуг, которые леса выполняют, развивается новый метод управления лесами, известный как экологически устойчивое управление лесами. Этот более широкий подход направлен не только на сохранение лесов для коммерческой заготовки древесины и недревесных лесных товаров, но и на поддержание биологического разнообразия, на предотвращение эрозии почвы, а также на сохранение водосборных бассейнов, производящих чистую воду.

Фактические методы экологически устойчивого лесопользования, отличающие его от традиционного лесопользования, постепенно развиваются и варьируются от одной лесной экосистемы к другой. Поскольку у деревьев такая долгая жизнь, ученые и лесоводы будущего будут судить о результатах сегодняшних усилий.

Экономика является одним из столпов устойчивости экологических систем, она должна функционировать для предотвращения загрязнения планеты путем предоставления стимулов, способствующих эффективному использованию ресурсов и утилизации отходов.

Список литературы:

1. Липсиц И. В. Экономика. М.: Омега-Л, 2006. 656 с.
2. Ерлыгина Е. Г., Штебнер С. В. Экологическая устойчивость в концепции устойчивого развития // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №6. С. 134–141. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/79/15>
3. Ползунова Н. Н., Филимонова Н. М., Баранова А. Ф. Институты и инструменты реализации эколого-экономической политики в условиях обеспечения устойчивого развития региона. Нижневартовск: Наука и практика, 2020. 140 с. <https://doi.org/10.33619/pcps2020-05>
4. Баранова А. Ф., Дмитриев Ю. А., Ерлыгина Е. Г. и др. Эколого-экономические аспекты устойчивого развития региона. Нижневартовск: Наука и практика, 2021. 150 с. <https://doi.org/10.33619/pcps2021-06>

References:

1. Lipsits, I. V. (2006). *Ekonomika*. Moscow. (in Russian).
2. Erlygina, E., & Shtebner, S. (2022). Environmental Sustainability in the Concept of Sustainable Development. *Bulletin of Science and Practice*, 8(6), 134–141. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/79/15>
3. Polzunova, N. N., Filimonova, N. M., & Baranova, A. F. (2020). Institutions and tools for the implementation of ecological and economic policy in the conditions of ensuring sustainable development of the region. *Nizhnevartovsk*. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/pcps2020-05>

4. Baranova, A. F., Dmitriev, Yu. A., & Erlygina, E. G. (2021). Ecological and economic aspects of sustainable development of the region: a collective monograph. Nizhnevartovsk: Science and Practice. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/pcps2021-06>

*Работа поступила
в редакцию 05.07.2022 г.*

*Принята к публикации
10.07.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Штебнер С. В. Взаимосвязь экологии и экономики // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 424-429. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/43>

Cite as (APA):

Shtebner, S. (2022). The Relationship Between Ecology and Economics. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 424-429. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/43>

УДК 34.01

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/44>

ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕНДЕРНОГО РАВЕНСТВА В КИРГИЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

- ©**Марзабаева Б. Т.**, ORCID: 0000-0003-1801-7479, Ошский государственный университет,
г. Ош, Кыргызстан, bkydyrmysheva@mail.oshsu.kg
- ©**Ташыбаева А. К.**, ORCID: 0000-0003-4268-4351, Ошский государственный университет
г. Ош, Кыргызстан, alina.tashybaeva@gmail.com
- ©**Асанахунова З. М.**, ORCID: 0000-0001-8995-2371, Ошский государственный университет,
г. Ош, Кыргызстан, uzarimina@gmail.com
- ©**Бабакулова Р. Б.**, ORCID: 0000-0002-5021-7502, Ошский государственный университет,
г. Ош, Кыргызстан, adi.kuma@mail.ru

LEGISLATIVE SUPPORT OF GENDER EQUALITY IN THE KYRGYZ REPUBLIC

- ©**Marzabaeva B.**, ORCID: 0000-0003-1801-7479, Osh State University,
Osh, Kyrgyzstan, bkydyrmysheva@mail.oshsu.kg
- ©**Tashybaeva A. K.**, ORCID: 0000-0003-4268-4351, Osh State University,
Osh, Kyrgyzstan, alina.tashybaeva@gmail.com
- ©**Asanakhunova Z.**, ORCID: 0000-0001-8995-2371, Osh State University,
Osh, Kyrgyzstan, uzarimina@gmail.com
- ©**Babakulova R.**, ORCID: 0000-0002-5021-7502, Osh State University,
Osh, Kyrgyzstan, adi.kuma@mail.ru

Аннотация. Актуальностью отмечается роль вклада НПО и женского движения Кыргызстана в расширении и укреплении национального законодательства для достижения гендерного равенства. Целью исследования является анализ законодательной базы обеспечения гендерного равенства в Кыргызстане, которая формировалась в постсоветский период за годы независимости. Материалы и методы исследования: в статье подробно анализируются нормы Конституции Киргизской Республики, принятые законы, ратифицированные международные конвенции и Национальные планы действий по достижению гендерного равенства в хронологическом порядке. Также описываются их главные идеи и концепции, изменения, которые произошли в связи с переменами в общественной жизни общества Кыргызстана. Результаты исследования: недостаточное участие женщин в процессах принятия решений сказывается на гендерном имидже страны. Выводы: анализ законодательной базы обеспечения гендерного равенства в Кыргызстане показывает, что женское движение и гендерные эксперты Кыргызстана сделали много в этом направлении.

Abstract. Research relevance is the role of NGOs contribution and women's movement of Kyrgyzstan in the expansion and strengthening of national legislation to achieve gender equality. Research objectives: to analyze the legislative framework for ensuring gender equality in Kyrgyzstan, which was formed in the post-Soviet period during the years of independence. Materials and research methods: article analyzes in detail the Constitution norms in the Kyrgyz Republic, adopted laws, ratified international conventions and National Action Plans to achieve gender equality in

chronological order. It also describes main ideas and concepts, changes that have occurred in connection with Kyrgyzstan society social life. Research results: insufficient participation of women in decision-making processes affects the country gender image. Conclusions: legislative framework analysis for ensuring the gender equality in Kyrgyzstan shows that women's movement and gender experts in Kyrgyzstan have done a lot in this direction.

Ключевые слова: гендерное равенство, гендерная политика, законодательная база по обеспечению гендерного равенства, гендерная концепция, гендерные квоты.

Keywords: gender equality, gender policy, legal framework for ensuring gender equality, gender concept, gender quotas.

В Киргизской Республике гендерная концепция стала разрабатываться после получения независимости, когда на мировой арене все активнее стали актуализироваться гендерные проблемы. Именно на этот период пришло прохождение ряда значимых международных форумов и конференций, затрагивающих проблемы гендера: Каирская международная конференция по народонаселению и развитию 1994 года, Пекинская Четвертая Всемирная конференция по положению женщин 1995 года, Копенгагенский Всемирный саммит по социальному развитию 1995 года, Гамбургская Пятая Международная конференция ЮНЕСКО по образованию для взрослых 1997 года и др.

Закрепленный на основе Конституции страны, демократический путь развития, избранный Киргизской Республикой предполагает равенство прав и возможностей граждан. В основном достижение гендерного равенства в Кыргызстане рассматривается с точки зрения улучшения положения женщин, защиты их прав, в том числе защиты от насилия. Как известно, права человека состоят из политических, экономических, социальных и культурных аспектов, и все эти права универсальны. И в этом направлении за 30 лет независимости Кыргызстана было принято и осуществлялось значительное количество государственных концепций, стратегий и программ в сфере социально-экономического и политического преобразования.

До 1995 г. в республике не существовало единой концепции в отношении улучшения положения женщин, и большинство мероприятий носило временный характер. Особая активность гендерной проблематики приходится на 1996 год, который был объявлен в Кыргызстане годом женщин. Кыргызстан стал разрабатывать реальную программу по гендерному равновесию. Постепенно реализовывалась принятая Кыргызстаном стратегия в отношении достижений целей равенства между мужчинами и женщинами. В этот период в стране было сделано очень много по институциональной поддержке женщин: создана Государственная комиссия по делам женщин, семьи и молодежи в 1996 году и проведены парламентские слушания по положению женщин в 1996. Была утверждена и начала реализовываться Национальная программа по улучшению положения женщин «Аялзат» с 1996 по 2000 годы. В 1997 году Кыргызстан принял национальную стратегию по устойчивому человеческому развитию и вошел в число 10 пилотных стран, где были взяты на вооружение решения Всемирной конференции ООН по положению женщин, прошедшей в Пекине в 1995 году.

Материал и методы исследования

Женская проблематика была также включена и в ряд других национальных программ, работающих в области здравоохранения, образования, культуры, преодоление бедности и

увеличение занятости. В эти же годы появились свыше 100 неправительственных женских организаций, начата гендерная экспертиза законодательства Киргизской Республики и подготовка новых, с учетом гендерного компонента.

В основных документах, определяющих стратегию развития Киргизской Республики на среднесрочную и длительную перспективу — Комплексной основе развития до 2010 года [1] и Национальной стратегии сокращения бедности (<https://cuti.cc/LZOff>), повышение внимания к гендерным проблемам рассматривался как важный элемент демократического строительства, усиления возможностей нашей страны по борьбе с бедностью и по стимулированию социального и экономического развития Киргизстана. Достижение гендерного паритета в образовании и культуре являлся также одним из стратегических направлений Национального плана действий по достижению гендерного равенства в Киргизской Республике на 2002–2006 годы (<https://cuti.cc/ҮрSgR>) утвержденного Указом Президента КР от 2 марта 2002 г. Рассмотрены законодательные массивы имеется на сегодняшний день в Кыргызстане.

Результаты и обсуждение

Конституция КР, принятая на референдуме 1 апреля 2021 года (как и все предыдущие версии), содержит несколько основополагающих стандартов в сфере гендерного равноправия. Приведенные ниже нормы являются отражением идеи равенства по признаку пола. Принципы равенства и свободы заложены как базовые ценности в большинстве современных конституций. Современные общества принимают их как основополагающие, и государства стремятся поддерживать их как стандарты отношений. Во втором разделе Конституции, Глава 1, где отражены общие принципы Прав, свобод и обязанностей человека и гражданина, прямо указываются на недопустимость гендерной дискриминации. И даже указывается на ответственность за допущение дискриминации.

Статья 24 п. 1 — Никто не может подвергаться дискриминации по признаку пола, расы, языка, инвалидности, этнической принадлежности, вероисповедания, возраста, политических или иных убеждений, образования, происхождения, имущественного или иного положения, а также других обстоятельств.

Та же статья, п. 2. — Все в Киргизской Республике равны перед законом и судом.

Та же статья, п. 3. — В Киргизской Республике мужчины и женщины имеют равные права и свободы и равные возможности для их реализации.

Пункт 1 комментируемой статьи определяет, что мужчины и женщины имеют равные права и свободы, что соответствует ст. 3 Международного пакта о гражданских и политических правах. Она указывает также на равные возможности мужчин и женщин для реализации своих прав.

Закрепление Конституцией КР равных возможностей в осуществлении прав и свобод означает, что государство обязуется гарантировать эти равные возможности, осуществлять политику, направленную на устранение неравенства и дискриминации по какому-либо признаку, в том числе и по признаку пола. Но самое главное, пожалуй, состоит в том, что на конституционном уровне закреплён сам принцип не только равных прав и свобод, но и равных возможностей для мужчин и женщин.

Такая постановка вопроса в Конституции Киргизской Республики даёт основание полагать, что заложен краеугольный камень в основу целостной политики равных прав и возможностей для двух полов, то есть гендерно сбалансированной политики. Однако необходимо создать условия для того, чтобы равные права стали реальностью. Исходя из этого

и стоит решать проблемы равенства возможностей как необходимое условие реализации прав мужчин и женщин.

Правительство Киргизской Республики совершило значительный прогресс в направлении восстановления и продвижения статуса женщин законодательным путем. Разработаны законопроекты и концепции, учитывающие государственную политику в области обеспечения гражданских и политических прав. Законодательство Киргизской Республики по вопросам прав и интересов женщин и мужчин заключено в следующих документах:

- Конституция Киргизской Республики в редакции от 11 апреля 2021 г.;
- Трудовой кодекс Киргизской Республики от 4 августа 2004 года № 106;
- Семейный кодекс Киргизской Республики от 30 августа 2003 года № 201;
- Гражданский кодекс Киргизской Республики от 8 мая 1996 года № 15;
- Уголовный кодекс Киргизской Республики от 28 октября 2021 года № 127;
- Закон Киргизской Республики «О государственных пособиях» от 28 июля 2017 года № 163;
- Закон Киргизской Республики «Об охране здоровья граждан» от 9 января 2005 года №6.

Блоку социальных законов Жогорку Кенеш (Парламент) и Правительство Киргизской Республики всегда придавали первостепенное значение, среди которых особое внимание уделяется международным правовым Конвенциям. Парламент Киргизской Республики ратифицировал 5 международных конвенций по устранению дискриминации в отношении женщин:

- Конвенцию о ликвидации всех форм дискриминации в отношении женщин от 18 декабря 1979 года;
- Конвенцию о политических правах женщин от 31 марта 1953 года;
- Конвенцию о согласии на вступление в брак, брачном возрасте и регистрации брака от 10 декабря 1962 года;
- Конвенцию о гражданстве замужней женщины от 20 февраля 1957 года;
- Конвенцию об охране материнства от 28 июня 1952 года № 103.

Одним из основных достижений по праву является присоединение Киргизской Республики к Конвенции о ликвидации всех форм дискриминации в отношении женщин. Конвенция является одной из наиболее эффективных документов ООН в целях содействия равенству между мужчинами и женщинами. После ратификации конвенции была внесена поправка в Уголовный Кодекс, который предусматривал наказание за нарушение равноправия граждан в зависимости от пола (ст. 134). (Утратила силу с введением нового Уголовного кодекса в 2021 году).

Закон Киргизской Республики «О социально-правовой защите от насилия в семье» 2003 года регулировал отношения в области социально-правовой защиты потерпевших от насилия в семье, а также определял профилактическую деятельность субъектов по предупреждению насилия в семье. Поскольку Закон вносился методом народной инициативы, процесс сбора подписей неправительственные организации использовали для разъяснения сути закона широким слоям населения, женщинам и мужчинам.

В связи с принятиями новой Конституции Киргизской Республики, новых редакций кодексов, Закон Киргизской Республики «О социально-правовой защите от насилия в семье» 2003 года утратил силу в 2017 году. Вместо него в силу вступил Закон КР «Об охране и защите от семейного насилия» от 27 апреля 2017 года. В новом законе пересмотрены термины, расширено понятие «семейное насилие», к которому предложено отнести и экономическое насилие, а также угрозу совершения насилия. Расширен круг субъектов исполнения закона;

определены обязанности органа, ответственного за координацию и взаимодействие субъектов, задействованных в охране и защите от домашнего насилия; разграничены обязанности и ответственность государственных и органов местного самоуправления; определены лица, имеющие право обращаться в органы внутренних дел с заявлением о выдаче охрannого ордера, а также в суд с требованиями о наложении определенных ограничений на лицо, совершившее насилие. Национальный совет по делам женщин и гендерному развитию при Правительстве информирует, что в целях реализации Закона «Об охране и защите от семейного насилия» принято постановление Правительства Киргизской Республики «О порядке осуществления охраны и защиты от насилия» от 1 августа 2019 года [2]. По данным Национального статистического комитета, именно женщины чаще всего страдают от рук своих мужей или родственников: в 2018 году 95% зарегистрированных случаев семейного насилия совершались мужчинами (<https://cuti.cc/WZPb4>).

Гарантии гендерного равенства в управлении государством и прохождении государственной службы (гл. II), а также механизм обеспечения соблюдения гендерного равенства (гл. V), путем гендерного квотирования, содержались в принятом в марте 2003 г. Законе КР «Об основах государственных гарантий обеспечения гендерного равенства». Законом оговаривались принятие Жогорку Кенешом КР, в пределах своей компетенции с учетом представительства не более 70% лиц одного пола: судей Конституционного и Верховного судов, состава Центральной комиссии по выборам и проведению референдумов КР и аудиторов Счетной Палаты. В новом законе «О государственных гарантиях равных прав и равных возможностей для мужчин и женщин» от 4 августа 2008 года №184 сохранены эти нормы и существенно расширены понятия гендерной дискриминации и сексуального домогательства. А также более детально расписаны процедуры, механизмы обеспечения гендерного равенства и ответственность перед законом за нарушение принципов гендерного равенства.

В течение 2002–2010 гг. в Киргизской Республике существенно расширилась существующая нормативно-правовая база. Так, во исполнение Указа Президента Киргизской Республики №52 «О национальном плане действий по достижению гендерного равенства в Киргизской Республике на 2002–2006 годы», Постановлением Правительства КР №395 от 21.07.02 был принят Комплекс мер по его осуществлению для министерств, ведомств, государственных комитетов, областных, районных, городских администраций и органов местного управления с определением источников финансирования и ожидаемых результатов.

В законе КР «О государственной службе», принятом в редакции от 5 августа 2003 г. №190, были предусмотрены меры, обеспечивающие равный доступ граждан к государственной службе, включая организацию конкурса на вакантные должности. Новый Закон КР «О государственной службе» от 27 октября 2021 года №125 направлен на совершенствование законодательства Киргизской Республики в сфере организации государственной гражданской службы и муниципальной службы, устранение разночтений и конкретизацию норм, касающихся прохождения профессиональной службы в органах государственного управления и местного самоуправления.

Большой вклад в развитие законодательной базы обеспечения гендерного равенства в Кыргызстане вносят такие неправительственные организации, как Центр помощи женщинам, Ассоциация независимых ученых-юристов Кыргызстана и др. Многие неправительственные организации взяли на себя ведущую роль в поддержке и защите гендерного равенства и демократического управления в Кыргызстане. Они внесли значительный вклад в подготовку проектов закона «О равных правах и возможностях» и в политическом избирательном

образовании населения. Однако, несмотря на значительные проделанные неправительственным сектором мероприятия, недостаточное гендерное образование и владение общей ситуацией развития женского и общественного движения, некоординированность совместных усилий в достижении гендерного равенства с деятельностью других секторов общества, недооценка важности работы с мужчинами — эти и многие другие нерешенные вопросы делают работу неправительственных организаций весьма непродуктивной.

В апреле 1999 г. на специальном заседании Комиссии ООН по положению женщин Кыргызстан был назван в числе первых десяти государств, успешно выполняющих обязательства, принятые на Четвертой Всемирной конференции в Пекине, где в частности была принята Пекинская платформа действий, являющаяся самым значительным заявлением международного сообщества о необходимости обеспечения гендерного баланса в процессе принятия решений. Пекинская платформа действий была прямо нацелена на достижение гендерного баланса во всех сферах жизни общества, а содержащийся в ней анализ придавал первостепенную важность обеспечению всестороннего участия женщин в процессе принятия решений.

Достигнутый прогресс в улучшении положения женщин позволил Кыргызстану провозгласить более глобальную стратегию — достижение гендерного равенства. Политическая воля государства в данной сфере была подкреплена институциональными реформами: реорганизацией ранее действовавших структур в Национальный совет по вопросам женщин, семьи и гендерного развития при Президенте Киргизской Республики с рабочим органом — Секретариатом, а также принятием «Национального плана действий по достижению гендерного равенства в Киргизской Республике на 2002–2006 годы». В нем были определены стратегические направления реализации гендерной политики в Киргизской Республике на 4 года. Кроме того, стратегические цели и задачи национального плана содержали пункт, направленный на достижение соблюдения гендерного баланса на всех уровнях принятия решений.

Но в 2005 году выборы показали полное отсутствие женщин в Парламенте. Это заставило гражданские организации, преодолевая разногласия, решительно поставить вопрос о безотлагательном принятии специальных мер поддержки женщин. На основе общей платформы действий по всей стране женскими активистами были организованы широкие информационные кампании и акции за квоты. По инициативе женского движения 21 июня 2005 г. Президентом был издан Указ об утверждении должности Специального представителя в Жогорку Кенеше по вопросам гендерного развития. Установление института Специального представителя рассматривалась как специальная мера поддержки продвижения гендерного равенства на уровне законодательной власти, связанная с ситуацией отсутствия пропорционального представительства обоих полов в составе Жогорку Кенеша.

С целью улучшения гендерной ситуации, расширения возможностей участия женщин в формировании и реализации государственной политики 20 марта 2006 г. вышел Указ бывшего президента Республики К. С. Бакиева «О мерах по совершенствованию гендерной политики», в котором говорилось о том, что структурные изменения в политике и экономике являются не в полной мере позитивными с точки зрения гендерного равенства, не созданы достаточные условия для реализации прав и свобод женщин наравне с мужчинами. Далее в Указе отмечалось о целесообразности обеспечения не менее 30-процентного представительства женщин в государственных органах и органах местного самоуправления, в том числе и на

уровне принятия решений. Однако закрепленные документально концепции достижения гендерного равенства находились в ярко выраженном противоречии с социальной практикой.

В 2007 г. в новой редакции Конституции Кыргызстана были закреплены основы равенства возможностей и прав женщин и мужчин. Внесены гендерные дополнения в закон «О земле». Введены гендерные квоты в закон «О политических партиях» и принят Национальный план действий по оптимизации гендерного равенства в Кыргызстане на 2007–2010 гг.

В 2008 г. был создан Альянс женских законодательных инициатив, собравший опытных специалистов с гендерными знаниями, которые смогли пролоббировать гендерно-направленные законодательные предложения и провести мониторинг осуществления гендерной политики. В 2012 г. было принято Постановление Правительства Кыргызстана, касающееся Национальной стратегии до 2020 г. и Национального плана деятельности по оптимизации гендерного равенства на 2012–2014 гг. В документе были определены несколько приоритетов развития: политическое равноправие, доступ к правосудию, образованию и экономическим ресурсам. Для реализации этих документов помимо госорганов были задействованы НПО и международные организации.

В соответствии с Постановлением Правительства от 2 Мая 2012 года был образован Национальный совет по гендерному развитию под председательством вице-премьера-министра. Совет являлся совещательным органом, в который входили министры, заместители министров и полномочные представители правительства в областях. Реализация гендерной политики координировалась отделом гендерной политики Министерства молодежи, труда и занятости. Новая национальная стратегия и национальный план действий устанавливали структурную модель и четкие обязанности по разработке, реализации и мониторингу гендерной политики.

В 2013 году Кыргызстан утвердил дорожную карту по устойчивому развитию на 2013–2017 годы, подготовленную Аппаратом Президента. Эти меры содействовали реализации первой долгосрочной инновационной Стратегии по обеспечению гендерного равенства (2012–2020 гг.) и его первоначального Национального плана действий на 2012 год.

В феврале 2013 года при активной поддержке со стороны Структуры «ООН-женщины» в сотрудничестве с Региональным центром ООН по превентивной дипломатии для Центральной Азии и Организацией по безопасности и сотрудничеству в Европе, Кыргызстан принял Национальный план действий по выполнению резолюции 1325 Совета Безопасности ООН, которая, наряду с шестью вспомогательными резолюциями Совета Безопасности ООН — 1820, 1888, 1889, 1960, 2106 и 2122 — является частью обязательств ООН в отношении прав женщин. Эти политические документы представляли собой новый подход к обеспечению гендерного равенства в Киргизской Республике.

В 2017 г. начала работу Киргизская ассоциация женщин сектора законности, правопорядка и безопасности.

Для реализации обязанностей по защите гендерного равенства Правительство Киргизской Республики приняло Национальную стратегию по достижению гендерного равенства до 2020 года (<https://cuti.cc/WCDhn>). В целях эффективного решения вопросов гендерного равенства и актуализации проблем был создан Национальный совет по гендерному развитию при Правительстве КР, который разработал и утвердил Национальный план действий по гендерному равенству на 2018–2020 годы, Национальный план действий по Резолюции СБ ООН 1325 на 2018–2020 годы, подготовил пятый периодический отчет для CEDAW (2019).

Для увеличения количества женщин депутатов в выборных органах был инициирован Закон о 30% квоте для женщин. Инициатива была одобрена, и в ее поддержку было собрано

более 10 тыс. подписей от граждан со всех регионов КР. В результате, 8 августа 2019 г., под номером №117 был принят закон Киргизской Республики «О внесении изменений в Закон Киргизской Республики „О выборах депутатов местных кенешей“» (<https://cuti.cc/9jePZ>) по обеспечению не менее 30% мандатов депутатов айыльного кенеша для женщин. Жогорку Кенеш утвердил механизм гарантированного минимального представительства женщин в составах местных кенешей через резервирование 30% мандатов (квот) для женщин.

Выводы

В стране по-прежнему фиксируется высокий уровень насилия в отношении женщин и девочек. Несмотря на солидную законодательную базу, направленную на достижение гендерного равенства, а также недостаточное участие женщин в процессах принятия решений сказывается на гендерном имидже страны. В общем, анализ законодательной базы обеспечения гендерного равенства в Кыргызстане, которая была сформирована за 30-летний период, показывает, что женское движение и гендерные эксперты Кыргызстана сделали много в этом направлении. Однако следует признать, что разрыв между де-факто и де-юре положения женщин еще достаточно большой. Перед гендерными экспертами и учеными лежит непочатый край исследований социальных проблем общества с точки зрения гендерного подхода.

Список литературы:

- 1.Торогельдиева Б. М. Административная реформа как фактор повышения эффективности государственного управления в Кыргызстане // Развитие территорий. 2019. №2 (16). С. 28-32.
2. Мадышева Ш. И., Мадышев Б. И., Орунбаев С. С. Насилие против женщин в Кыргызстане и мероприятия, направленные на его устранение // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2021. №3-1. С. 198-202.

References:

- 1.Torogel'dieva, B. M. (2019). Administrativnaya reforma kak faktor povysheniya effektivnosti gosudarstvennogo upravleniya v Kyrgyzstane. *Razvitie territorii*, (2 (16)), 28–32. (in Russian).
2. Madysheva, Sh. I., Madyshev, B. I., & Orunbaev, S. S. (2021). Nasilie protiv zhenshchin v kyrgyzstane i meropriyatiya, napravlennye na ego ustranenie. *Mezhdunarodnyi zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk*, (3–1), 198–202. (in Russian).

Работа поступила
в редакцию 29.06.2022 г.

Принята к публикации
03.07.2022 г.

Ссылка для цитирования:

Марзабаева Б. Т., Ташыбаева А. К., Асанахунова З. М., Бабакулова Р. Б. Законодательное обеспечение гендерного равенства в Киргизской Республике // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 430-437. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/44>

Cite as (APA):

Marzabaeva, B., Tashybaeva, A. K., Asanakhunova, Z., & Babakulova, R. (2022). Legislative Support of Gender Equality in the Kyrgyz Republic. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 430-437. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/44>

УДК 371. 3: 494. 3

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/45>

**МЕТОДЫ И ПРИЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ КИРГИЗСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ ЭТНОПЕДАГОГИКИ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ
И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ**

©*Кенжешев К. Д.*, канд. пед. наук, Бишкекский государственный университет,
г. Бишкек, Кыргызстан, kkenzheshev@bhu.kg

**METHODS AND TECHNIQUES OF TEACHING KYRGYZ LITERATURE BASED
ON THE PRINCIPLES OF ETHNOPEDAGOGY IN SECONDARY SCHOOL
AND THE CURRENT STATE OF EDUCATION**

©*Kenzheshev K.*, Ph.D., Bishkek State University, Bishkek, Kyrgyzstan, kkenzheshev@bhu.kg

Аннотация. Рассматриваются вопросы, касающиеся методов и приемов преподавания киргизской литературы на основе принципов этнопедагогике в средней школе, а также проблемы современной системы образования. Проанализированы проблемы, связанные с новым содержанием преподавания киргизской литературы на этнопедагогической основе после обретения независимости, приведены конкретные аргументы и примеры, доказывающие, что этнопедагогика является основой национального образования и воспитания. Анализируется роль этнопедагогических воззрений, заложенных в содержании художественных произведений, на фоне проблем, касающихся воспитания и развития ребенка в современном обществе. Данная проблема в статье рассматривается в контексте современных образовательных парадигм, функции которых проиллюстрированы конкретными примерами. Представлен анализ объективных причин возникновения сложных ситуаций в ходе практической реализации упомянутых выше принципов. Обосновывается необходимость этнопедагогического образования по предмету киргизская литература.

Abstract. This article discusses issues related to methods and techniques of teaching Kyrgyz literature based on the principles of ethnopedagogy in secondary school, as well as problems of the modern education system. The problems associated with the new content of teaching Kyrgyz literature on an ethnopedagogic basis after gaining independence are also analyzed, concrete arguments and examples are given proving that ethnopedagogy is the basis of national education and upbringing. Since its principles are interpreted in relation to the tasks of educating the younger generation in our country. In this regard, the role of ethnopedagogical views embedded in the content of works of art is analyzed against the background of problems related to the upbringing and development of a child in modern society. Thus, this problem is considered in the article in the context of modern educational paradigms, the functions of which are illustrated by concrete examples. In addition, an analysis of the objective causes of complex situations during the practical implementation of the principles mentioned above was presented. And also, the necessity of ethnopedagogical education on the subject of Kyrgyz literature is justified.

Ключевые слова: урок литературы, народная педагогика, этнопедагогическое образование, личностные компетенции.

Keywords: literature lesson, folk pedagogy, ethnopedagogic education, personal competencies.

В современных образовательных стандартах не определена непосредственная роль киргизской литературы в формировании коммуникативной компетенции учащихся, но если учесть отдельные компетенции использования языка в реальных жизненных ситуациях, которые формируются у детей через литературные произведения, то роль киргизской литературы в нашем обществе становится очевидным. В современном педагогическом сообществе понятие «знание» толкуется, в первую очередь, в качестве компетенции, которую можно при необходимости использовать в реальной жизни, а следовательно, сама постановка данной проблемы предполагает необходимость изменения и обновления подхода не только к определению стратегической цели изучения художественных произведений, но и к содержанию материалов, изучаемых на уроках литературы. Вместе с тем качественно изменились и требования к учащимся на уроке литературы, в ходе которого помимо основных задач реализуется целый ряд таких дополнительных, как развитие у учащихся практических навыков владения родным языком в разных речевых ситуациях, совершенствования умений построения предложений и связной речи, а также навыков и умений определения разных негативных и позитивных коннотаций, семантических оттенков, выраженных языковыми средствами различных уровней. Поскольку, как показывает практика, никакой другой предмет не может решить эту задачу, суть которой заключается, как уже было отмечено, в последовательных действиях, направленных на развитие коммуникативных способностей у детей, их умений и навыков использования ресурсами родного языка. В этой связи важно отметить, что в современных условиях суть образовательного процесса, в частности стратегическая цель уроков по литературе, заключается в формировании и развитии умений и навыков, используя полученные теоретические знания. Реализация данной задачи зависит от многих факторов и условий, среди которых особое место принадлежит учебному материалу, правильный выбор которого имеет принципиальный характер. Поскольку учебный материал, а именно содержание художественных произведений, их идейно-тематические, художественно-эстетические особенности определяют потенциальную возможность осуществления задач, касающихся формирования и развития коммуникативных навыков учащихся. Как известно, формирование и развитие коммуникативных навыков включает в себя целый комплекс мероприятий, к числу которых следует отнести семантический анализ лексических средств, определение семантических оттенков образных и стилистических ресурсов, раскрытие их коммуникативно-прагматического потенциала на примере конкретных языковых иллюстраций. Все упомянутые мероприятия главным образом направлены на формирование и повышение культуры речи учащихся, а также на ознакомление с правилами ведения дискуссии, диалогического общения, с помощью которых можно воспитывать терпимость по отношению к чужим взглядам и мнениям, сформировать активную жизненную позицию учащихся и, наконец, способствовать их всестороннему развитию. Следует отметить, что в настоящее время всестороннее развитие личности подразумевает формирование умственных, нравственных, эстетических, трудовых и физических качеств личности с учетом принципов личностно-ориентированного воспитания. А в контексте вопросов, касающихся преподавания киргизской литературы старшеклассникам на этнопедагогической основе, помимо упомянутых выше положений особое значение придается жизненным основам художественных произведений, изучаемых на уроках литературы, т. е., изучаемые материалы должны иметь непосредственную связь с жизненными потребностями, интересами и опытом

учащихся. Так, например, анализируя образ того или иного литературного героя или отдельные жизненные эпизоды из художественных произведений можно организовать дискуссии, в ходе которых учащиеся приходят к определенным выводам [1]. При этом можно учитывать соответствующие прецедентные тексты, феномены или паремиологические единицы, в которых ярко отражаются народные традиции, обычаи и обряды, имеющие непосредственное отношение к этнопедагогическим основам воспитания личности. Однако, следует отметить, что возникают немало сложностей в определении места и роли этнопедагогики в системе образования, которая модернизируется главным образом благодаря различным техническим средствам, а также модели личностно-ориентированной технологии обучения. Современные технические средства, безграничные возможности интернета в сознании учащихся ассоциируется с прогрессом, достижениями в области материальной культуры и западным образом жизни. Иными словами, учащиеся находятся под воздействием мощных информационных потоков, которые безусловно имеют сильное влияние на формирование личных качеств и социальных потребностей учащихся. В контексте таких современных тенденций наблюдается тотальное влияние виртуального пространства, интернета и социальных сетей на все, без исключения, сферы общественной жизни и в силу таких внешних факторов методы и средства этнопедагогического воспитания могут восприниматься как нечто устаревшее, экзотическое, не способное приспособиваться к новым условиям жизни. В этой связи следует отметить, что подобное противоречие ставит новые задачи перед киргизской литературой, к числу которых относится разработка комплекса действий, побуждающих учащихся мыслить критически, стимулирующих их внутренний потенциал художественного мышления и эстетическое восприятие мира. Таким образом, все методы и средства этнопедагогики, используемые на уроках киргизской литературы, служат для реализации одной масштабной стратегической цели, суть которой заключается в воспитании у киргизских юношей и девушек высокого идеала служения народу. Как уже было отмечено, усиление тенденций использования информационно-коммуникативных технологий, медиаустройств в жизни современной молодежи вызывает тревогу среди психологов, социологов и педагогов во всем мире. Данная проблема занимает мысли и отечественных педагогов, по мнению которых, высокая активность использования мобильных технологий и социальных сетей может привести к машинальности мышления, а следовательно и действий. Подобные трансформации массового сознания имеют непосредственное влияние на процесс формирования системы ценностей и характера личности. Вместе с тем упомянутые выше внешние факторы имеют влияние и на формирование системы социальных потребностей и интересов подростка.

По мнению многих специалистов, одним из путей создания альтернативы названным выше тенденциям, которые являются результатами глобализации, является популяризация эстетического, нравственного, экологического и этнопедагогического образования, которая создала целостную систему обучения и воспитания подрастающего поколения с учетом специфических особенностей этносов, народностей и регионов их проживания. Учитывая все вышеупомянутые характерные особенности, академик Г. Н. Волков охарактеризовал этнопедагогику следующим образом: «Без памяти нет традиций, без воспитания нет духовности, без духовности нет личности, без личности нет народа как исторической общности» [5].

Общеизвестно, во все времена основной целью воспитания являлась забота о передаче житейского, духовного, в том числе и педагогического опыта, накопленного предшествующими поколениями. Для решения данной задачи в народной педагогике использовались различные средства. Основными средствами народной педагогики являются:

народные песни и музыка; народные танцы; народные промыслы и декоративно-прикладное творчество; народные игры и состязания; народный театр; национальная пища и технология ее приготовления; праздники и, наконец, устное народное творчество. Устное народное творчество подразделяют на виды и жанры: мифы, былины, легенды, сказки, афоризмы, пословицы, поговорки, загадки и т. д. Богатство видов и жанров обусловлено разнообразием его социальных, бытовых, психотерапевтических и педагогических функций. Народные афористические изречения (пословицы, поговорки, присловья и др.) не потеряли своей актуальности и в настоящее время [5]. Поскольку, несмотря на развитие высоких технологий и информационных систем, роль вербальной коммуникации, т.е., живой речи, остается всегда актуальным, потому как вербальная коммуникация — самый используемый, распространенный способ общения. Более того в процессе вербальной коммуникации осуществляется ряд таких основных функций языка как коммуникативная функция, (иными словами, функция общения, язык — это самый доступный и самый распространенный инструмент для общения между людьми), аккумулятивная функция (т.е., сбор и накапливание ценной информации в процессе общения с другими людьми, а также ее сохранение и передача потомкам), эстетическая функция (данная функция реализуется через языковые единицы, которые способны оказывать эстетическое воздействие на человека как адресата речи, то есть причастны к формированию чувственно-ценностного отношения человека к миру), конструктивная функция (с помощью языка человек излагает свою мысль в доступной для собеседника форме), апеллятивная функция (то есть язык дает возможность убеждать, доносить свою точку зрения, влиять на мнение других людей), фактическая функция (позволяет с соблюдением принятых норм этикета выстраивать взаимодействие, либо прекращать его), когнитивная функция (познавательная), где язык является инструментом сознания и отражает результат когнитивной деятельности человека. Доказано, что язык и мышление неразрывно связаны, именно эта функция помогает сохранять в памяти результаты мышления и использовать их в общении, номинативная функция (назывная), обозначение и именование объектов действительности. (Функция, тесно связанная с познанием и реализуемая при появлении новых объектов и явлений в появлении новых слов), эмоционально-экспрессивная функция (выражение человеком своих субъективно-психологических оценок и отношений при помощи средств языка), этническая функция (способность языка объединять некий этнос и определять отношение людей к языку и культуре) и ряд других не менее важных функций [6]. Следует отметить, что все перечисленные выше функции имеют особое значение, поскольку через них реализуются все основные задачи, поставленные перед этнопедагогикой. Так, например, аккумулятивная функция обеспечивает сбор и накапливание ценной информации, в том числе и житейского, духовного, педагогического опыта, накопленного предшествующими поколениями. А единое духовное, культурное пространство образуется с помощью этнической функции языка.

Благодаря вышеперечисленным функциям осуществляются лингвопрагматические аспекты, т.е., определенные виды вербальной коммуникации такие как беседа, наставление, объяснение, убеждение, требование, назидание, просьба, обучение, похвала, мольба, обвинение, наказание, благословение и ряд других речевых формул, которых следует отнести к числу этнопедагогических методов обучения и воспитания [2]. Все эти речевые операции казахским ученым Н. А. Сейткуловым рассматриваются в качестве методов этнопедагогики, а в киргизском языке они отражают лингвопрагматические особенности отношения между обществом и личностью. Таким образом, все упомянутые выше методы должны активно использоваться в процессе преподавания киргизской литературы старшеклассникам на

этнопедагогической основе, играя ключевую роль в формировании у каждого ученика навыков вербального общения т. е., коммуникативной компетенции, которая является важным показателем компетенции. Важно отметить, что в школьной практике нет других предметов, занимающихся формированием данной компетенции кроме таких предметов, как киргизский язык и литература [3]. Однако, следует также признать, что в современных условиях навязывание или требование от учащихся старших классов учить классические образцы фольклорных произведений или малые жанры относящихся к песенно-музыкальному народному творчеству, а также заставлять их изучать строение, технологию изготовления тех или иных предметов народного декоративно-прикладного искусства вряд ли дадут нам желаемых, ожидаемых результатов. Так как в ситуации, когда среди молодежи культивируются иные ценности и их иерархия зависит от культурных и социальных реалий общества, не так-то просто привить им традиционные национально-культурные и духовные ценности, истоки которых берут свое начало с эпической культуры киргизского народа, где центральное место занимает уникальный памятник устного народного творчества эпос «Манас». Поэтому для осуществления таких масштабных задач, поставленных перед предметом киргизская литература, необходимо разработать методологическую основу, новые, понятные, эффективные, логически последовательные способы подачи соответствующих материалов, имеющих обучающий и воспитательный потенциал, которые реализуются в воспитании коллективизма, нравственности, эстетических и душевных чувств, а также социализации молодого поколения. На наш взгляд, в определении методики преподавания киргизской литературы в школах на этнопедагогической основе мы должны обращать внимание на истинные интересы, базовые социальные потребности учащихся, учитывать склонность молодых людей подражать тому, что социально ново и, наконец, принимать во внимание социально-психологические механизмы и поведенческие шаблоны молодых людей с учетом их возрастных особенностей. Помимо этого на уроках литературы учитель, анализируя те или иные жизненные ситуации, описанные в художественных произведениях или образов персонажей, должен выходить за рамки привычных для учащихся шаблонов ведения диалога, стимулируя развитие в них навыков критического мышления. Учитель должен уметь ставить проблемный вопрос с позиции учеников, создавать нестандартные речевые ситуации, способствующих развитию творческого мышления, креативности, следовательно, и их коммуникативно-речевые умения.

Преподавание киргизской литературы в старших классах на этнопедагогической основе непосредственным образом связано со сбором, изданием, а также популяризацией фольклора, мотивы которого часто встречаются в архитектонике художественных произведений. Поэтому данный метод не исключает из содержания урока таких ключевых вопросов литературы как, исторические предпосылки и условия зарождения, становления и развития киргизской профессиональной литературы, тема, сюжетные линии и композиция, система образов, идейно-художественное содержание и, наконец, жанровые особенности художественных произведений, их неразрывная связь с историей народа и целый спектр других не менее важных теоретических вопросов [4]. Наоборот, в преподавании киргизской литературы в старших классах на этнопедагогической основе сохраняется преемственность, гармонизация лучших традиций и педагогических идей ведущих отечественных ученых-литературоведов, к числу которых следует отнести таких известных ученых как Т. Саманчин, К. Иманалиев, К. Асаналиев, Ж. Таштемиров, Б. Маленов, Б. Алымов, Ш. Уметалиев, Н. Ишкеев, А. Мамбеталиев, И. Исамидинов, С. Рысбаев, А. Муратов и многих других. Как уже было отмечено выше, все идеи, разработки, методы, так или иначе связанные с вопросами

преподавания киргизской литературы в старших классах на этнопедагогической основе, должны не только использоваться, но и совершенствоваться и адаптироваться с учетом новых реалий и задач в рамках реализации данного подхода. Как известно, в области методики преподавания киргизской литературы существует достаточно много научно-практических исследований, разработки нетрадиционных форм занятий, дидактических принципов и правил, которые не потеряли своей актуальности и в настоящее время. Таким образом, преподавание киргизской литературы в общеобразовательных школах ведется согласно традициям, заложенным еще в прошлом веке, что свидетельствует о преемственности и устойчивости основных научно-теоретических положений в содержании учебного плана, принципов, форм, способов, средств и технологий обучения, в процессе которого остаются неизменными условия изучения научно-теоретической литературы, методы анализа и синтеза, обобщения передового опыта и, наконец, внедрения результатов исследований и экспериментов в практику.

Список литературы:

1. Муратов А. Кыргыз эл педагогикасы: табияты, таралышы жана тарыхы. 1-китеп. Бишкек, 2011. С. 8–58.
2. Сейткулов Н. А. Казак этнопедагогикасындагы бала жасына карай кезеңге бөлүүнүн илимий-педагогикалык негиздери // Педагогика гылымынын докторы гылыми даражасын алуу үшүн дайындалган диссертациянын авторефераты. Түркстан, 2010. 20 с.
3. Рысбаев С. Кыргыз балдар фольклорунун педагогикасы. Бишкек, 2006. С. 13–64.
4. Батаканова С. Т. Мектепте көркөм чыгармаларды талдоонун илимий-педагогикалык негиздери. Бишкек, 2010. С. 7–16.

References:

1. Muratov, A. (2011). Kyrgyz el pedagogikasy: tabiyaty, taralyshy zhana tarykhy. Bishkek. (in Kyrgyz).
2. Seitkulov, N. A. (2010). Kazak etnopedagogikasyndagy bala zhasyna karai kezeңge bөлүүнүн ilimii-pedagogikalyk negizderi. In *Pedagogika gylımynyn doktory gylımi darazhasin alu yshin daiyndalghan dissertatsiyanyn avtoreferaty*, Түркстан. (in Kyrgyz).
3. Rysbaev, S. (2006). Kyrgyz baldar fol'klorunun pedagogikasy. Bishkek. 13–64. (in Kyrgyz).
4. Batakanova, S. T. (2010). Mektepte көркөм chygarmalardy taldoonun ilimii-pedagogikalyk negizderi. Bishkek, 7–16. (in Kyrgyz).

*Работа поступила
в редакцию 05.07.2022 г.*

*Принята к публикации
10.07.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Кенжешев К. Д. Методы и приемы преподавания киргизской литературы на основе принципов этнопедагогики в средней школе и современное состояние образования // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 438-443. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/45>

Cite as (APA):

Kenzheshev, K. (2022). Methods and Techniques of Teaching Kyrgyz Literature Based on the Principles of Ethnopedagogy in Secondary School and the Current State of Education. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 438-443. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/45>

УДК 371. 3: 494. 3

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/46>

РАЗВИТИЕ КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ ИДЕЙ ЭТНОПЕДАГОГИКИ В КЫРГЫЗСТАНЕ В ГОДЫ НЕЗАВИСИМОСТИ

©*Кенжешев К. Д.*, канд. пед. наук, Бишкекский государственный университет,
г. Бишкек, Кыргызстан, kkenzheshev@bhu.kg

DEVELOPMENT OF CONCEPTUAL IDEAS OF ETHNOPELAGOGY IN KYRGYZSTAN DURING THE YEARS OF INDEPENDENCE

©*Kenzheshev K.*, Ph.D., Bishkek State University, Bishkek, Kyrgyzstan, kkenzheshev@bhu.kg

Аннотация. Рассматриваются вопросы касающиеся развития концептуальных идей этнопедагогического образования в Киргизской Республике в первые годы независимости. Описана совокупность внешних и внутренних факторов, оказывавших непосредственное влияние на развитие идей, принципов, приемов, методов, форм и средств народной педагогики. Проанализированы определенные тенденции развития этнопедагогического образования в контексте идеологического хаоса, социальных катаклизмов и экономических потрясений в начальный период независимости. Рассмотрены факторы, обуславливающие доминирование зарубежных методов, приемов и форм обучения и отставание отечественной системы образования, присутствие в которой основных средств, идей и принципов этнопедагогики в настоящее время постепенно уменьшается. Все эти факторы, вне всякого сомнения, сказываются на процесс воспитания подрастающего поколения. В современных условиях глобализации резко возрастает угроза исчезновения многих языков, самобытных культур, а также этносов и в контексте таких процессов этнопедагогика приобретает особое значение и актуальность.

Abstract. The article discusses issues related to the development of conceptual ideas of ethnopedagogical education in the Kyrgyz Republic in the first years of independence. In particular, a set of external and internal factors that had a direct impact on the development of ideas, principles, techniques, methods, forms and means of folk pedagogy is described. Namely, certain trends in the development of ethnopedagogical education in the context of ideological chaos, social cataclysms and economic upheavals in the initial period of independence are analyzed. The factors that determine the dominance of foreign methods, techniques and forms of education and the lag of the domestic education system, in which the presence of basic means, ideas and principles of ethnopedagogy is now gradually decreasing, are also considered. All these factors undoubtedly affect the upbringing of the younger generations. Moreover, it is no exaggeration to say that in the modern conditions of globalization, the threat of the disappearance of many languages, original cultures, and, consequently, ethnic groups are sharply increasing, and in the context of such processes, ethnopedagogy acquires special importance and relevance.

Ключевые слова: духовно-нравственные ценности, идеи этнопедагогического образования, этнорелигиозный этап.

Keywords: spiritual and moral values, ideas of ethno-pedagogical education, ethno-religious stage.

Обретение Кыргызстаном независимости в его новейшей истории останется исторически значимым событием, которое положило начало новому этапу его развития. Как известно, после обретения независимости перед государством предстояло решение масштабных и жизненно важных задач, касающихся в первую очередь определения нового политического курса, а также решения острых проблем, прежде всего, в социально-экономической сфере. Вместе с тем, на повестке дня стояли вопросы, связанные с поисками нового идеологического и внешнеполитического курса независимой страны, в которой социальные катаклизмы и экономические потрясения привели к трансформации массового сознания. Предпринимались первые попытки пересмотра истории киргизского народа и возвращения к истокам в целях переосмысления и освоения исторического опыта предков. В контексте этих беспрецедентных социально-культурных преобразований появлялись совершенно новые культурные ценности, в которых не имели место устаревшие критерии общественной морали, следовательно, устоявшиеся стандарты, критерии постепенно уступали место новым взглядам, основанным на принципах демократии, плюрализма и полярности мнений. Таким образом, с наступлением новой эпохи, условия, диктуемые упомянутыми выше внешними факторами, имели сильное влияние как на социально-экономическую сферу, так и на культурную, духовную, морально-нравственную сферы жизни общества. Помимо упомянутых выше сфер общественной жизни, подобные глобальные изменения были и в области образования, доктрина которого изменилась кардинальным образом. Однако, можно без всякого преувеличения сказать, что резкий, неожиданный переход от одной системы образования на совершенно другую, в то время еще неизвестную систему, сопровождался катастрофическими последствиями, которые сказываются в системе образования и в настоящее время. Что касается реализации национальных идей, прививания подрастающему поколению исконно народных ценностей в сфере образования, то в данном направлении особое значение придавалось таким предметам, как киргизский язык и литература, которые имеют неразрывную связь с традициями народного воспитания, т.е., этнопедагогикой. Поскольку, во-первых, киргизский язык, киргизская литература и этнопедагогика, помимо других общих задач, имеют общую стратегическую цель, суть которой заключается в духовно-нравственном воспитании молодого поколения. Следует отметить, что этнопедагогика является междисциплинарной отраслью знания, т.е., помимо языка и литературы она развивалась в тесном взаимодействии с такими дисциплинами, как история, философия, этнография, социология, психология, этнолингвистика, этнокультурология и другими научными отраслями. В данном контексте важно отметить, что роль этнопедагогики возродилась после обретения страной независимости, поскольку в то время наблюдалась тенденция доминирования зарубежных форм и методов обучения и заметное отставание отечественной системы образования. Следует признать, что данная тенденция, которая сохраняется и в настоящее время, постепенно вытесняет элементы этнопедагогики и уменьшает ее присутствие в отечественной системе образования. Все эти факторы, вне всякого сомнения, сказываются на процесс воспитания подрастающего поколения. Более того, без преувеличения можно сказать, что в современных условиях глобализации резко возрастает угроза исчезновения многих языков, самобытных культур, а также этносов и в контексте таких процессов этнопедагогика приобретает особое значение и актуальность. Потому как обучение и воспитание на основе принципов этнопедагогики играет особую роль в формировании этнического самосознания подрастающего поколения и передачи им культурного, жизненного опыта предков и духовно-нравственных ценностей. В этой связи необходимо отметить, что

очень часто идеал поведения человека, пример нравственности и добропорядочности, представленный современной массовой культурой, в том числе западной, резко отличается от идеала, основанного на истоках культуры нашего народа. В данном контексте хотелось бы отметить идею Г. Н. Волкова о влиянии примера-идеала, который, по мнению ученого, олицетворяется во всех составляющих народной педагогики: это и фольклор, в котором так или иначе обозначен «талант высокой нравственности», и традиции, которые охватывают и народное искусство, и труд. В своей книге «Этнопедагогика» Г. Н. Волков предупреждает о том, что отрицательный пример может нести страшные последствия, особенно если он ложится на еще не окрепшую психику ребенка [4].

Упомянутые выше противоположные точки зрения относительно идеалов добропорядочности и духовно-нравственных ценностей наблюдаются и в нашей современной отечественной системе образования. Так например, в киргизской народной педагогике одним из ценностных ориентиров является коллективизм, который на протяжении многих веков служил одним из наиболее эффективных принципов воспитания. Однако следует отметить, что в жизни современного общества зачастую культивируется идея индивидуализма, представленного современной массовой культурой, в том числе западной [3]. Идея коллективизма нашли яркое отражение в разных жанрах устного народного творчества, в частности, в таких киргизских пословицах как, Көптү жамандаган көмүүсүз калат (Кто народ хулит, тот остается без погребения), Көп менен көргөн — той (То, что с народом вместе испытал, равно тому, что на пиру бывал), Акылдуу элге тартат, акмак тууганына тартат (Умный заступает за народ, а глупый за родственников), Ата баласы болбосоң болбо, эл баласы бол (Сыном отца ты можешь не быть, но сыном народа быть обязан), Балыктын күнү көл менен, жигиттин күнү эл менен (Жизнь рыбы в воде, жизнь молодца с народом), Береке байда эмес — элде, кетмендеп иштелген жерде (Благодать не в бае, а в народе и в обработанном поле), Бирөөнүн элинде султан болгончо, өз элинде ултан бол (Чем быть богатым султаном в чужом краю, лучше быть бедным на родной земле), Бир таш — тоо эмес, бир баш — эл эмес (Один камень — не гора, один человек (голова) — не народ), Баш акыл үчүн, акылман эл үчүн (Голова для ума, мудрец для народа) и во многих других.

Как известно, пословицы являются продуктом накопленной с годами мудрости народа, они затрагивают практически все сферы жизнедеятельности людей и различные явления жизни. Пословицы всегда имели воспитательный характер и содержали в себе некую педагогическую идею, обладая практическим характером, пословицы содержат в себе полезные наставления для юных поколений и выполняют образовательную функцию. Важно отметить, что пословицы и поговорки, а также другие малые жанры устного народного творчества учеными рассматриваются в качестве первого этапа развития этнопедагогики: Первый этап развития этнопедагогики — эмпирический, он включает в себя обобщение народного опыта воспитания подрастающих поколений в пословицах, поговорках, былинах, сказаниях, легендах и т.д. Устное народное творчество определяло ценности, идеалы, нормы поведения и черты личности, соответствующие представлениям этноса о нравственном идеале человека.

Следующий этап — этнорелигиозный, на данном этапе традиционный опыт воспитания этноса был отображен в письменных культурных памятниках, носивших религиозное и образовательное назначение. Так, важным памятником русской литературы, содержащим этнопедагогические сведения, стал «Домострой» — сборник советов по различным аспектам жизни человека и семьи. Домострой содержит в себе советы, основанные на изучении народного опыта воспитания детей «в труде, в учении, в страхе божьем».

Научно-практический этап связан с деятельностью философов, педагогов по изучению русской традиционной системы воспитания и педагогики в целом, с выделением их потенциала с тем, чтобы совершенствовать и развивать современную практику обучения и воспитания.

Исследование этноса, его культуры и опыта воспитания послужило началом к теоретическому исследованию этноса, в том числе связи образования с его культурой. Теоретико-методологический этап развития этнопедагогики связан с именем академика Г. Н. Волкова [4].

Однако следует признать и то, что относительно активного применения материалов народной педагогики в системе образования бытует и противоположное мнение, согласно которому идеи этнопедагогики рассматриваются как возврат в прошлое, как нечто устаревшее, не способное к развитию и отставшее от современности. На наш взгляд, несмотря на тотальное влияние виртуального пространства, интернета и социальных сетей на все, без исключения, сферы общественной жизни, высокую скорость развития информационно-коммуникативных технологий, медиаустройств, основы гуманистического, духовно-нравственного воспитания подрастающего поколения, а также народные ремесла, народная музыка, танцы, устное народное творчество, язык, которые рассматриваются и в качестве основных средств этнопедагогики, останутся незыблемыми, вечными, сакральными общечеловеческими ценностями, относительно которых невозможно руководствоваться лишь логикой и холодным расчетом. Здесь уместно привести мнение нашего великого соотечественника Ч. Айтматова о языковой экологии: Мир живет в языковом космосе. Языковая экология, исторически возникшая однажды, так же сложна и хрупка, как экология природная. Так же, как в природе, здесь нельзя руководствоваться исключительно лишь прагматическим соображением КПД — коэффициента полезного действия. КПД — полезно в автоматике, но не в культуре [1]. Такого же отношения требует и этнопедагогика, основными средствами которой, как уже было отмечено, являются: народные песни и музыка; народные танцы; народные промыслы и декоративно-прикладное творчество; народные игры и состязания; народный театр; национальная пища и технология ее приготовления; праздники и, наконец, устное народное творчество. Богатство видов и жанров обусловлено разнообразием его социальных, бытовых, психотерапевтических и педагогических функций. Все упомянутые средства являются уникальными кодами, показателями этнокультурной идентичности, феномена художественного сознания и эстетической культуры народа. Поэтому этнопедагогическое воспитание не может быть устаревшим, отставшим от современности или не прогрессивным. Поскольку история таких развитых стран как Китай, Япония, Южная Корея, или Сингапур показала возможность сохранения базовых составляющих национальной идентичности в условиях глобализации и технического прогресса. Из сказанного следует, что научно-технические, культурные достижения не должны разрушать структуру национальной идентичности, которая отражается как в материальной, так и духовной культуре, миссия трансляции которой подрастающим поколениям принадлежит и этнопедагогике.

По мнению многих специалистов, в области этнопедагогического образования создана целостная система обучения и воспитания подрастающего поколения с учетом специфических особенностей этносов, народностей и регионов их проживания. Такого же мнения придерживается и киргизский ученый И. Бекбоев, который в первые годы независимости начал изучать основные вопросы этнопедагогики и обозначил следующий его ключевой принцип: «Следует отметить, что основные принципы народной педагогики могут принести плоды именно в контексте воспитательного процесса того или иного конкретного народа» [3]. Если

брать реальную ситуацию, сложившуюся в современной системе образования нашей страны, то следует признать, что в ней доминирует идея индивидуализма, которая имеет непосредственное влияние на формирование сознания и поведения подрастающего поколения. Подобная, на первый взгляд, вполне безобидная тенденция может привести к разъединению общества. Иными словами, культивирование идеи индивидуализма может стать одним из факторов препятствующих консолидации гражданского общества в нашей стране.

Как уже неоднократно было отмечено, все без исключения основные средства этнопедагогике неразрывно связаны с языком, так как язык осуществляет функцию накопления ценной информации, в том числе и житейского, духовного, педагогического опыта, накопленного предшествующими поколениями. А также благодаря языку образуется единое духовное, культурное пространство. Что касается языковой политики в Кыргызстане, то следует отметить, что наша страна, наряду с Белоруссией, является страной, где русский язык наделен статусом официального языка, и в этом отношении Кыргызстан демонстрирует нетипичный для многих постсоветских стран исключительный пример не только либерального отношения к русскому языку, но и проявляет особую заботу о его сохранении и дальнейшем развитии в нашей стране. Именно благодаря таким факторам, как ни странно это звучит, в отдельных сферах общественной жизни русский язык используется чаще, чем государственный язык. По нашему мнению, данное обстоятельство имеет прямое влияние на все сферы общественной жизни, в том числе и на качество этнопедагогического образования в Кыргызстане. Поскольку популяризация эстетического, нравственного, экологического и этнопедагогического образования, которая создала целостную систему обучения и воспитания подрастающего поколения, осуществляется благодаря государственному языку.

Следует отметить, что уроки Народного учителя Киргизской Республики Б. Исакова проводятся с использованием идей, принципов, методов и средств народной педагогики, которые в процессе обучения активно применяются многими другими учителями. Несмотря на наличие таких достижений, существует ряд проблем, касающиеся главным образом специальных направлений обучения на этнопедагогической основе, из-за неразработанности которых возникают проблемные ситуации, связанные с применением конкретных средств этнопедагогике, направленных на формирование коммуникативной компетенции учащихся, т.е., их навыков и умений использования языка в реальных жизненных ситуациях. Из всего сказанного следует, что несмотря на динамику развития фундаментальных исследований, направленных на изучение концептуальных вопросов киргизской этнопедагогике, остаются ряд масштабных вопросов требующих дальнейших исследований. К числу подобных проблем, на наш взгляд, следует отнести такие задачи как конкретизация и определение стратегических задач обучения и воспитания на основе принципов этнопедагогике, формирование этнопедагогической компетентности, эпистемические и аксиологические аспекты, средства и источники этнопедагогике, основные принципы этнопедагогизации современного образования и целый спектр других не менее важных проблем, актуальность которых не вызывает никаких сомнений.

Список литературы:

1. Айтматов Ч. А. В соавторстве с землей и водой. Фрунзе: Кыргызстан, 1978. 406 с.
2. Алимбеков А. Кыргыз этнопедагогикасы. Бишкек, 1997.
3. Бекбоев И. Элдик педагогика деген эмне // Эне тил. Бишкек, 1992.
4. Волкова Г. Н. Этнопедагогика. М.: Academia, 2000.

5. Муратов А. Кыргыз эл педагогикасы: табияты, таралышы жана тарыхы. 1-китеп. Бишкек, 2011.

References:

1. Aitmatov, Ch. A. (1978). *V soavtorstve s zemleyu i vodoyu*. Frunze. (in Kyrgyz).
2. Alimbekov, A. (1997). *Kyrgyz etnopedagogikasy*. Bishkek. (in Kyrgyz).
3. Bekboev, I. (1992). *Eldik pedagogika degen emne. Ene til*, Bishkek. (in Kyrgyz).
4. Volkov, G. N. (2000). *Etnopedagogika*. Moscow. (in Russian).
5. Muratov, A. (2011). *Kyrgyz el pedagogikasy: tabiyaty, taralyshy zhana tarykhy*. Bishkek. (in Kyrgyz).

*Работа поступила
в редакцию 05.07.2022 г.*

*Принята к публикации
10.07.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Кенжешев К. Д. Развитие концептуальных идей этнопедагогике в Кыргызстане в годы независимости // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 444-449. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/46>

Cite as (APA):

Kenzheshev, K. (2022). Development of Conceptual Ideas of Ethnopedagogy in Kyrgyzstan During the Years of Independence. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 444-449. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/46>

УДК 94
AGRIS B50

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/47>

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕВЛАДЕНИЯ И ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В КЫРГЫЗСТАНЕ В 20-е ГОДЫ XX в.

©Алымбаев Ж. Б., д-р ист. наук, Киргизско-Турецкий
университет «Манас», г. Бишкек, Кыргызстан, jeenbek.alymbaev@manas.edu.kg

©Атаканова Г. А., Ошский государственный университет,
г. Ош, Кыргызстан, atakanova.gulmira@mail.ru

©Шаанов Т. М., канд. ист. наук, Ошский государственный университет,
г. Ош, Кыргызстан

TRANSFORMATION OF LAND OWNERSHIP AND LAND USE IN KYRGYZSTAN IN THE 1920s

©Alymbaev Zh., Dr. habil., Kyrgyz-Turkish Manas University,
Bishkek, Kyrgyzstan, jeenbek.alymbaev@manas.edu.kg

©Atakanova G., Osh State University, Osh, Kyrgyzstan, atakanova.gulmira@mail.ru

©Shaanov T., Ph.D., Osh State University, Osh, Kyrgyzstan

Аннотация. Рассматриваются проблемы проведения земельно-водной реформы на юге Кыргызстана в 1927–1928 годах. Отмечается, что аграрный вопрос еще не был решен в первые годы советской власти. Главной задачей советской власти было изъятие земли, сельскохозяйственного инвентаря и других имуществ у крупных землевладельцев, и обеспечение ими безземельных и малоземельных крестьян. В южных районах Кыргызстана крупные землевладельцы (16,8% всех хозяйств) сосредотачивали в своих руках более половины всех земель (52,2%), свыше трети рабочего скота и инвентаря (39,8% и 35,2% соответственно). Для исполнения земельной реформы в южных волостях была проведена подготовительная работа и статистическо-экономическое обследование. Во время проведения реформы возникли различные формы протеста, конфликты со стороны крупных землевладельцев, русских кулаков. В результате реформы в Ошских и Джалал-Абадских кантонах было ликвидировано 278 крупных байских, 219 крупных торговых и других нетрудовых, и ущемлено 3447 хозяйств. Отмечается, что земельно-водная реформа явилась предпосылкой к проведению коллективизации сельского хозяйства.

Abstract. The problems of land and water reform in the south of Kyrgyzstan in 1927-1928 are considered. It is noted that the agrarian issue has not yet been resolved in the early years of Soviet power. The main task of the Soviet government was to seize land, agricultural implements and other property from large landowners and provide them to landless and land-poor peasants. In the southern regions of Kyrgyzstan, large landowners (16.8% of all farms) concentrated in their hands more than half of all land (52.2%), more than a third of working livestock and equipment (39.8% and 35.2%, respectively). For the implementation of the land reform in the southern volosts, preparatory work and a statistical and economic survey were carried out. During the reform, various forms of protest arose, conflicts on the part of large landowners, Russian kulaks. As a result of the reform in the Osh and Jalal-Abad cantons, 278 large bai, 219 large merchants and other non-working households were

liquidated, and 3447 households were infringed. It is noted that the land and water reform was a prerequisite for the collectivization of agriculture.

Ключевые слова: кантон, безземельные, малоземельные, батраки, чайрикеры, землевладельцы, инвентарь, изъятие, поливная земля, аренда.

Keywords: canton, landless, laborers, tearikers, landowners, inventory, withdrawal, irrigated land, lease.

Изучение социально-экономического преобразования Кыргызстана в 20 годы остается одной из актуальных вопросов современной, постсоветской историографии. В советской историографии этой теме в достаточной мере была посвящена серия научных работ, но в условиях идеологического контроля над исторической наукой, отдельные аспекты рассматриваемой проблемы оставались вне поле зрения ученых. Одной из таких научных проблем является земельно-водная реформа 1927–1928 годов в южной части современного Кыргызстана. Как известно, в условиях продолжающейся гражданской войны на севере, а так же усиления басмаческого движения на юге Кыргызстана, советское государство принимает решение о поэтапном проведении земельно-водной реформы 1921–1922 годы на севере, затем 1927–1928 годы на юге Кыргызстана.

Аграрный вопрос, в целом по Центральной Азии, в первые годы советской власти не был решен, так как он тесно был связан с национальным вопросом, существовало не равенство в пользовании земли и воды. В руках баев, манапов и русских кулаков находилась значительная часть земли, пастбищных угодий, скота и сельскохозяйственного инвентаря. В условиях, существующих в ту пору патриархально-феодальных отношений, водные вопросы между родами и племенами были запутаны. Как указывал, в своем докладе И. Зеленский: *«род с большим числом хозяйств и душ имеет иногда меньше воды, чем роды с меньшим количеством хозяйств, с меньшим населением. Распределение воды не по потребностям, а по старому праву, ставит одних в исключительно хорошие условия, доходящие иногда до излишней траты воды, других- в полную невозможность заниматься земледелием»* [1]. Крупные землевладельцы — это, прежде всего, социальные прослойки общества как: баи, манапы, духовенство, торговцы и русские кулаки, сосредотачивали в своих руках земельные богатства и водные ресурсы. До установление советской власти в Кыргызстане, 1914 году на долю сельского населения Кыргызстана приходилось — 87,7% (758 тыс.человек), городского — 12,3% (106 тыс.человек) [3], в их числе было не более 800 тыс. киргизов; киргизы-горожане составляли примерно 1% городских жителей. Среди сельских жителей абсолютное большинство составляло кочевое киргизское население. В Кыргызстане из 160 тыс. крестьянских хозяйств более 80% были кочевыми [4]. В южных районах Кыргызстана крупные землевладельцы (16,8% всех хозяйств) сосредотачивали в своих руках более половины всех земель (52,2%), свыше трети рабочего скота и инвентаря (39,8% и 35,2% соответственно). В то же время на долю 43,9 % бедняцких киргизских хозяйств приходилось всего 5,6% земли, 14,7% рабочего скота и лишь 13,7% инвентаря [5]. В сельских местностях южных регионов наряду с оседлыми поселенцами проживало и кочевое население. К сожалению, отсутствуют статистические данные по всему южному региону, однако по данным В. П. Шерстобитова, в Ошском и Андижанском уездах 78,5% из всех жителей составляло оседлое население, и 19,7% — кочевое [6].

4 июля 1927 года ВЦИК и СНК РСФСР приняли постановление о проведении земельно-водной реформы на юге Кыргызстана [2]. Основной задачей реформы являлось ликвидация неравенства в землепользовании, наделение землей и инвентарем безземельных, и малоземельных дехкан. В условиях басмаческого движения перед советской властью стоял вопрос, «на какие силы опираться, на какие слои общество нейтрализовать», поскольку с одной стороны шло сопротивление крупных землевладельцев и русских кулаков, а с другой стороны основной массы населения. В сельских местностях стояли перед выбором «в кого верить?». Как указано в докладе И. Зеленского, «в течение 6 лет каждый съезд принимал радикальную резолюцию о необходимости проведения земельной реформы, но к проведению земельной реформы не было преступлено...» [1]. Как видно, после революции, внутривластная обстановка не позволяла провести какие-либо преобразования.

12 ноября 1927 года вторая сессия ЦИК Киргизской АССР приняла решение о проведении земельно-водной реформы. На основании этого постановления ЦИК и СНК Киргизской АССР приняли декрет о земельно-водной реформе. Изъятию подлежали земли, сельхозинвентарь, постройки на отчуждаемой земле. Изымались излишки земли у хозяйств, которые имели ее больше установленной нормы, наделялись землей и инвентарем малоземельные и безземельные дехканы [3]. Согласно декрета, изъятию и передаче в государственный земельный фонд для наделения безземельных и малоземельных дехкан подлежали «все земли хозяйств, площадь поливной земли которых превышает 32 гектара», а также «все земли хозяйств, площадь богарной земли, с устойчивым землепользованием которых превышает 75 гектаров, как хозяйства помещичьего типа» [10]. С ноября 1927 по февраль 1928 года проходило практическое осуществление земельно-водной реформы.

Для подготовки реформы нужно было провести статистическо-экономическое обследование и инструментальные съемки, чтобы получить полную картину земельных отношений, а также установить необходимый земельный фонд и инвентарь для наделения бедноты и батраков. Для удобства обследования юг Кыргызстана был условно разделен на 4 района: I — хлопководческий, II — с преобладанием рисовых посевов, III — с преобладанием злаковых культур, IV — земледельческо-скотоводческий. Из данных этого же статистическо-экономического обследования явствует, что 43,9% бедняков первого района владели лишь 5,6% поливной земли, 14,7% рабочего скота и 13,7% инвентаря [4]. Зажиточная группа населения второго района, составлявшая 16,8% от всего числа, владела 52,2% всей поливной земли района, 39,8% рабочего скота и 35,2% инвентаря. В третьем же районе зажиточная группа населения, составлявшая лишь 7%, владела 41,9% всех поливных земель района. В четвертом районе зажиточная бай-манапская группа составляла 13,3% и владела 47% всех поливных земель района [5]. У середняцких хозяйств наблюдалось относительное соответствие между наличием рабочей силы, и средствами производства.

Как свидетельствуют архивные материалы, баи и духовенство, практиковали аренду. Например, по Ошскому кантону число арендующих поливную землю составляло 8657 хозяйств, или 18% хозяйств. Сдававших ее в аренду — 4594, или 10,2%. В этом кантоне арендовались 13589 га поливной земли. В Джалал-Абадском кантоне число хозяйств, арендующих поливную землю, составляло 7048 или 25,5%, а число хозяйств, сдающих ее в аренду — 5536, или 19,4% [4]. Из этих данных видно, что наивысший процент хозяйств, арендовавших землю, приходился на первые три группы, т.е. на безземельных хозяйств, имевшие земли до 1 га.

В условиях Ферганской долины вода имела огромное значение для земледелия. Вода, как и земля, была в руках баев, представителей духовенства, и русских кулаков. Например, как

показывают архивные материалы, в «Ичкиликской волости Ошского кантона батраки и бедняки могли поливать свои посеы в течение 1–4 часов, а бай временем не были ограничены. Вода даже передавалась по наследству — от отца к сыну и, согласно шариату, никто не имел право нарушать этот закон» [6]. Далее по архивным данным «один из дехкан Базар-Курганской волости Джалал-Абадского кантона до реформы рассказывал, что бедняк, имеющий 2–3 танапа посевов, страдает от недостатка воды, а бай располагая 30–40 танапами земли и эксплуатируя 2–3 чайрикеров, этой же нужды не испытывает. И все потому, что мирабы продавали воду, и если бедняк протестовал, то бай посылал своих чайрикеров, которые быстро его усмиряли» [6]. На совещании Джалал-Абадской земельной комиссии докладчик от Майкентской волости 17 августа 1927 года отмечал: «хуже всего дело обстоит с водой. Так как, на этой почве происходят драки и скандалы ежедневно» [7].

К моменту проведения реформы бедняцко-батрацкие хозяйства не имели ни земли, ни инвентаря, ни рабочего скота, вынуждены были арендовать земли. Для руководства проведения земельной реформы были образованы Центральная земельная комиссия при ЦИК Киргизской АССР, две кантонные комиссии при Ошском и Джалал-Абадском кантонных исполкомах и 15 волостных земельных комиссий. В сельских местностях направляли многочисленные отряды статистиков, землеустроителей, политуполномоченных.

С сентября 1927 года началась широкая агиткампания в связи с аграрным преобразованием сельского хозяйства: начали проводиться беседы, собрания, беспартийные конференции, групповые индивидуальные беседы. К широкой агитации присоединились красные юрты, кинопередвижек, художественная самодеятельность. После проведения агитационной работы статистические отряды приступали к подворному учету хозяйств. По каждому айлу или села составлялся посемейный список всех хозяйств как наличных. Так и отсутствующих, где указывалось количество земли, рабочего скота и сельхоз инвентаря, безземельных и малоземельных хозяйств. Собрались данные о государственных и вакуфных землях [9].

Однако нельзя считать что, деканство полностью поддерживало реформу. В начале реформы дехкане оставались нейтральными, были выжидательной позиции, не понимая значение реформы, с другой стороны различные слухи религиозного характера, действие басмаческих движений, простому дехкану трудно было принимать решительные шаги. Отдельные слои населения не поддерживали власть большевиков. С другой стороны влияние местных баев, духовенство еще существовало, как в предыдущие времена. Были случаи, когда чайрикеры отказывались сопровождать и показать землемерам земли баев Базар-Коргонской волости [6].

Результаты реформ зависели от отношения середняка-дехкана, потому что именно середняк составлял основную массу крестьянского слоя. Вопрос стоял такой — поддержит ли середняк реформу или будет выступать против политики большевиков? В выступлениях середняков на дехканских собраниях сквозила боязнь того, что земельная реформа может ущемить их интересы [6]. Опасаясь остаться без земли, некоторые середняки предлагали оросить богарные земли и переселить туда всех безземельных [6]. Средняк, имевший определенную часть земли, сельскохозяйственную инвентарь и прочее, как труженик, как собственник земли боялся, что как бы реформа не ущемила его интересы, поэтому часть занимали нейтральную позицию, часть под влиянием крупных землевладельцев не поддерживали реформу. Хочется отметить что, в этом плане особую роль сыграли родоплеменные отношения кочевых киргизов. Например, в Куршабской и Узгенской волостях,

примерно 50% середняков поддерживало земельную реформу, 30% вело себя пассивно, а 20% склонялись к поддержке баев» [6].

Колебания середняка объяснялось еще тем, что советское правительство в начале реформы не решало нормы землепользования, оно стало известно только после проведения статистическо-экономического обследования той или иной волости. Опасаясь провала реформы, советское правительство проводило политику вовлечения середняка в реформу. Так, в Положении о комиссиях содействия земельной реформы в пункте 4 сказано: «в каждую комиссию содействия обязательно должно войти не менее двух середняков» [9]. В целом аграрное преобразование во многом зависело от середняка-крестьянина.

Сопrotивление проведению реформы было одной из ожесточенных форм борьбы. Крупные землевладельцы выбирали различные формы протеста. Одной из форм была клевета, провокационные слухи. Об этом свое время писала на своих страницах «Правда Востока»: «9 лет существует Советская власть, а земли вам не дали. Ничего не будет и сейчас. Учет земли ведется только для того чтобы, больше обложить налогом» [10]. В Араванской волости баи внушали беднякам, что если они возьмут байскую землю, то будут наказаны и должны отказаться от мусульманской религии [6]. Нельзя отрицать о конфликтах между социальным слоем кыргызстанского общества. Байские элементы в большинстве случаев пытались сорвать решение земельного вопроса. Они продолжали дробить свои земли между родственниками и чайрикерами, иногда старались продать ее с тем, чтобы земля не была конфискована. Байские элементы всячески выступали чтобы, удержать в своих руках земли, рабочий скот, и др. имущество. Например, в Ичкиликской волости манап прогнал всех чайрикеров, и батраков, принадлежащих к другому роду, и нанял дехкан своего рода, надеясь, что они не выдадут скрытые им земли [6].

В ходе проведения реформы выяснилось, что в период подготовки экономическо-статистического обследования члены статических отрядов допустили ряд ошибок. Данные статических отрядов при обследовании хозяйств, во многих случаях не соответствовало фактическому количеству земли. Например в подворной карточке значилось (хозяин имеет) несколько танапов, а фактически оказывалось 200–400 танапов [9].

Согласно приказу Центральной земельной комиссии от 11 декабря 1927 г. началась работа по проведению реформы. Оперативные тройки по проезду в аил или кыштак проводили собрания бедноты, союза «Кошчу», групп содействия реформе, ознакамливали актив с нормами трудового землепользования, уточняли списки хозяйств, подлежащих ликвидации или ущемлению. Используя карточки подворного обследования, земельные комиссии в соответствии с декретом о реформе, принимали решение о конфискации, отчуждения или наделении земель, рабочим скотом и сельхозинвентарем бедняков, батраков и чайрикеров. После этого оперативная группа тройка приступала к ликвидации байских хозяйств. Изъятые земли и сельхозинвентарь поступали в фонд наделения безземельных и малоземельных дехкан, и тут же распределялись между ними [7]. Однако проводники реформы, так называемая «тройка», при ликвидации излишних земель, скота и др. видов имущества допустили ошибки. В частности, к категориям землевладельца перечисляли середняка, имевшего определенное количество скота, других видов инвентаря.

В результате проведения земельно-водной реформы на юге Кыргызстана происходили социально-экономические сдвиги. По результатам реформы, в Ошских кантонах ликвидировано 96 байских, 169 крупных торговцев и других хозяйств, и ущемлено 2240 хозяйств. В Джалал-Абадском кантоне ликвидировано 182 байских, 50 крупных торговцев и других нетрудовых хозяйств, и ущемлено 1207. Таким образом, всего по обоим кантонам

было ликвидировано 278 крупных байских, 219 крупных торговцев и других нетрудовых, и ущемлено 3447 хозяйств [9]. Как указывает Д. Будянцкий: «по сведениям Центральной земельной комиссии, 15–16 декабря 1927 года в Джалал-Абадской волости было ликвидировано три эксплуататорских хозяйства, конфисковано 615 танапов земли, наделено 17 чайрикеров и 2 батраков, которым передано 254 танапа земли, остальные 361 танапа поступили в земельный фонд» [9].

Газета «Советская Киргизия» писала что, «проведение земельной реформы шло успешно. Уже на 6 января 1928 года было ликвидировано 150 эксплуататорских хозяйств. К концу декабря 1927 года в южной Киргизии 975 дехканских хозяйств получили 13349 танапов земли. Остаток земли вошел в земельный фонд. Получившая землю и сельскохозяйственный инвентарь беднота, понимая преимущество коллективных форм труда, организовали коллективных хозяйств [11]. Как указывает Д. Будянский, за время реформы было организовано 65 колхозов, в которые вошли 851 хозяйств. Состав колхозов по числу хозяйств был следующим от 5 до 10 хозяйств — 28, от 10 до 15–20, от 16 до 20–10, свыше 20–7 колхозов [9, с. 51]. Таким образом, наибольшее количество колхозов было организовано с числом хозяйств от 5 до 15. По волостям наибольшее число колхозов приходилась на Ошскую волость, где их было организовано 29, и Джалал-Абадскую 17 [5].

Как свидетельствуют источники, земельная реформа упразднила неравенство между слоями населения, подорвало феодальное землепользование, однако земельный вопрос полностью не был решен. Запросы безземельных и малоземельных крестьян не были удовлетворены. Процент устроенных хозяйств к общему числу безземельных и малоземельных дехкан составило около 75% [12]. Но важнейшим достижением реформы было то, что оно способствовало развитию колхозного движения на юге республики. В результате реформы произошли социальные изменения общества, прежде всего осереднячивание киргизского оседлого аила. Значительная часть крестьян бедноты и батрачества в результате наделение им земель превратилась в середняков, среднее дехканство стало основной социальной группой. Однако советское правительство не смогло полностью упразднить патриархально-феодальные отношения кочевого общества.

Список литературы:

1. Зеленский И. Земельно-водная реформа в Средней Азии: Сборник материалов. М.; Л.: Московский Рабочий, 1927. 191 с.
2. Центральный Государственный архив Киргизской Республики (ЦГА КР). Ф. 328, оп. 7, д. 136, л. 33-39.
3. Центральный Государственный архив Киргизской Республики (ЦГА КР). Ф. 21, оп. 2, д. 39, л. 200-205.
4. Итоги земельно-водная реформы, в южных кантонах Киргизии. Фрунзе, 1928.
5. Байбулатов Б. Подготовка и проведение земельно-водной реформы в южной Киргизии в 1927–1928 годах // Труды института истории. 1957. Вып. 3. Фрунзе.
6. Центральный Государственный архив общественно-политической документации Киргизской Республики (ЦГА ОПД КР). Ф. 10, оп.1, д. 155. л.102.
7. Центральный Государственный архив Киргизской Республики (ЦГА КР). Ф. 962, оп. 1, д. 9, л. 53–55.
8. Центральный Государственный архив общественно-политической документации Киргизской Республики (ЦГА ОПД. КР). Ф. 8, оп. 8, д. 17, л. 3.

9. Будянский Д. М. Земельно-водная реформа в Южной Киргизии (1927-1928 гг.). Фрунзе: Кыргызстан, 1968. 170 с.
10. Правда Востока 20 октябрь, 1927.
11. Советская Киргизия 6 января, 1928.
12. Центральный Государственный архив Киргизской Республики (ЦГА КР). Ф. 21, оп. 2, д. 7, л. 8-10.
13. Киргизстан за 50 лет Советской власти: Стат. сборник. Фрунзе: Киргизстан, 1967. 223 с.

References:

1. Zelenskii, I. (1927). Zemel'no-vodnaya reforma v Srednei Azii. In *Sbornik materialov*, Moscow, Leningrad. (in Russian).
2. Tsentral'nyi Gosudarstvennyi arkhiv Kyrgyzskoi Respubliki (CzGA KR). F. 328, op. 7, d. 136, l. 33–39.
3. Tsentral'nyi Gosudarstvennyi arkhiv Kyrgyzskoi Respubliki (CzGA KR). F. 21, op. 2, d. 39, l. 200-205.
4. Itogi zemel'no-vodnaya reformy, v yuzhnykh kantonax Kyrgyzii (1928). Frunze.
5. Bajbulatov, B. (1957). Podgotovka i provedenie zemel'no-vodnoi reformy v yuzhnoi Kirgizii v 1927-1928 godax. In *Trudy instituta istorii*, 3, Frunze. (in Russian).
6. Tsentral'nyi Gosudarstvennyi arkhiv obshchestvenno-politicheskoi dokumentatsii Kyrgyzskoi Respubliki (CzGA OPD KR). F. 10, op.1, d. 155. l. 102.
7. Tsentralnyi Gosudarstvennyi arkhiv Kyrgyzskoi Respubliki (CzGA KR). F. 962, op. 1, d. 9, l. 53–55.
8. Tsentral'nyi Gosudarstvennyi arkhiv obshchestvenno-politicheskoi dokumentatsii Kyrgyzskoi Respubliki (CzGA OPD. KR). F. 8, op. 8, d. 17, l. 3.
9. Budyanskij, D. M. (1968). Zemel'no-vodnaya reforma v Yuzhnoj Kirgizii (1927–1928 gg.). Frunze. (in Russian).
10. Pravda Vostoka 20 oktyabr, 1927. (in Russian).
11. Sovetskaya Kirgiziya 6 yanvarya, 1928. (in Russian).
12. Tsentral'nyi Gosudarstvennyi arkhiv Kyrgyzskoi Respubliki (CzGA KR). F. 21, op. 2, d. 7, l. 8–10.
13. Kirgizstan za 50 let Sovetskoi vlasti: Stat. sbornik (1967). Frunze. (in Russian).

*Работа поступила
в редакцию 03.07.2022 г.*

*Принята к публикации
10.07.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Алымбаев Ж. Б., Атаканова Г. А., Шаанов Т. М. Преобразование системы землевладения и землепользования в Кыргызстане в 20-е годы XX в. // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 450-456. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/47>

Cite as (APA):

Alymbaev, Zh. Atakanova, G., & Shaanov, T. (2022). Transformation of Land Ownership and Land Use in Kyrgyzstan in the 1920s. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 450-456. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/47>

УДК 94
AGRIS B50

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/48>

АГРАРНЫЕ РЕФОРМЫ 1921-1922 ГГ. В КЫРГЫЗСТАНЕ

©*Алымбаев Ж. Б., д-р ист. наук, Кыргызско-Турецкий университет «Манас», г. Бишкек, Кыргызстан, jeenbek.alymbaev@manas.edu.kg*

©*Атаканова Г. А., Ошский государственный университет, г. Ош, Кыргызстан, atakanova.gulmira@mail.ru*

©*Шаанов Т. М., канд. ист. наук, Ошский государственный университет, г. Ош, Кыргызстан*

AGRICULTURAL REFORM 1921-1922 IN KYRGYZSTAN

©*Alymbaev Zh., Dr. habil., Kyrgyz-Turkish Manas University, Bishkek, Kyrgyzstan, jeenbek.alymbaev@manas.edu.kg*

©*Atakanova G., Osh State University, Osh, Kyrgyzstan, atakanova.gulmira@mail.ru*

©*Shaanov T., Ph.D., Osh State University, Osh, Kyrgyzstan*

Аннотация. Анализируется земельно-водная реформа 1921–1922 гг., проводимая на Севере Кыргызстана. Отмечаются решения, принятые партией большевиков, цели и задачи реформы. Основные идеи проведения реформы были заложены в декрете «О социализации земли». Отмечено, что до революции 1917 года среди сельских жителей абсолютное большинство составляло кочевое киргизское население, их было примерно свыше 80% из 160 тыс крестьянских хозяйств. Началом реформы считается 1921 год. В результате реформы из северной части Кыргызстана было выселено 6057 кулацких и наиболее зажиточных хозяйств, а на освобожденных землях было размещено 5970 бедняцких семей. Проведение реформы происходило в тяжелых условиях, манапы и русские кулаки выступали против реформы. В результате земельно-водной реформы ускорился процесс оседания кочевников, к 1927 году 62% киргизских хозяйств перешли на оседлый образ жизни. В результате ликвидации бай-манапов как класс, в 1929 году из 190 тыс киргизских хозяйств, 3,5 тыс считавшихся кулаками, были отправлены в ссылку за пределы Республики.

Abstract. The land and water reform of 1921–1922 is analyzed. held in the North of Kyrgyzstan. The decisions taken by the Bolshevik Party, the goals and objectives of the reform are noted. The main ideas for the reform were laid down in the decree “On the socialization of land”. It is noted that before the revolution of 1917, the vast majority of rural residents were the nomadic Kyrgyz population, they were approximately over 80% of the 160 thousand peasant farms. The beginning of the reform is considered to be 1921, when the accounting of land allotments, water sources, and agricultural implements began. As a result of the reform, 6,057 kulak and most prosperous households were evicted in the northern part of Kyrgyzstan, and 5,970 poor families were placed on the liberated lands. The implementation of the reform took place in difficult conditions, manaps and Russian kulaks opposed the reform. As a result of the land and water reform, the process of settling of nomads accelerated; by 1927, 62% of Kyrgyz households switched to a settled way of life. As a result of the liquidation of the bai-manaps as a class, in 1929, out of 190 thousand Kyrgyz households, 3.5 thousand considered kulaks were sent into exile outside the Republic.

Ключевые слова: реформа, земля, землепользование.

Keywords: reform, land, land tenure.

20-годы XX в. в Кыргызстане происходили политические, социально-экономические преобразования. Одной из главных задач советского правительства было осуществление декрета «О земле», принятого на втором Всероссийском съезде депутатов 26 октября 1917 года [1, с. 37–49]. На основе ленинского декрета о земле и декрета «О социализации земли» от 9 февраля 1918 года [1, с. 37–49] в Кыргызстане были предприняты первые шаги для решение аграрного вопроса. Как известно, проект декрета, подготовленный В. И. Лениным, рассматривал новые принципы землевладения и землепользования. Провозглашалась отмена частной собственности на землю и национализацию всей земли и ее недр.

В первые годы советской власти в Кыргызстане принимались меры по национализации земли, наделению ею безземельных крестьян, запрету торговли землей. Коренные изменения поземельных отношений в условиях тогдашней Киргизии, в которой сочетались, с одной стороны, мелкотоварные и частнокапиталистические, а с другой — патриархально-феодальные отношения, была одной из сложнейших задач. До установления советской власти в Кыргызстане, в 1914 году на долю сельского населения Кыргызстана приходилось 87,7% (758 тыс человек), городского — 12,3% (106 тыс человек) [2, с. 16], в их числе было не более 800 тыс киргизов; киргизы-горожане составляли примерно 1% городских жителей. Среди сельских жителей абсолютное большинство составляло кочевое киргизское населения. В Кыргызстане из 160 тыс. крестьянских хозяйств свыше 80% были кочевыми [3, с. 13].

К 1917 году оседлое население по Пишпекскому уезду составляло 1,87% [4, с. 24], в южных частях в Ошском и Андижанском уездах 78,5% всех сельских жителей составляло местное население и 19,7% кочевое [5, с. 76]. По данным переписи 1917 года в Пржевальском уезде проживало 78187 человек, в том числе 57018 киргизов. В Пишпекском соответственно 229206 человек и 157922 киргиза [6, с. 178], и в Ферганской области — 362850. Как видно из вышеперечисленных данных, для аграрных преобразований, для осуществления коллективизации сельского хозяйства, следовало, прежде всего, ликвидировать неравенство в землепользовании, национализации земли.

1918–1920 гг. в условиях гражданской войны в сельском хозяйстве крестьянство стало объединяться в товарищества по совместной обработке земли, артели, коммуны. Это были первые предпосылки создания коллективного хозяйства. Первая коммуна появилась в Киргизии в 1918 году, в середине 1919 года только в Каракольском уезде существовали три коммуны — «Новая эра», «Новая жизнь» и «Аральская». В 1921 г. в Пишпекском уезде образовались 8 коммун и 8 артелей, но далеко не все они были жизнеспособны [7, с. 8]. К началу НЭПа (новая экономическая политика) многие слабые колхозы распались, а оставшиеся переносили большие трудности из-за земельной неустроенности.

В Пржевальском и Пишпекском уездах большинство вернувшихся из Китая после восстания 1916 года, беженцы-киргизы все еще не были наделены землей. По данным двух уездов 4090 хозяйств не производили посевов, 5259 хозяйств совершенно не имели скота, а 14905 хозяйств рабочего скота [8]. В тоже время в руках бай-манапов и русских кулаков оставалось значительная часть земли, скота, сельскохозяйственного инвентаря. По неуточненным данным отдельных исследователей бай и манапы составлявшие не менее 5%, сельского населения владели 55% всей земли и 65% скота. В южных районах Кыргызстана крупные землепользователи сосредоточили в своих руках более половины всех поливных земель (52,2%), свыше трети рабочего скота и инвентаря (соответственно 39,8% и 35,2%). В

тоже время на долю 43,9% бедняцких киргизских хозяйств приходилось всего 5,6% земли, 14,7% рабочего скота и лишь 13,7% инвентаря [9, с. 20].

В таких условиях, 29 июня 1920 г. ЦК РКП(б) принимает историческое постановление «Об основных задачах РКП(б) в Туркестане» которое предусматривало проведение таких мероприятий, как ликвидация неравномерных отношений в землепользовании, сложившихся между пришлым и коренным населением. Руководствуясь этим постановлением ЦК РКП(б), V съезд коммунистической партии Туркестана в сентябре 1920 года и IX съезд Советов Туркестанской АССР (сентябрь, 1920 г.) принимает решение о проведении в республике земельно-водной реформы. Руководствуясь декретом «О земле» и другими советскими законами, советы принимали конкретные меры по обеспечению населения землей и водой. Как свидетельствует «Положение о водных комитетах Семиреченской области» для организации надзора за водопользованием в области были утверждены районные, уездные, областные водные комитеты [10].

Районные водные комитеты организовывались из выборных представителей от каждой волости, уездные и областные комитеты организовывались приземленных комитетах. Водные комитеты рассматривали порядок использования поливной водой, арычной системы, упорядочение водопользования, технический надзор за исправным состоянием ирригационных систем, споры между районами, уездами и др. работы. По решению партии большевиков на севере Кыргызстана земельно-водную реформу решили начинать с весны 1921 года. Главной целью реформы было уравнивание прав на землю и воду среди местного и русского крестьянства. Коренному населению передавались земли, захваченные русскими кулаками-переселенцами в колониальной эпохе, у них же изымались излишки скота, семян, сельскохозяйственного инвентаря. Семиреченский обком партии с помощью ЦК Компартии Туркестана для усиления партийной работы на селе мобилизовал и послал в Пишпекский и Пржевальский уезды 58 коммунистов, в Нарынский уезд — 38 коммунистов. Партийные работники провели встречи, съезды в указанных уездах, среди населения для разъяснения значения реформы. Проведение реформы началось с учета земельных наделов, водных источников, сельскохозяйственного инвентаря, также учета «не трудовых» хозяйств. Началась подготовительная работа по выяснению площадей, подлежащих землеустройству, определение прав на землю прежних ее собственников, подготовка съемочных работ, составление списка землепользователей, выработке норм наделения крестьян землей. Чтобы определить характер реформы, рассмотрим, за счет каких социальных слоев киргизского крестьянства были наделены земли.

Таблица
ИСТОЧНИКИ ОБРАЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНОГО ФОНДА В ПЕРИОД ПРОВЕДЕНИЯ РЕФОРМЫ
1912–1922 гг [11, с. 112]

<i>Категории хозяйств, у которых были изъяты земли</i>	<i>Количество изъятой земли (дес.)</i>	<i>В % к общему фонду изъятой земли</i>
1. От ликвидации кулацких и отдельных групп байских хозяйств	15358	7,9
2. Изъятие земельных излишков русских поселков	21692	11,2
3. От ликвидации самовольных поселков, образовавшихся после 1916года	127816	65,9
4. От ликвидации поселков, хуторов и займок со скотопронных дорог, и головных арыков	29307	15,0
<i>Всего изъято</i>	<i>194173</i>	<i>100,0</i>

Данные таблицы показывают, что 2/3 земельного фонда составляли, земли, принадлежавшие киргизскому населению, до восстания 1916 года. Одной из основных задач реформы было возвращение киргизскому населению земли, массово ушедшему в Китай, имевшиеся у них до восстания 1916 года. Из таблицы видно что, реформа носила антиколониальный характер, ликвидировав незаконные земельные захваты (самовольных поселков, хуторов и др), а также изъятию земельных излишков русского кулачества. У кулаков, кроме земли отбирались излишки скота, семян и сельскохозяйственного инвентаря. Например, в 1921 году изъяты земли у бывшего волостного старшины Сарыболуш: примерно 500 га пахотной земли и обширные выпасы. Кроме того, у него было конфисковано и роздано киргизским батракам и беднякам 10 тыс. голов овец, 500 голов крупного скота и 300 лошадей [11, с. 113].

Изъятие земельных излишков русских поселков, ликвидация хуторов и зимовок, принадлежащих русским кулакам и городской буржуазии, составили другой крупный источник земельного фонда, которым было наделено киргизское население.

В конце января 1921 года началось проведение реформы в Таласской долине и Кара-Балтинской волостях, входивших в Аулие-Атинский уезд. В начале марта продолжилось в Пржевальском, а затем в Пишпекском и Нарынском уездах [12, с. 28]. Так в Пржевальском уезде к весне 1921 года проведение земельно-водной реформы в основном было закончено, в результате чего около 10 тыс. душ населения было землеустроено, в пользу киргизской бедноты было отведено более 40 тысяч десятин земли, образовано 20 киргизских оседлых селений, в котором насчитывалось 3461 хозяйств. В Пишпекском уезде было отчуждено 2088 десятин земли, 195 зимовок и хуторов. Здесь было отведено 2084 усадебных участков для крестьян и образовано 30 киргизских сел. Всего, беднейшее крестьянство Пишпекского уезда получило 54558 десятин земли. В результате реформы 5970 бедняцких хозяйств получили свыше 194 тысяч пахотной земли и пастбищ [12, с. 32–44].

За счет них увеличилось кочевье. В северном Кыргызстане было выселено 1109 семей (6078 душ) и освобождено 25 тыс. десятин лучших земель, занимаемых кулаками, байско-манапским элементом. На эту площадь было выселено 1587 киргизских семей (6,4 тыс. душ) [13, с. 29]. Таким образом в северной части современного Кыргызстана в течении 2 лет земельно-водная реформа была завершена в районах Чуйской и Таласской долинах, Иссык-кульской и Кочкорской котловинах.

Как известно политика большевиков была направлена на ликвидацию бай-манапов как «класс». Изъятие земли, пастбищ и других видов сельскохозяйственного инвентаря привело к конфликтам, достигших до вооруженного сопротивления. В советской историографии ее оценивали «как классовую борьбу» направленную против эксплуататорских классов. Последний кулацкий мятеж вспыхнул в Нарынском уезде 5 ноября 1920 года. Мятежники были разгромлены красноармейцами 16 ноября у Кочкорки, а 18 ноября на перевале Долон. Кулаки саботировали осуществление реформы, отказывались от засева отведенных им земельных участков, подбивая к этому и середняцкое крестьянство, скрывали в горах скот, зарывали в землю зерно, а иногда даже сжигали свое хозяйство. Кулаки и бай распространяли слухи о том, что якобы все русские крестьяне будут в результате реформы лишены земли и выселены. Киргизов они запугивали угрозами, что их айлы, как и в 1916 году, будут разгромлены, если они возьмут землю, предоставленную им реформой [12, с. 20].

Действия кулаков и баев были направлены на то, чтобы сорвать работу по проведению реформы. Как отмечает, исследователь Д. Жунушалиев, основную социальную базу мятежей составило русско-украинское кулачество, которые были против политики Советской власти по

возвращению киргизам земли, а также обузданию эксплуататорских устремлений кулачества [14, с. 121]. В ходе изъятия земли и конфискации имущества кулаков, баев, манапов был создан земельный фонд, в Пржевальском уезде он составил более 40 тыс. дес., в Пишпекском — 54,6 тыс дес., в киргизских районах Аулие-Атинского уезда — более 8 тыс дес. Всего в фонд землеустройства поступило 198802 дес. удобной земли [12, с. 32]. В результате реформы на северной части Кыргызстана было выселено 6057 кулацких и наиболее зажиточных хозяйств, а на освобожденных землях было размещено 5970 бедняцких семей [15, с. 14]. Важными результатами реформы явилось то, что в период проведения реформы беднота и середняки стали организовываться в колхозы. К концу 1922 года в Пишпекском и Пржевальском уездах насчитывалось 11 сельскохозяйственных коммун, 10 совхозов, 33 товарищества по совместной обработке земли, в числе 5 киргизских [12, с. 42]. Также, в период реформы из Китая сумели возвратиться беженцы. Например, к апрелю 1921 года только в один Пржевальский уезд возвратилось до 10 тысяч беженцев. Всего к этому времени возвратилось на родину 300 тыс. человек. Им была оказана помощь деньгами, мануфактурой, хлебом, лошадьми, жилищем [12, с. 26].

В результате реформы 1921–1922 гг. на севере Кыргызстана происходили политические и социально-экономические изменения в обществе. Киргизские батраки и бедняки, получившие землю и инвентарь, становились мелкими товаропроизводителями, реформа дала толчок для ликвидации патриархально-феодального уклада, и постепенному переходу к оседлой жизни. Так, в конце 1921 г. в Пишпекском уезде перешли к оседлому образу жизни примерно, 1,5 тыс. хозяйств, а в 1923 г. — более 16 тыс [11, с. 116].

Реформа была направлена, прежде всего, на ликвидацию бай-манапов «как эксплуататорской класс, как «класс против советской власти». В 1927 году на первом съезде Советов Киргизии было принято решение о выселении 21 крупного манапа за пределы Кыргызстана. Крупное выселение манапов было проведено в начале 1929 года. В постановлении Правительства Киргизии «О выселении из пределов Кыргызстана наиболее крупных скотоводов из коренного населения, препятствующих советизации аула» указывалось: «В целях освобождения трудового кочевого дехканства из-под бай-манапского влияния, а равно в целях создания необходимых условий для скорейшего экономического подъема и культурного развития трудящихся. Совет народных комиссаров Киргизской АССР постановляет провести в Нарынском, Каракольском, Таласском кантонах, Кантском и Ошском округах Киргизской АССР выселение тех, наиболее крупных скотоводов из коренного населения, которые, сохраняя имущественным и общественным влияние препятствуют советизации аила» [11, с. 116].

Конфискация хозяйства манапов было, по сути, сложным делом и в то же время ошибочной политикой советской власти. При осуществлении конфискации не было критерий различия манапа и кулака. В результате чего середняк имевший определенное количество скота, имущества подлежал к раскулачиванию. Земельно-водная реформа ликвидировала имевшуюся еще подворно-наследственную форму землепользования и явилась важным шагом к полному осуществлению национализации земли. Произошло изменение в социальной структуре общества, поскольку часть малоземельных и безземельных крестьян наделенная землей и водой превратилась в мелкотоварных производителей, увеличивалось количество середняцких хозяйств.

Конфискованные и урезанные земли передавались в первую очередь батракам, чайрикерам, так называемым безземельным и малоземельным категориям крестьян. Они

наделялись не только земельными участками, но и сельскохозяйственным инвентарем, рабочим скотом.

В результате земельно-водной реформы ускорился процесс оседания кочевников, к 1927 году 62% киргизских хозяйств перешли на оседлый образ жизни. В результате ликвидации байманаров как класс, в 1929 году из 190 тыс. киргизских хозяйств, 3,5 тыс считавшихся кулаками, были отправлены в ссылку за пределы республики. Значение земельно-водной реформы состояло не только в том, что вернули киргизам незаконно отнятые у них земли. обеспечили наделом безземельных и малоземельных.

Список литературы:

1. Директивы КПСС и Советского правительства по хозяйственным вопросам. М.. 1957. Т. 1.
2. Киргизстан за 50 лет Советской власти: Стат. сборник. Фрунзе: Киргизстан, 1967. 223 с.
3. Материалы по киргизскому землепользованию. Т. 1. Ташкент, 1911–1913.
4. Советское строительство в аулах и селах Семиречья. 1921–1925 гг.: Сборник документов и материалов. Алма-Ата: Казгосиздат, 1957.
5. Шерстобитов В. П. Новая экономическая политика в Киргизии. Фрунзе, 1964.
6. Поуездные итоги Всероссийской сельскохозяйственной и поземельной переписи 1917 года по 57 губерниям и областям. М., 1923. XII, 218 с.
7. Колхозно-кооперативное строительство в Киргизии (1918-1920гг). Фрунзе. 1960.
8. ЦГА КирССР. Ф. 3, оп. 1, д. 33, л. 206–203.
9. Орузбаев А. У., Джунушев К., Мансурходжаев С. Народное хозяйство Киргизии в период Октябрьской революции, гражданской войны и иностранной интервенции. (1917–1920 гг.). Фрунзе, 1962. 118 с.
10. ЦГА Кир ССР. Ф. 366, оп. 1, д. 1, л. 1–3.
11. Джунусов М. С. О некапиталистическом пути развития киргизского народа к социализму. Фрунзе: Киргизгосиздат, 1958. 192 с.

References:

1. Direktivy KPSS i Sovetskogo pravitel'stva po khozyajstvennym voprosam (1957). Moscow. (in Russian).
2. Kirgizstan za 50 let Sovetskoi vlasti: Stat. sbornik (1967). Frunze. (in Russian).
3. Materialy po kirgizskomu zemlepol'zovaniyu (1911-1913). Tashkent. (in Russian).
4. Sovetskoe stroitel'stvo v aulakh i selakh Semirech'ya (1921-1925 gg. (1957). Sbornik dokumentov i materialov. Alma-Ata. (in Russian).
5. Sherstobitov, V. P. (1964). Novaya ekonomicheskaya politika v Kirgizii. Frunze. (in Russian).
6. Pouezdnyye itogi Vserossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi i pozemel'noj perezpisi 1917 goda po 57 guberniyam i oblastyam (1923). Moscow. (in Russian).
7. Kolkhozno-kooperativnoe stroitel'stvo v Kirgizii (1918-1920gg) (1960). Frunze. (in Russian).
8. TsGA KirSSR. F. 3, op. 1, d. 33, l. 206–203.
9. Oruzbaev, A. U., Dzhunushev, K., & Mansurkhodzhaev, S. (1962). Narodnoe khozyaistvo Kirgizii v period Oktyabr'skoi revolyutsii, grazhdanskoi voiny i inostrannoi interventsii. (1917–1920 gg.). Frunze. (in Russian).

10. TsGA Kir SSR. F. 366, op. 1, d. 1, l. 1–3.

11. Dzhunusov, M. S. (1958). O nekapitalisticheskom puti razvitiya kirgizskogo naroda k socializmu. Frunze. (in Russian).

*Работа поступила
в редакцию 03.07.2022 г.*

*Принята к публикации
10.07.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Алымбаев Ж. Б., Атаканова Г. А., Шаанов Т. М. Аграрные реформы 1921-1922 гг. в Кыргызстане // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 457-463. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/48>

Cite as (APA):

Alymbaev, Zh., Atakanova, G., & Shaanov, T. (2022). Agricultural Reform 1921-1922 in Kyrgyzstan. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 457-463. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/48>

УДК 801. 6 (575.2) (04)

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/49>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ «ВЕЩИХ СНОВ» В КАЧЕСТВЕ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ СРЕДСТВ

©Жумаева Г. З., ORCID: 0000-0001-6802-4672, канд. филол. наук,
Киргизский государственный университет им. И. Арабаева,
г. Бишкек, Кыргызстан, gulgaaky.Zhumaeva@gmail.com

THE PROPHETIC DREAMS USING AS A FICTION FEATURES

©Zhumaeva G., ORCID 0000-0001-6802-4672, Ph.D., Arabaev Kyrgyz State University,
Bishkek, Kyrgyzstan, gulgaaky.zhumaeva@gmail.com

Аннотация. Рассматривается «проблема сновидений» в художественной литературе и описывается ее место и функции как художественных средств. Основной упор, путем сравнения примеров из древней общетюркской литературы и киргизской эпической поэзии, нами делается на тот факт, что «вещие сны» всегда лежат в основе поворотных этапов событий в произведениях. Можно с уверенностью отмечать, что такие понятия как «вещие сны», «потусторонний мир» и «пророк Хизр», дополняя друг друга, составляют единство.

Abstract. The article deals with the ‘problem of dreams’ in fiction and describes its place and functions as fiction features. The main emphasis, by comparing examples from ancient Common Turkic literature and Kyrgyz epic poetry, we place on the fact that ‘prophetic dreams’ always underlie the turning stages of events in works. Thus, it can be noted with confidence that such concepts as ‘prophetic dreams’, ‘the other world’ and ‘the prophet Khidr’, complementing each other, constitute a unity.

Ключевые слова: древняя литература, фольклор, эпическая поэзия, эпос.

Keywords: ancient literature, folklore, epic poetry, epos.

В мировоззрении наших древних предков, наряду с их отношением к природе, животному миру, есть явление, которое до сего дня не до конца нами понято — сны. В древних общетюркских письменных памятниках «вещие сны» — одни из традиционных мотивов. Вот если для автора «Книги о Коркут ата» причиной того, что Коркут на своем мифическом неутомимом верблюде стал блуждать по всему миру явился все время повторяющийся сон о могиле, вырытой специально для него. В «Песни о захвате врагами дома Салар Казана» повествуется о том, что во время многодневных увеселений и охотничьих забав Салар Казана в местечке «Алтын кабак» ему приснился «вещий сон» о бедствии, обрушившемся на его народ. Вот как он рассказывает свой сон брату Каракунёе: «... Видел я как сняли с моей руки любимого кречета. Видел я как на мою белоснежную юрту с неба пала молния. Видел я как черная мгла пала на мою орду, видел бешеных волков, напавших на мой дом, видел черного верблюда, укусившего меня в затылок. Видел я как стремительно растут мои волосы, черные, как смоль, как они закрыли мои глаза. Видел я свою окровавленную правую руку и большой

палец» [2, с. 29]. Вот как повествуется о том, как вернувшись с охоты он видит что враги дотла разграбили его стойбище:

Народ мой, ставший ближе мне, чем родичи!
Народ мой, живущий в ладу с дикими животными!
Какой враг напал на мою прекрасную землю!
Осталось только место моей белоснежной юрты,
Осталось место, где сидела моя старая мать.
Осталась мишень, куда стрелял мой сын Ороз.
Осталось поле, где устраивали скачки беки огузов.
Осталось место очага, где стоял черный треножник...

Подобное отражение виртуального мира (сакральный мир, за пределами понимания) через «вещие сны» о событиях, которые происходили или произойдут в жизни людей — один из традиционных мотивов фольклора. Сны, сопровождавшие человека с момента его появления, выполняли мировоззренческую функцию, свидетельствуя о связи этого и иного миров, служа предметом споров ученых с глубокой древности. Например, если еще в античные времена Аристотель в своем труде «Вещий сон» отмечал, что: «... сон — не послание бога, не «блуждание души», а результат специфической деятельности человеческого мозга, исходящего от духа самого человека» [1], то Лукреций Кар в поэме «О природе вещей» утверждал: «Тревоги и заботы ежедневных действий человека оформляются, в первую очередь, в сны определенной формы и содержания, которые затем прославляются в стихах» [2]. Можно сколь угодно приводить подобные мнения и мысли. Поэтому мы выше отметили, что это явление сопровождает человека с момента его становления как человека разумного. Мыслители различных эпох и обществ делали свои умозаключения сообразно своему мировоззрению. Достижение процесса толкования снов до уровня науки можно увидеть в трудах З. Фрейда «Толкование сновидений», «Психопатология обыденной жизни» [3]. Если вернуться к теме нашего разыскания, то следует подчеркнуть, что художественные истоки отображения «вещих снов» в киргизской литературе лежат в фольклоре.

Мотив «вещих снов» — явление широко распространенное в киргизской эпической поэзии. К примеру, в эпосе «Манас» так описывается вещий сон супруги богатыря, мудрой Каныкей, свидетельствующий о трагических событиях «Великого похода» Манаса на Бэйджин (Пекин):

Сизый бык с короткими рогами,
Стоя под знаменами, ревет.
Неужто пал наш Алмамбет герой?!
Белый кречет, побивавший воронье,
Остался без одного крыла.
Неужто Чубак, сын хана Балты,
Испытал какие-то муки?!
Огромный чынар-платан
Упал вершиной на юго-запад.
Неужто погиб дорогой Сыргак?!
Сломана одна из опор золотого трона
Моего султана Манаса,
Неужто убит пулей врага Аккула

Конь моего сивогривого богатыря?!... [8].

Проблема «вещих» снов и в наши дни — актуальное явление. Так, если говорить о вопросах сказительства эпоса «Манас», являющегося образцом мировосприятия киргизов, то сами сказители от мала до велика утверждают, что начали сказывать эпос после «вещего сна». По их рассказам, долгие творческие муки они стали переживать после того как в их сны пришел тот или иной персонаж героического эпоса, грозно велевшего им начать сказывать океаноподобный дастан. Затем в их жизни начинался этап поиска сказителя-наставника, период ученичества и обретения опыта, после они и начали свой сказительский путь.

Вот, что говорил о проблеме вещих сновидений сказителей один из первых исследователей эпоса «Манас» К. Рахматулин, объясняя их психологическое состояние: «...Если учитывать нервное, духовное состояние, чувства акынов, готовящихся приступить к сказыванию огромного эпоса, приходится верить в их утверждения о своих вещих снах. Здесь много оснований заставить себя верить в это. Следовательно, если мы сочтем лжецами всех, кто утверждает, что видел такие сны, рискуем сами стать лжецами» [11]. Мы видим, что исследователь выражает свое объективное отношение к вопросу сновидений, основываясь на историко-методологических, социально-психологических принципах. А в целом сказители эпоса «Манас» всегда сохраняли устойчивые, традиционные мотивы, их различия были в приемах художественного повествования, уровне мастерства, восприятии слушателями, их оценках. Ведь, если не брать сегодняшний день, вряд ли в древности был хоть один киргиз, не знающий сюжет «Манаса». Это одна сторона сказывания «Манаса». А основа поворотных этапов событий эпоса «Манас» начинается с «вещих снов». Киргизы, не выдержав напора могучих врагов — кара кытаев и калмаков, — после ожесточенных битв были вынуждены рассеяться по миру. Тогда хан Жакып со своим народом нашел пристанище на Алтае. И хотя скот Жакыпа разросся невероятно, а его люди жили в достатке, в глубине души каждого из них жила мечта об освобождении своей родины от захватчиков. Именно в это время ожидания избавителя и объединителя рассеянных по миру киргизов Жакыпу снится вещий сон.

Белобородый дервиш приказал:
«Повороти своего коня, Жакып,
Не горюй! Укрепи дух, Жакып!
Я хизр сам Алейхи Салам,
Прибыл с благой вестью,
Сообщить, что сына тебе
Решил даровать Всевышний.
Забудь все печали, Жакып,
Вскоре обретешь ты сына,
Нареки его именем Манас, Жакып...»[9].

Подобный же старец-дервиш приснился и супруге Жакыпа Чыйырды, предсказывая рождение сына. Через год исполняются вещие сны, и у Жакыпа с Чыйырды рождается сын богатырь Манас, который побеждает врагов и объединяет киргизов. Литературовед Р. Эшматов, изучающий проблемы «вещих снов» в литературе, отмечает их художественную природу: «Сами сновидения обуславливали в архаические времена возникновение у людей первичных религиозных понятий, верований, различных идей о душе, становились толчками к их появлению» [12]. Далее он утверждает, что истоки творческих понятий о сновидениях, опыте и отношении к ним людей лежат в верованиях народа, фольклоре. Ведь недаром

сновидения в сюжетах таких эпосов как «Манас», «Кожожаш», «Курманбек», «Эр Табылды» имеют особую эстетическую нагрузку.

Однако, до сегодняшнего дня нет всеми признанных научных объяснений вопросов сновидений. Известно, что в свое время возникли «Медовые книги». Но как невозможно раскрыть, понять, описать секреты духа человеческого существа, так нет полного объяснения тайн сновидений. Сон — изменчивое явление с положительным или негативным содержанием, являющийся спутником жизни людей в различных ситуациях. Нет смысла объяснять его с помощью «Медовой книги». Следует помнить, что каждый народ пытается раскрывать суть сновидений сообразно природе национального мировосприятия.

Можно также отметить, что сновидения выполняют функции не только художественных средств в произведениях литературы, но имеют и вполне реальные функции. Например, Джон Кехо приводит множество примеров реального влияния сновидений, утверждая: «...Сны — это забытый язык человеческой расы. Содержащиеся в них странные символы и аллегории полны скрытого смысла, нужно только научиться их понимать. В течении многих лет занимаясь толкованиями собственных снов и проанализировав за это время огромное количество сновидений, я могу с уверенностью сказать, что через сны с нами говорит высший разум». Среди реальных случаев он приводит и следующий случай: «...Нобелевский лауреат доктор Джеймс Уотсон открыл загадочные свойства молекулы ДНК с помощью сна, приснившегося ему однажды ночью. В течение многих лет он безуспешно пытался разгадать молекулярную структуру ДНК. Однажды ночью ему приснились две змеи, которые обвили друг друга. Он мгновенно проснулся и воскликнул: „Может, это то, что я ищу? Может быть, ДНК — это двойная спираль, обвитая вокруг самой себя? Такой формы в природе больше не существует”. Он проверил эту гипотезу, разгадав таким образом тайну генетического кода, за что был удостоен Нобелевской премии» [4].

Неспроста издревле киргизы придавали большое значение «вещим снам», поручая их толкование мудрецам и провидцам, в точности исполняя все полагающиеся по такому случаю обычаи. «Вещие сны» воспринимались людьми в качестве известия из «потустороннего мира», живого явления, в той или иной форме исполняющего свои функции в реальной жизни.

Выше мы кратко остановились на том, что понятие «потусторонний мир» и мифологический образ дервиша-дубаны (думаны) художественно отображается в сновидениях, служа основой развития события. Понятие «потусторонний мир», говоря точнее, понятие «тот мир» — мир, в котором есть ад и рай, пророки и ангелы. Это то место, куда ушли наши предки. Также образы дервишей-дубана (Кыдыр, Хизр, Белобородый старец) появляются в снах, сообщающих о скором рождении богатырей, а также когда надо наречь ребенка именем и выступить в качестве будущего покровителя. К примеру, в «Книге Коркут ата» в «Повествовании о сыне Дирсе хана Букач хане» [5.], когда Букач хан лежал раненый около него появляется юноша Хизр по имени Боз, который трижды гладит рукой раны Букач хана, затем пропадает, произнося: «Не бойся, батыр, ты не умрешь от этих ран. Горный цветок смешанный с материнским молоком, станет лекарством». Хизр, как следует из приведенного примера, может появляться из потустороннего мира в качестве покровителя героя как в образе старца с белой бородой, так и в образе юноши. Но этот образ в связи с эволюцией мировоззрения людей может изменяться. В связи с этим Р. Кыдырбаева отмечает: «...В данном случае наблюдается явная трансформация образа думаны. Первоначальный образ старика, умудренного жизненным опытом в киргизском эпосе отодвигается на второй план. Появляются новые для эпоса мусульманизированные мотивы. Образ дубаны трактуется как образ святого старца, ниспосланного свыше для определения земной жизни богатыря. На этом примере

можно с большей убедительностью проследить, как древний доисламский реликтовый мотив на последующих исторических этапах переосмысливается в русле иных идейных мотивов» [6].

Через подобные «вещие сны» рождаются мальчики не только на радость своим родителям, а для блага и исполнения мечты всего народа, причем все они единственные сыновья (Манас, Семетей, Сейтек, Алмамбет, Чубак, Жоодарбешим, Курманбек, Сейитбек, Эр Табылды, Эр Эшим и др.). У каждого из этих эпических богатырей есть присущие только им качества и свои покровители, это особые дети. Об этом В. Я. Пропп говорит: «Если верно наше наблюдение, что чудесное рождение восходит к представлениям о реинкарнации, то это внесет некоторый свет в другой мотив, тесно связанный с чудесным рождением: мотив быстрого роста героя... Если чудесно рожденный есть вернувшийся умерший, то мы приходим к заключению, что герой, умерший взрослым, взрослым же возвращается. Правда, он рождается в виде ребенка, так как женщина не может родить взрослого, но, родившись, он мгновенно превращается во взрослого» [10].

Вопрос имянаречения героям киргизской эпической поэзии также является устойчивым мотивом памятников общетюркской письменной литературы. В вариантах дастана «Огуз каган» историка Рашид ад-дина и Мухаммеда Абулгази еще не родившийся богатырь верит в единого Бога. Поэтому он три дня после рождения не сосет грудь своей матери-язычницы. Все три дня подряд матери снится один и тот же сон, в котором сын-младенец говорит ей: «Я возьму твою грудь, только если ты поверишь в единого Бога». Он начинает свободно говорить и мыслить в год, тогда же начинает проявлять качества богатыря, и сам себе требует дать имя: «Так как я родился во дворце царя, назовите меня Огузом» [7]. Этот мотив встречается и в эпосе «Манас», когда Акбалта, сообщая о рождении богатыря, говорит людям: «Еще во чреве матери стал кричать, Этот младенец, повторяя имя Манас». Однако, для киргизской эпической поэзии все же более характерен мотив, при котором имя сообщается святым Хизром.

В памятниках общетюркской литературы, например, в «Книге Коркут ата» этот процесс имянаречения богатыря характеризуется большим реализмом. По традиции и в соответствии с мировоззрением тюркских народов процесс имянаречения младенцу сопровождается традиционными обычаями с приданием больших надежд на завтрашний день, с учетом его внешности, каких-то заметных качеств и возможностей. В отдельных случаях, если ребенок не проявляет героических качеств или особого трудолюбия, за который прославляется, то так и живет без имени, о нем люди говорят «сын того-то», об этом повествуется и в «Книге Коркут ата». Например, в «Повествовании о сыне Дирсе хана Букаче» рассказывается о том, что у Дирсе хана, после многих благословений людей, наконец рождается сын. Однако мальчик долго живет без имени. И только после того как он одним ударом валит с ног огромного быка, нападавшего на людей, сам Коркут ата дает ему имя: «...Пусть имя твоего сына, убившего быка, будет Букач. Именем его нарек я, а годы жизни пусть определит ему Аллах» [5]. В «Повествовании о сыне Байберю Бамсы Байраке» тоже упор делается на том, что мальчик не совершает никаких подвигов и потому живет без имени [5].

Вовсе неспроста тюрки огузы-кипчаки зовут Коркут ата дать имя ребенку. Это проявление одной из граней мировоззрения тюркских народов, ведь, по понятиям наших пращуров, имянаречение — особо ответственное дело. Только человек-провидец, мудрец, имеющий *качества святого Хизра*, способен предугадать будущее ребенка и дать ему достойное имя. Понятие «духа-кайыпа» и Кыдыр ата (Хизра) весьма распространено в киргизском фольклоре. Это традиционный мотив, могущий помочь народу в години страшных бедствий выжить.

Список литературы:

1. Анохин П. К. Сновидения и наука. М., 1945. 40 с.
2. Кузьмин Э. С., Якунин В. А. Психологические воззрения в античную эпоху. Л., 1984.
3. Фрейд З. Толкование сновидений. М., 1913.
4. Кехо Д. Подсознание может все. Минск, 2007.
5. Коркут ата китеби. Бишкек, 2004.
6. Кыдырбаева Р. Генезис эпоса «Манас». Фрунзе, 1980.
7. Кыргыздар. Бишкек, 1991. Кн. 1. 620 с.; Кн. 2.
8. Орозбаков С. Манас. Т. 4. Фрунзе, 1981.
9. Орозбаков С. Манас. Т. 1. Фрунзе, 1979.
10. Пропп В. Я. Фольклор и действительность. М.: Наука, 1972.
11. Рахматулин К. Манасчылар. Фрунзе, 1942.
12. Эшматов Р. Адабий түштөрдүн көркөм табияты. Бишкек, 2015.

References:

1. Anokhin, P. K. (1945). Snovideniya i nauka. Moscow. (in Russian).
2. Kuzmin, E. S., & Yakunin, V. A. (1984). Psikhologicheskie vozzreniya v antichnyuyu epokhu. Leningrad. (in Russian).
3. Freud, Z. (1913). Tolkovanie snovidenii. Moscow. (in Russian).
4. Kekho, D. (2007). Podsoznanie mozhnet vse. Minsk. (in Russian).
5. Korkut ata kitebi (2004). Bishkek. (in Kyrgyz).
6. Kyydyrbaeva, R. (1980). Genezis eposa "Manas". Frunze. (in Kyrgyz).
7. Kyrgyzdar (1991). Bishkek, Kn. 1. 620 s.; Kn. 2. (in Kyrgyz).
8. Orozbekov, S. (1981). Manas. 4. Frunze. (in Kyrgyz).
9. Orozbekov, S. (1979). Manas. 1. Frunze. (in Kyrgyz).
10. Propp, V. Ya. (1972). Fol'klor i deistvitel'nos'. Moscow. (in Russian).
11. Rakhmatulin, K. (1942). Manaschylar. Frunze. (in Kyrgyz).
12. Eshmatov, R. (2015). Adabii tyushtyordyun kyorkyom tabiyaty. Bishkek. (in Kyrgyz).

*Работа поступила
в редакцию 25.06.2022 г.*

*Принята к публикации
30.06.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Жумаева Г. З. Использование «вещих снов» в качестве художественных средств // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 464-469. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/49>

Cite as (APA):

Zhumaeva, G. (2022). The Prophetic Dreams Using as a Fiction Features. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 464-469. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/49>

UDC 821

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/50>

PEACEBUILDING THROUGH PROVERBS (IN THE EXAMPLE OF THE PROVERBS IN THE KYRGYZ AND TURKISH LANGUAGES)

©*Toktomatova A., Ph.D., Kyrgyz-Turkish Manas University,
Bishkek, Kyrgyzstan, altynai.toktomatova@manas.edu.kg*

СОЗДАНИЕ МИРА ЧЕРЕЗ ПРИТЧИ (НА ПРИМЕРЕ ПОСЛОВИЦ В КИРГИЗСКОМ И ТУРЕЦКОМ ЯЗЫКАХ)

©*Токтомадова А., канд. филол. наук, Киргизско-Турецкий университет «Манас»,
г. Бишкек, Кыргызстан, altynai.toktomatova@manas.edu.kg*

Abstract. Peace building and peace education through proverbs and sayings in the Kyrgyz and Turkish languages are described in this article. There is a discipline called peace education taught at schools and universities in many countries. This discipline isn't taught in our country and it's difficult to imagine our life without conflicts. Proverbs and sayings expressing peoples' wisdom and spirit are among the most ancient human institutions as they tell a story taken from our life experience. With the help of proverbs and sayings we educate our generation to build peace that they could have good relationship with other persons, within groups and with people from other cultures. In the globalization period it's important to teach people how to make inner peace, how to interact with others and avoid unnecessary aggression. This article aims at defining how inner peace is educated and how these cultures build peace with others in the example of proverbs. Peace building proverbs connected with peace, tolerance, patience, avoiding or resolving conflict are picked up from the Kyrgyz and Turkish languages and studied comparatively. The method of the research is exploratory.

Аннотация. В данной статье описаны миростроительство и мировоспитание через пословицы и поговорки на киргизском и турецком языках. В школах и университетах многих стран преподается дисциплина под названием «воспитание мира». В Кыргызстане этой дисциплине не учат, и трудно представить нашу жизнь без конфликтов. Пословицы и поговорки, выражающие мудрость и дух народа, относятся к древнейшим человеческим установлениям, поскольку рассказывают историю, взятую из нашего жизненного опыта. С помощью пословиц и поговорок мы воспитываем наше поколение строить мир, чтобы у них были хорошие отношения с другими людьми, внутри групп и с людьми из других культур. В период глобализации важно научить людей обрести внутренний мир, взаимодействовать с другими и избегать ненужной агрессии. Эта статья направлена на определение того, как воспитывается внутренний мир и как эти культуры строят мир с другими на примере пословиц. Пословицы миростроительства, связанные с миролюбием, терпимостью, терпением, избеганием или разрешением конфликтов, взяты из киргизского и турецкого языков и изучены сравнительно. Метод исследования исследовательский.

Keywords: building the world, educating the peace, proverbs.

Ключевые слова: построение мира, воспитание мира, пословицы.

A growing number of recent publications covering different facets of peace building show that peace building deals with not only diplomatic, political and security sectors but also psychological, legal, educational and many other sectors. Peace building impacts on institutional, behavioral, perceptual, and emotional layers and it involves short, medium and long-term activities. We need peace building because developing peaceful people means enjoying peaceful life. Violence affects everybody, conflicts may lead to wars and wars prevent communities from developing. In the result there might be illiteracy, poverty and other misfortunes. If we teach our generation to talk and behave in a proper way to be tolerant, to interact with others whose background is different, there won't be necessity to go through processes of peace building like peacemaking and peacekeeping. We can do that with the help of proverbs without making people attend some schools or universities. When people take responsibility for their own inner peace and peace of community, there won't be conflicts.

The object of the study is proverbs and sayings in the Kyrgyz and Turkish languages educating peace. The method of the research is exploratory.

Harris [1] defined five types of peace education and gave detailed information about goals and content for each. "Global peace education" covers international studies, holocaust studies and nuclear education. "Conflict resolution programs" give knowledge about mediation, negotiation and communication skills. "Violence prevention programs" deal with domestic violence, drug abuse and teaching tolerance. "Development education" aims at supporting people to increase their awareness of environment and human rights education. "Nonviolence education" reflects the ideas of Ghandi, King and other great peacemakers.

The overall aim of education for peace is to help build a peaceful world. To reach this overall aim we should learn to live in harmony with ourselves, with others and with natural environment. We should be aware to understand the origin of violence and be able to resolve conflicts peacefully from intrapersonal to international. As proposed by Staub [2], the aims of peace education are to develop caring and nonaggressive individuals who relate peacefully to others in their own lives, who promote the welfare of others, and who take action to prevent violence in their society and in the world.

With the aid of proverbs we can teach our generation to build inner peace, to make relationships with others, within and between nations. It was stated by F. Bacon not in vain that the genius, wit, and spirit of a nation are discovered in its proverbs. Proverbs and sayings including wisdom, knowledge and truth are timeless and boundless. Mieder stated that doubtlessly traditional proverbs still play a significant role in today's speech, where they continue to be used to moralise, to instruct, to advise, and to reflect on everyday occurrences [3, p. 58]. By using proverbs we teach people, give them some advice, and show people the proper way in life. We can tell people how to behave how to not, advise or even criticise indirectly.

Results and discussion: overall 20 peace building proverbs connected with peace, tolerance, patience, avoiding or resolving conflict are picked up from the Kyrgyz and Turkish languages and divided into intrapersonal, interpersonal, intergroup/ intercultural and international relationships.

Intrapersonal relations (inner peace education)

<i>In Turkish</i>	<i>English equivalent or meaning</i>	<i>In Kyrgyz</i>
1. Öfkede akıl olmaz There is no wisdom in anger	Anger and haste hinder good counsel	Achuunu akıl jenet Wisdom wins anger
2. Nerde birlik orda dirlik. Where there is unity, there is peace.	Peace makes plenty Think before you speak. A goose quill is more dangerous than a lion's claw	Yrys aldy yntymak Where there is peace, there is plenty. Ok jarasyndan til jarasy jaman

<i>In Turkish</i>	<i>English equivalent or meaning</i>	<i>In Kyrgyz</i>
3. Bıçak yarası gezer, dil yarası gecmez A knife-wound heals, but a tongue wound festers.	Don't fight fire with fire Meaning: Be merciful	A tongue wound is worse than a bullet-wound
4. Ölüm ile öç alınmaz Death cannot be avenged	Meaning: Don't be revengeful	Akılduular söz alıшат, akılsızdar öç alıшат. The smart negotiates the stupid take revenge.
5. İş amana binince kavga uzamaz / Aman diyene kılıç kalkmaz An argument stops when another asks mercy.		Sunulgan moyundu kılıç kespeit A head of a man who admits his fault shouldn't be severed.
6. –		Atandy olturgongo enendi alyp ber Let your mother marry the person who killed your father

These proverbs show people the importance of peace, and emphasize to learn to control their anger which was expressed in both languages with wisdom and anger. One must live with others in peace then there will be plenty where language units like peace and plenty were used in both languages. Using violence is very bad. Insult and humiliation hurt people much, therefore one should think before speaking. In the Turkish language a knife wound while in the Kyrgyz language bullet-wound were used. Retribution motivated by revenge is very bad. One must be unlike others who perform the injury. Like in the proverb *to err is human*, if someone makes a mistake and admits that and apologizes, that person should be shown mercy. The word sword was used in both languages in calling for being merciful. The last proverb in the Kyrgyz language *Let your mother marry the person who killed your father* calls for being merciful too. Those who forgive will be forgiven. Finding your peace of mind, controlling emotions are important for inner peace and human interaction in general. These proverbs introduce nonviolence where controlling aggressiveness and anger, maintain healthy relationship, constructive conflict resolution, being merciful are important.

Interpersonal relations

<i>In Turkish</i>	<i>English equivalent or meaning</i>	<i>In Kyrgyz</i>
7. Akıllı düşman aptal dosttan iyidir A wise enemy is better than stupid friend	False friends are worse than open enemies. Meaning: Only friends tell you the truth	Komusko dostton korunoo dushman artyk Better an open enemy than a false friend
8. Dost ağlatır, düşman güldürür A friend makes you cry, Enemy makes you laugh.	A friend's eye is a true mirror	Dos küidürüp aitat, duşman süidürüp aitat.
9. Dost kara günde belli olur A real friend is with you on your bad day	A friend in need is a friend indeed	The word of a friend makes you cry, The word of an enemy makes you laugh.
10. Dostluk başka alış veriş başka There is no friendship in trade (lit)	Lend your money and lose your friend. Meaning: Never start business with friends.	Dostuk tar kyiada synalat Friendship is revealed when you go through hard times. Soodada dostuk jok Friendship is not admitted in trade (lit)
11. Et tirnaktan ayrılmaz Meat is inseparable from nails (lit)	Blood is thicker than water	Söök kayrılát, dos ayrılat Friends may leave you, but relatives never. (lit)
12. Kılıç kınını kesmez Swords don't cut the sheathe (lit)	Meaning: Close people can't be harmed	Kılıç kının kespeit Swords don't cut the sheathe (lit)

<i>In Turkish</i>	<i>English equivalent or meaning</i>	<i>In Kyrgyz</i>
13. Yakın (hayırlı) dost (komşu) uzak (hayırsız) hısımdan (akrabadan) yeğdir (iyidir) A friend at hand is better than a relative at a distance	A friend at hand is better than a relative at a distance	Alıskı tuugandan jakınkı koşuna artk. A friend at hand is better than a relative at a distance

In interpersonal relations relationship between different individuals plays great role in both cultures. True friends' nature is caring for one another and supporting each other both in times of trouble and happiness. Only true friends impart honest opinion. Both cultures pay special attention to making friends. One must be selective in the choice of friends. Friendship requires honesty in trade.

In interpersonal relations family relationship and relationship between relatives are important. Family relationships are the strongest of all and they are never harmed. But if they break off the relationship they become strangers to each other, in such cases people like friends or neighbours become closer than relatives as they are next to you every time. Mutual respect, trust, honesty, fairness are important in healthy relationship between friends and relatives. In daily life and in business proper behavior is essential. Here in the proverbs where interpersonal relationships were reflected almost all of them coincide in meaning and linguistically except one. The proverb with the meaning close people can't be harmed differ structurally from each other.

Intergroup/intercultural relations

<i>In Turkish</i>	<i>English equivalent or meaning</i>	<i>In Kyrgyz</i>
14. <i>Yabancı</i> koyun kenara yatar A foreign sheep lies on the edge (lit)	Meaning: A stranger or a foreigner is different anyway.	
15. <i>Yabancı</i> köpek yedi mahalleden kovulur A foreign dog is chased from seven streets (lit)	Meaning: not all cultures are open to foreigners.	
16.	Brothers can become strangers if they break off their relationship (lit)	Aga tuugan kimde jok, syilashpasa jatcha jok
17. Birlikten kuvvet doğar There is power in unity	Friendly community has a power	Küç birdikte There is power in unity
18. Sürüden ayrılan koyunu kurt kapar The sheep separated from the flock gets eaten by the wolf	Meaning: One must live in peace with the community he or she belongs to	Bolungondu boru jeit The sheep separated from the flock gets eaten by the wolf

In the Turkish language there are proverbs with language unit — *stranger* or *foreigner*, it was expressed with a foreign sheep and dog in the proverbs. It's human's nature to feel the difference of a person that is alien to his or her social identity. A relevant equivalent wasn't found in the English language. These proverbs don't teach to be different but adjust to differences. People with different backgrounds in any way differ from those who have a lot in common but still these cultures teach their generation to be tolerant of otherness. Proverbs with such language units as *stranger* or *foreigner* weren't found in the Kyrgyz language. This might be explained with the geographical location and historical development of these countries. The proverb in the Kyrgyz language with the word *jat* — stranger was found where it says that relationship can be broken if relatives destroy bonds. In both

cultures it's highlighted that still family relationships are more important than friends and they become strange to each other if relatives don't foster their relationships. That the only friendly nation becomes powerful is noted in two languages. National unity starts with peace at home and it should be promoted to achieve global unity.

International relations

<i>In Turkish</i>	<i>English equivalent or meaning</i>	<i>In Kyrgyz</i>
19. Elçiye zeval olmaz Diplomats aren't killed	Meaning: Diplomats shouldn't be killed	Elçiye ölüm jok Diplomats aren't killed
20.	Friendship is created through two people.	Eki eldin dostugu bir belden aşırat, eki eldin dostugu min beldi aşırat The friendship of two men solves one problem The friendship of two peoples solves many problems

It's widely known that Vienna convention about diplomatic immunity was written in 1963 but these people practiced it much earlier. In both languages it's stated that diplomats shouldn't be harmed or killed, structurally it was expressed in different ways.

The last proverb in the Kyrgyz language states that bonds between different countries should be strengthened to overcome obstacles and solve problems. Here elements of conflict resolution or violence prevention can be observed.

To sum up we can say that in proverbs all the elements of peace education programs distinguished by Harris can be found but development education program prevails over others. Proverbs are the best way to teach people, give advice and show them the right way. It's not necessary to go to school or any institution, with the aid of proverbs we may teach our generation everywhere and at any time we like. In these cultures self-awareness to live in harmony in the family, in the society, prevention of conflict occurrence, non-violent conflict resolution, human interaction and behavioral norms are taught through proverbs. Finally, proactive violence prevention is more effective than reactive conflict prevention; therefore peace building is important in intrapersonal, interpersonal and intercultural relationships. From the proverbs taken for analysis we can say that these two people sharing common values, speaking languages belonging to the same group have a lot in common but at the same time in peace education a few linguistic and cultural differences were found which can be explained with extra linguistic factors. That's what people experienced and what is reflected in their languages.

References:

1. Harris, I. M. (1999). Types of peace education. In A. Raviv, L. Oppenheimer, & D. Bar-Tal (Eds.), *How children understand war and peace: A call for international peace education* (pp. 299-317). Jossey-Bass/Wiley.
2. Staub, E. (2002). From healing past wounds to the development of inclusive caring: Contents and processes of peace education. *Peace Education, the concept, principles, and practices around the world*, 73-88.
3. Mieder, W. (1993). *Proverbs are never out of season: Popular wisdom in the modern age*. Oxford University Press, USA.

4. Aksoy, Ö. A. (1984). Atasözleri ve deyimler sözlüğü 2 deyimler sözlüğü. *Ankara: TDK Yayınları*.

5. Abdubalieva, B. G. (2010) Tyurk elderinin makaldarynyn zhalpylyktary zhana yozgyochyolyuktyuryu (Common and specific features of the proverbs of Turkic people) Karakol. (in Kyrgyz).

Список литературы:

1. Harris I. M. Types of peace education. 1999.

2. Staub E. From healing past wounds to the development of inclusive caring: Contents and processes of peace education // Peace Education, the concept, principles, and practices around the world. 2002. P. 73-88.

3. Mieder W. Proverbs are never out of season: Popular wisdom in the modern age. Oxford University Press, USA, 1993.

4. Aksoy Ö. A. Atasözleri ve deyimler sözlüğü 2 deyimler sözlüğü //Ankara: TDK Yayınları. – 1984.

5. Абдубалиева Б. Г. (2010) Түрк элдеринин макалдарынын жалпылыктары жана өзгөчөлүктөрү (Common and specific features of the proverbs of Turkic people) Каракол: БМУ, 2010. 166 p.

*Работа поступила
в редакцию 25.06.2022 г.*

*Принята к публикации
30.06.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Toktomatova A. Peacebuilding Through Proverbs (In the Example of the Proverbs in the Kyrgyz and Turkish Languages) // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 470-475. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/50>

Cite as (APA):

Toktomatova, A. (2022). Peacebuilding Through Proverbs (In the Example of the Proverbs in the Kyrgyz and Turkish Languages). *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 470-475. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/50>

УДК 801.6 (575.2) (04)

https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/51

ОТРАЖЕНИЕ РЕЛИГИОЗНО-МИСТИЧЕСКИХ ВЗГЛЯДОВ В ТВОРЧЕСТВЕ КИРГИЗСКИХ НАРОДНЫХ АКЫНОВ

©Жумаева Г. З., ORCID: 0000-0001-6802-4672, канд. филол. наук,
Киргизский государственный университет им. И. Арабаева,
г. Бишкек, Кыргызстан, gulgaaky.Zhumaeva@gmail.com

REFLECTION OF RELIGIOUS AND MYSTICAL VIEWS IN THE WORK OF KYRGYZ FOLK AKYNS

©Zhumaeva G., ORCID 0000-0001-6802-4672, Ph.D., Arabaev Kyrgyz State University,
Bishkek, Kyrgyzstan, gulgaaky.zhumaeva@gmail.com

Аннотация. Рассматривается влияние суфизма на литературу и культуру, объектом является творчество киргизских народных акынов. Мы проводим литературный анализ песен-назиданий и терме Калыгула Бай уулу, произведений из «Сборника стихотворений» Молдо Кылыча, стихов-импровизаций Женижока, параллельно сравнивая их идейно-художественные вопросы с такими древними общетюркскими письменными памятниками как «Книга назиданий» Кул ходжа Ахмеда Яссави и дастаном «Благодатное знание» Жусупа Баласагуни. Мы учитываем и тот момент, что в свое время при изучении творчества акынов-мулл основное внимание обращалось на религиозную сторону их произведений, а философские и дидактические проблемы их содержания оставались вне нашего внимания. Но ведь было сказано: «Жить в обществе и быть свободным от него нельзя». Эту мудрость мы демонстрируем на примере творчества народных акынов.

Abstract. This article discusses the influence of Sufism on literature and culture, the object is the work of Kyrgyz folk akyns. We carry out a literary analysis of the edification songs and terme songs of Kalygul Bai uulu, works from the “Collection of Poems” by Moldo Kylych, Zhenizhok’s improvisational verses, in parallel comparing their ideological and artistic issues with such ancient Common Turkic written monuments as the “Book of Manual” by Kul hoja Ahmed Yassavi and dastan “Beneficial Knowledge” by Zhusup Balasaguni. We also take into account the fact that at one time, when studying the work of akyns-mullahs, the main attention was paid to the religious side of their works, and the philosophical and didactic problems of their content remained out of our attention. But it was said: “It is impossible to live in society and be free from it.” We demonstrate this wisdom on the example of the creativity of folk akyns.

Ключевые слова: история, культура, литература, дидактика, акын, святой.

Keywords: history, culture, literature, didactics, akyn, saint.

Отдельные проблемы мировоззрения суфизма упираются в философию «киников» античного общества. Однако, несмотря на схожесть в некоторых отношениях понимания аскетического образа жизни в философии киников и в философии суфизма, в их целях присутствуют огромные различия. В отличие от философии киников философия суфизма практически не призывает людей и общество вести аскетический образ жизни. Аскетический

образ жизни отдельных суфиев здесь воспринималось в качестве их миссии, воспринимая дом, хозяйство, богатство как препоны основной цели, они посвящали свои жизни «поискам Бога», пути достижения этого они видели в миссионерской миссии «мудрецов-дервишей», проводящих свои жизни в пути. Таковы были дидактические и философские основы их мировоззрения. Мировосприятие тюрков Средних веков находилось под влиянием суфизма, учение которого воспринималось как один из путей в рай. В творчестве киргизских народных акынов можно заметить, что влияние суфизма воспринималось как естественное явление...

Одним из тех киргизских народных акынов, которых люди называли «святым», был Калыгул Бай уулу. Свои назидания и советы, мысли о прошлом и будущем он просто рассказывал без сопровождения игры на комузе. Люди придавали словам Калыгула глубокий смысл, воспринимая его речи как дар ясновидения, приходящий к нему свыше. Он предсказывал события, которые должны были произойти, рассказывал, какая судьба ожидает того или иного человека. Об одном из таких многочисленных случаев говорит фольклорист Б. Солтоноев в своих воспоминаниях: «...Он не говорил много. По большей части молчал. Но когда начинал говорить, речь его была образной, весьма сдержанной, звучала как советы и назидания. Чаще всего он говорил, сидя на небольшом холме рядом с аилом, на сборах людей или когда к нему домой приходили люди. Иногда он завершал свои назидания словами: „Ээ, вот так?“, поочередно посматривая то на правое, то на левое свое плечо. Слушатели воспринимали это как факт, согласования Калыгулом своих слов с ангелами» [7, с. 219].

Известные нам произведения были собраны по рассказам людей. Из этих произведений видно, что в свое время Калыгул получил соответствующее религиозное образование. Судя по тому, что он называет иногда имя Сопу ата (настоящее имя его учителя неизвестно, но по слову Сопу можно понять, что так его называли в связи с философией и учением суфиев). В материалах, собранных в народе о его обучении, говорится: «... После того как Калыгул, начиная с семи лет стал обучаться религии у человека по имени Сопу ата, он стал читать намаз и держать мусульманский пост — орозо. Каждое слово его содержало благодарение Аллаху, т.е. он был очень верующим человеком» [1, с. 128]. Следовательно, Калыгул весьма глубоко придерживался исламской религии, выполняя все его предписания, что заметно по содержанию произведений. Однако, он не придерживался аскетизма истинных суфиев, считая вполне достаточным перед Богом прожить земную жизнь честно и по справедливости.

«Я баснями напишу,
Историю рода человеческого.
А также вам я расскажу
О дьяволе Аезиле,
Провидцы нам рассказали,
О неизбежности Судного дня.
Под этим подписались
Наш пророк Азирети,
А также праотец наш Адам...» [1, с. 83].

Нетрудно заметить влияние таких мыслей акына на его современников и последующих поколений киргизских народных акынов. Но не все акыны целиком воспринимали все требования суфизма, в некоторых случаях они достаточно жестко критиковали его постулаты. Среди них можно назвать одного из ярчайших поэтов Средних веков Жусупа Баласагуни, который в своем труде «Благодатное знание» отражает отдельные негативные явления суфизма

в образе Откурмуша. Это было время, когда ислам уже превратился в государственную религию, и даже опосредованная его критика грозила серьезными наказаниями. Тех, кто не признавал ислам, пересматривал его положения жестоко наказывались, а против учения суфиев была объявлена настоящая травля. Поэтому написанный с большой осторожностью дастан Жусупа Баласагуни «Благодатное знание» был одобрен властимущами, выполняя в народе дидактическую роль, что и обусловило его бытование на протяжении столетий. Можно повести разговор об одном из символических персонажей дастана — Откурмуше, и его учении по проблеме «Богоискательства». В дастане образ жизни Откурмуша, который бросил все и отдался блужданиям осуждается Акдилмишем:

Бросил ты свой аил и родственников,
Далеко ты, не видать — в одиночестве.

Как тяжела эта ноша твоя, неподъемна,
Гол ты, голоден, один, как перст!

Эта печаль не дала мне лежать дома,
Грусть с тоской окружили всего меня!

Разве Тенгир счел уделом тебе ад,
Разве страдания эти твоя судьба...? [3, с. 266].

Одна из сторон понятия «Вера в Бога» уходит в глубокую древность, и в нем содержится мифологическая история о праотце Адаме и праматери Еве. Из этого следует, что дервиши — люди, которые верили в могущество «Одного Бога» и хорошо знали религиозное учение, связанное с историей возникновения человека. Несмотря на то, что автор не приемлет холостяцкой, монашеской жизни, которая не соответствует постулатам исламской религии, его значение пытается понять и объяснить через образ Откурмуша, показать причины, которые привели его к безбрачию. Но подобный образ жизни автор не пытается рекомендовать всем людям. Напротив, он критически относится к тем, кто слишком привержен идеям суфизма. Их бродяжий, отшельнический образ жизни, без семей автор «Благодатного знания» отрицает, считая их людьми, которые преследуют только личные интересы. Он призывает людей быть достойными высокого звания «человек», вести праведную жизнь, очищая свой духовный мир от мирских соблазнов, *хоть это и трудно*. Подобные призывы, религиозно-мистические взгляды Средних веков, кстати, содержатся и в произведениях киргизских народных акынов. Ведь влияние течения суфизма нашло отражение и в духовной культуре тюркского мира, и мудрецы в образах дервишей-думаны не могли не оказать своего влияния на творчество киргизских народных акынов.

Если остановимся на жизни и творчестве отдельных киргизских народных акынов, носящих название «молдо», то в информации о том, что Молдо Кылыч в 1910-е годы обучал детей, встретим: «...Кылыч был знаком не только с религиозными книгами, но и с литературой таких мусульманских писателей как Навои, Суфи Аллаяр, Хожа Хафис, Бедил, Рабгузи, Ахмет Яссави...» [6, с. 218]. Следовательно, он не мог не испытать на себе влияния идей суфизма, содержащихся в произведениях названных выше авторов. В качестве примера обратимся к строкам Кул ходжи Ахмеда Яссави:

«Стяжатели богатствами гордятся,
Но к каждому из них придет расплата.
И в час урочный совесть счет предъявит,
В последний путь уйдет он с раскаянием.
Видал, бог мой, тех, кто копил богатства,

В их смертный час спрашивал: „Где твои богатства?“
Шайтан ответил: „Я совести их лишил“.
Плача и сожалея, они уходят из этой жизни» [4, с. 57].

Насколько важно в земной жизни выделенное нами слово «совесть», настолько же важно это понятие и в загробном мире, о чем свидетельствуют следующие поэтические строки Молдо Кылыча.

«Молю я только бога одного,
Создатель только он один...
Прощаются с бранным миром,
Лучшие из лучших жигитов.
Пять молитв-намазов в день —
Совести твоей ключи от рая.
Умирать коль всем придется,
Совесть и там ценится всего выше...» [5, с. 133].

Молдо Кылыч был знаком с основами исламской религии, отмечал важность роли Мекки и Медины в религиозном путешествии и в свои произведения включал религиозные рассказы и притчи о праотце Адаме и праматери Еве. Его знакомство с религиозной литературой об истории пророков доказывается содержанием произведений, в которых он говорит о бренности этого мира, что радость от материальных благ присуща только глупцам. Эти мысли перекликаются с философией суфизма:

«Этот мир наш лжив —
Он радостен глупцам.
Создатель всего мой Бог,
Я жизнь за него отдам» [5, с. 135].

Богатство и власть в произведениях акына толкают человека к грехам, к прямому пути в ад, поэтому для течения суфизма характерны идеи о том, чтобы люди не забывали о том, что каждому предстоит держать ответ перед Богом. Поэтому вполне закономерным является факт того, что в произведениях Молдо Кылыча превалируют мысли религиозного характера. Акын, соответственно своему мировоззрению, в стихах воспевал то, что он видел, узнал и понял, подвергал критике несправедные деяния властителей, биев, волостных, мулл, призывая людей следовать требованиям ислама и вести праведную жизнь.

Т. Саманчин отмечает: «Такие произведения Молдо Кылыча как „Не будь тираном и скупцом, будь щедрым“, „Пусть воздастся тебе за труды“, „Не зарься на чужой заработок“ по своему содержанию связаны с суфизмом. Когда религия, переставая быть совестью отдельного человека, становится орудием угнетения и власти, Молдо Кылыч отходит от нее. Он обвиняет

мулл, способствовавших тому, что религия становится орудием угнетения, говоря, что они стали бессовестными тиранами» [6, с. 220]. Таким образом, можно утверждать, что предшествующий путь Молдо Кылыча по Богоискательству привел к тому, что он начал изучать учение суфиев, считая его верным.

Также нельзя не заметить его знакомство с произведениями других тюркоязычных и восточных акынов, их влияние на творчество Молдо Кылыча. По информации академика А. Эркебаева, за пять полевых сезонов (1976–1980) было собрано 500 книг, около 200 рукописей, десятки документов, написанных на тюркском, персидском, арабском языках. Это дает ему право утверждать: «Были найдены копии рукописей XII–XVI веков... Эти новые находки еще раз подтверждают убеждения отдельных киргизских исследователей о том, что в XIX веке в школах и медресе киргизские ребята знакомились не только с книгами религиозного содержания, но читали и художественные произведения» [9, с. 108]. Далее ученый пишет о том, что способствовало формированию религиозно-мистических взглядов наших акынов.

Для подтверждения своей мысли он приводит примеры из трудов таких великих акынов как: Молдо Нияз [11], Молдо Багыш [12], тексты айтышей Женижока и Нур Молдо [2, с. 13]. Традиционно в трудах акынов-молдо присутствуют истории пророков, сведения о земном и потустороннем мире, рае и аде. В этом, несомненно, отразилось художественно-идейное влияние суфизма. Особенное влияние на киргизских акынов оказали назидания Кул ходжа Ахмеда Яссави религиозно-мистического содержания. К примеру, в произведении «Мункар, Накир, Рабиң ким?» он задает риторический вопрос:

Наука этого мира в памяти не сохраняется.
Вот ведь, нечестивец, как живет без молитвы,
Со всей душой, друзья, служите Святости [4, с. 59].

Такой же вопрос звучит и в айтыше киргизских народных акынов Женижока и Эсенамана:

Ведь в урочный час придут к тебе
Ангелы смерти Мункар и Накир
С многотонным молотом в руках.
На вопрос «Кто твой Господь?»
Если ты не сможешь ответить,
Молотом они ударят тебя,
И тяжким будет это наказание?!... [2, с. 265].

Останавливаясь на природе и функциях риторического вопроса в поэзии родственных тюркских и киргизского народов, А Эшиев отмечает: «...Сила этого приема в том, что он направляет человека на праведный путь, прямо влияя на понимание им наставлений» [10, с. 73].

Велико влияние религиозно-мистических произведений Кул ходжа Ахмеда Яссави и других поэтов Востока, а не только истории ислама на творчество вышеуказанных киргизских народных поэтов. Для подтверждения этого посыла можно привести мнение Ж. Шериева: «Несложно заметить, что качества личности, запечатленные в наставлениях Акмата Жасави, продолжают свою жизнь в киргизском фольклоре и поэзии акынов. Особенно заметно это влияние Жасави в произведениях дидактического характера, т. е. в стихах-наставлениях. В

этом смысле остро встает вопрос о необходимости исследовать проблему продолжения идей Акмата Жасави в творчестве Молдо Нияза и Молдо Кылыча» [8, с. 162].

Эти слова ученого свидетельствуют о том, что киргизские народные акыны в определенной мере были знакомы с суфийскими взглядами Кул ходжи Ахмеда Яссави. К сожалению, долгое время в социалистическом обществе такие термины как «эшен», «калга», «суфий», «мулла» в творчестве киргизских народных акынов использовались только применительно к негативным героям. В этой связи следует помнить о двух вещах. Первое, в период, когда творили Токтогул и его последователи, в стране полновластно господствовал атеизм, второе, собиратели фольклора, исследователи и составители свою работу осуществляли в рамках воспитания представителей завтрашнего общества в атеизме.

Список литературы:

1. Акылман Калыгул: Ырлар, акыл-насааттар, даректүү баяндар, илимий-изилдөөлөр. Түз. С. Мусаев, А. Акматалиев. Бишкек: Шам, 2000. 272 с.
2. Акматалиев А. Залкар акындар «Жеңижок». Бишкек: Шам, 1999. 360 с.
3. Жусуп Баласагын. Куттуу билим (Перевод: Т. Козубеков). М.: Ник, 1999. 254 с.
4. Кул Кожо Ахмед Яссавий. Хикметтер китеби. Насаат китеп. Бишкек: Национальная комиссия по государственному языку при президенте КР, 2015. 203 с.
5. Молдо Кылыч. Бишкек: Турар, 2017. 544 с.
6. Саманчин Т. Кылыч жазуучу, акын // Молдо Кылыч. Бишкек: Турар, 2017. 544 с.
7. Солтоноев Б. Кызыл кыргыз тарыхы. Бишкек: Архи, 2003. 446 с.
8. Шериев Ж. Байыркы адабият тарыхы. Бишкек-Ош, 2000. 330 с.
9. Эркебаев А. Элдик эпостон адабий эпоско... . Фрунзе: Адабият, 1990. 248 с.
10. Эшиев А. Орто кылымдагы кыргыз жазма жана оозеки поэзиясы. Бишкек: Бийиктик, 2009. 180 с.
11. Молитвы-назидания. Бишкек: Учкун, 1993. 176 с.
12. Молдо Багыш Тюремная тетрадь. Бишкек: Акыл, 1988. 248 с.
13. Токтогул. Т. I. Фрунзе: Киргизстан, 1968. 304 с.

References:

1. Akylman Kalygul: Yrlar, akyl-nasaattar, darektyuyu bayandar, ilimii-izildyyoyoler (2000). Tuz. S. Musaev, A. Akmataliev. Bishkek. (in Kyrgyz).
2. Akmataliev, A. (1999). Zalkar akyndar Zhenizhok. Bishkek. (in Kyrgyz).
3. Zhusup Balasagyn (1999). Kuttuu bilim trans.: T. Kozubekov). Moscow. (in Russian).
4. Kul Kozho Akhmed Yassavii (2015). Khikmetter kitebi. Nasaat kitep. Bishkek. (in Kyrgyz).
5. Moldo Kylych (2017). Bishkek. (in Kyrgyz).
6. Samanchin, T. (2017). Kylych zhazuuchu, akyn. In *Moldo Kylych*. Bishkek. (in Kyrgyz).
7. Soltonoev, B. (2003). Kyzyl kyrgyz tarykhy. Bishkek. (in Kyrgyz).
8. Sheriev, Zh. (2000). Baiyrky adabiyat tarykhy. Bishkek, Osh. (in Kyrgyz).
9. Erkebaev, A. (1990). Eldik eposton adabii eposko... . Frunze. (in Kyrgyz).
10. Eshiev. A. (2009). Orto kylymdagy kyrgyz zhazma zhana oozeki poeziyasy. Bishkek. (in Kyrgyz).
11. Molyty-nazidaniya (1993). Bishkek. (in Kyrgyz).
12. Moldo Bagysh Tyuremnaya tetrad' (1988). Bishkek. (in Kyrgyz).

13. Toktogul (1968). I. Frunze. (in Kyrgyz).

*Работа поступила
в редакцию 11.07.2022 г.*

*Принята к публикации
16.07.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Жумаева Г. З. Отражение религиозно-мистических взглядов в творчестве киргизских народных акынов // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 476-482. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/51>

Cite as (APA):

Zhumaeva, G. (2022). Reflection of Religious and Mystical Views in the Work of Kyrgyz Folk Akyns. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 476-482. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/51>

УДК 82

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/52>

ЦВЕТОЛЕКСЕМЫ В РАССКАЗЕ И. А. БУНИНА «ЧИСТЫЙ ПОНЕДЕЛЬНИК»

©*Кабатай кызы А., канд. филол. наук, ORCID: 0000-0002-1223-0888, Кыргызско-Турецкий университет «Манас», г. Бишкек, Кыргызстан, kabatay@mail.ru*

COLOR LEXEMES IN CLEAN MONDAY BY I. A. BUNIN'S STORY

©*Kabatay kyzy A., Ph.D., ORCID: 0000-0002-1223-0888, Kyrgyz-Turkish Manas University, Bishkek, Kyrgyzstan, kabatay@mail.ru*

Аннотация. XX век привнес заметное количество новых идей и аспектов в изучение цвета, а именно формирование собственных методов и подходов к изучению цвета в каждой отрасли знания. Цвет стал рассматриваться как знак, или символ, который способен передавать дополнительные смыслы, помимо традиционного названия цвета. Отмечается, что «цвет превратился из средства изображения в средство выражения». Актуальность исследования обусловлена важностью функциональной предназначенности цветолексем в художественном тексте, являющиеся выражением философско-мировоззренческой концепции автора. Объектом работы стала цветопись избранного произведения, нормативное и индивидуально-авторское ее использование в тексте. Целью данной статьи является анализ средств и форм формирования цветовой картины мира И. А. Бунина в рассказе «Чистый понедельник», при помощи таких теорий как: теория функциональных стилей, теория дискурса, теория грамматики конструкций. Задачи: определить цветовые концепты, объективирующие индивидуальный речевой опыт писателя; установить взаимодействие грамматического, смыслового принципов в функционировании тех или иных цветолексем. Результаты: цветовая палитра представлена лексемами белый, серый, голубой, малиновый, розовый, гранатовый и некоторыми другими (всего около 20 слов). Установлено, что выбор лексем и словосочетаний определяется контекстом и подчиняется авторскому замыслу. Выводы: цветолексем могут иметь разное значение: номинативное, оценочное и символическое. В художественном тексте реализуются, как правило, все значения. В зависимости от синтагматики одни цветолексем выполняют чисто номинативную функцию, другие — полифункциональны за счет включения оценочной семы. Символическое значение может преобладать над другими значениями.

Abstract. The 20th century brought a significant number of new ideas and aspects to the study of color, namely the formation of its own methods and approaches to the study of color in every branch of knowledge. The color began to be considered as a sign, or a symbol that is capable of conveying additional meanings, in addition to the traditional name of the color. It is noted that “color has turned from a means of representation into a means of expression”. The relevance of the study is due to the importance of the functional purpose of color lexemes in a literary text, which are an expression of the philosophical and ideological concept of the author. The object of the work is the expression of the color of the selected work, its normative and individual author's use in the text. The purpose of this article is to analyze the means and forms of formation of the color picture of the world in the Clean Monday by I. A. Bunin story, using such theories as: the theory of functional styles, the theory of discourse, the theory of grammar constructions. Tasks: to determine color concepts that express the individual speech experience of the writer; to establish the interaction of grammatical, semantic principles in the functioning of certain color lexemes. Results: the color image

is represented by lexemes white, gray, blue, crimson, pink, pomegranate and some others (about 20 words in total). It has been established that the choice of lexemes and phrases is determined by the context and is subject to the author's intention. Conclusions: color lexemes can have different meanings: nominative, evaluative and symbolic. In a literary text, as a rule, all meanings are realized. Depending on the syntagmatics, some color lexemes perform a purely nominative function, while others are polyfunctional due to the inclusion of an evaluative seme. The symbolic meaning may take precedence over other meanings.

Ключевые слова: цветолексема, качественные прилагательные, относительные прилагательные, функции лексем цветообозначения, символика некоторых цветообозначений, художественный текст.

Keywords: color lexemes, qualitative adjectives, relative adjectives, functions of color naming lexemes, symbolism of some color designations, artistic text.

Система слов цветообозначений представляет несомненный интерес для лингвистических исследований, так как она имеет как существенные сходства, так и характерные различия по языкам.

Категория цвета исследуется начиная с XVIII в.: первоначально естественными науками, а потом гуманитарными как средство передачи заданных оттенков смысла или как средство выражения авторского «я».

Для второй половины XX в. характерно внимание к этимологии цветowych прилагательных, сопоставление колоронимов в разных языках, к истории цветowych прилагательных вообще и к роли названных слов в тексте. Исследователи обращаются к анализу как поэтических, так и прозаических текстов, что позволяет определить черты индивидуальной авторской системы.

С точки зрения В. М. Иваровской, «цветовые прилагательные сегодня — это многозначные элементы индивидуальных авторских систем. Все исследовательские направления объединяет интерес к цвету как потенциально системной категории языка на фоне общего внимания к проблеме системных отношений в лексике» [1].

«Акад. В. В. Виноградов еще в 60-е годы прошлого века прозорливо считал одной из насущных задач русской филологии изучение языка и стиля И. А. Бунина...» [2].

В 2008 году был издан «Словарь эпитетов Ивана Бунина», включающий около 100000 словоупотреблений (~8000 лексических единиц). Автор Словаря В. В. Краснянский считает, что эпитет — наиболее приметная черта художественной речи писателя, через эпитет проявляются многие особенности его поэтического словоупотребления. Более того, с эпитетом связано очевидное тяготение Бунина «к изобразительности и к проявлению субъективной, лирической интенции» [2, 8].

В Предисловии к Словарю автор подчеркивает, что «Бунин — поворотная, узловая фигура в истории русской художественной речи и в истории русской литературы. Традиционалист и модернист одновременно, он является связующим звеном между XIX и XX–XXI вв. в русской литературе Его новаторство — скрытое, незаметное для читателя — в соединениях слов, в индивидуальной образности, в сцеплении пространственных предложений, посредством причастных, деепричастных и других обособленных оборотов, посредством разнообразных придаточных частей, в нечто неразрывное, соответствующее неразрывности мыслей, „идуших в два потока“, и комплексности, одновременности восприятия свойств

окружающего мира (и цвет, и форма предметов, и запах, и звук, и тактильные ощущения, и передвижения в пространстве и прочее)» [2, 3].

Цветовая палитра в рассказе «Чистый понедельник» представлена прилагательными *белый, серый, голубой, смугло-янтарное* (лицо), *дегтярная* (челка), *гранатовый, малиновый, снежно-сизая* (Москва) *синеватые* (галки), *серый* (день), *зеленые* (звезды), *розовые* (рябчики), *красно-красные* (стены монастыря), *золотая* (эмаль), *темные* (глаза), *черный, красно-красные* (стены монастыря), *бархатисто-пунцовые* (всего около 20 примеров прилагательных).

Как свидетельствуют приведенные примеры, значение цвета передается разными прилагательными: производными и непроизводными, качественными и относительными, которые в процессе словоупотребления приобретают значение качественное.

«Отмеченное значение прилагательных, выражающих своими значениями свойства предметов, оценки их качеств людьми, является непомерно широкий смысловый объем имен прилагательных, сочетающихся с предметными именами разной степени абстракции и едва заметные границы их лексико-семантического и семантико-стилистического варьирования. Это естественно, ибо в окружающей нас предметной, социальной и духовной сферах наличествует гораздо больше свойств, качеств, прагматических и социальных оценок, чем самих предметов, лиц, событий, которым они принадлежат или номинально приписываются» [3].

Граница между качественными и относительными значениями проходит внутри одного слова, что можно продемонстрировать на примере прилагательного *золотой*.

В МАС-2 [4] прилагательное переводится как слово, имеющие 6 значений, в которых причудливо пересекаются качественные и относительные. Приведем некоторые значения прилагательного *золотой*:

1. Прил. к *золото*. *Золотой слиток* // Содержащий золото. *Золотой песок*. *Золотые россыпи*. // Сделанный из золота, покрытый золотом. *Золотой перстень*. *Золотая цепочка*. // Вытканый, шитый золотом. *Золотой кокошник*. // Исчисляемый на золото, по курсу золота. *Золотой рубль*.

2. Блестяще-желтый, цвета золота. *Золотые кудри*.

3. Перен. замечательный по своим достоинствам, прекрасный, очень хороший. *Золотые слова*.

4. Перен. счастливый, благоприятный.

5. Перен. (в обращении) дорогой, любимый.

6. Как составная часть некоторых ботанических, зоологических и минеральных названия. *Золотой жук*, *золотая рыбка*.

Относительные значения: относящиеся к золоту, сделанный из золота, исчисляемые по курсу золота.

Качественные значения: такого же цвета, как золото; счастливый, блаженный; прекрасный, драгоценный, замечательный по достоинствам. В кругу фразеологических значений намечается такое же расслоение: с одной стороны — *золотых дел мастер*, *золотое дно*, *сулить золотые горы*, с другой — *золотая осень*, *золотая середина*, *золотая молодежь*. Однако слово *золотой* в качественных и относительных значениях лишено кратких форм в общелитературном употреблении.

В нашей картотеке отмечены следующие примеры: ... нашитым на него *золотым* крестом на лбу [5]; ...дивно рисовались на *золотой* эмали заката серым кораллом сучья в инее [5]; ... новая громада Христа Спасителя, в *золотом* куполе которого синеватыми пятнами

отражались галки [5], ... и такие же туфли с *золотыми* застежками [5]. Из четырех употреблений прилагательного три имеют относительное значение, одно — качественное (*золотая* эмаль заката).

Сходный процесс окачества относительных прилагательных иллюстрируют прилагательные *гранатовый*, *малиновый*, *янтарный* и *дегтярный*. В этом перечне выделяются прилагательные *гранатовый* и *малиновый*, с одной стороны, с другой — сложные прилагательные, типа *красно-коровый*.

Гранатовый — ярко-красный, цвета граната [4].

Малиновый — 1) прилагательное к малина. *Малиновый лист*. *Малиновый куст* // Приготовленный из малины, с малиной. *Малиновое варенье*. *Малиновая наливка*. 2) темно-красный, цвета ягод малины. [4].

Янтарный — 1) Прилаг. к янтарь // сделанный из янтаря. 2) Золотисто-желтый, цвета янтаря [4].

Дегтярный — Прилаг. к деготь. *Дегтярный завод*. *Дегтярный запах*. // Приготовленный из дегтя, с дегтем. *Дегтярная мазь*. *Дегтярное мыло* [4].

«Прилагательное, обозначающее качество предмета непосредственно, то есть без отношения к другим предметам» [6], называется качественным.

Прилагательное, обозначающее признак предмета по отношению к другим, является относительным.

Ядро качественных прилагательных составляют такие, которые обозначают свойство, присущее самому предмету или открываемое в нем, часто такое, которое может характеризоваться разной степенью интенсивности [7].

«Деление прилагательных на качественные, относительные, притяжательные и порядковые логически небезупречно» [8].

Некоторые лингвисты отказываются от употребления традиционных лингвистических терминов «качественное» и «относительное» прилагательное, так как говорить о разрядах прилагательных логично лишь при диахроническом анализе отдельного определения. При синхронном описании цветообозначений современного русского языка и при описании общих колористических систем такое деление считается неактуальным [9].

В русле традиционной терминологии мы наблюдаем за процессом возникновения новых (относительных) цветовых прилагательных и процессом поэтапного окачества их на историко-литературной оси.

Антонимы *белый* и *черный* используются в описании внешности: Большой Станиславский с белыми волосами и черными бровями; причем прилагательные входят в состав несогласованных определений, характеризующих предмет по имеющемуся у него признаку.

Прилагательное *белый* повторяется несколько раз при описании Марфо-Мариинской обители:

... за ними вся в белом, длинная, тонколикая, в белом обресе с нашитыми на него золотым крестом на лбу великая княгиня; а за ней такая же белая вереница поющих, с огоньками свечек улица, инокинь или сестер, уж не знаю, кто были они и куда шли [5].

Белый цвет — цвет монашеского одеяния: И вот одна из идущих посередине вдруг подняла голову, крытую белым платом, загородив свечу рукой, устремила взгляд темных глаз в темноту, будто как раз на меня [5].

В другом контексте белый цвет воспринимается как униформа официанта (полового) в трактире: ... подошел половой в *белых* штанах и *белой* рубаше, подпоясанный малиновым кушаком, почтительно напомнил...

Сочетание белого с малиновым смотрится красочно и выступает в конкретизирующей функции.

Прилагательное «малиновый», согласно Словарю эпитетов И. А. Бунина, широко употребительно и в других произведениях Бунина: малиновый блеск облаков, малиновые горки, малиновые волосы, малиновые червы, малиновые лампадки, малиновые круги. Широко употребительны и сложные прилагательные, в составе которых используется обозначение этого же цвета: мутно-малиновый шар солнца, нежно-малиновый цвет, сумрачно-малиновые хребты верхних Альп [5].

Героиня в начале рассказа характеризуется следующим образом: «*Похоже на то, что ей ничто не нужно... Явной слабостью ее были только хорошие одежды, бархат, шелка, дорогой мех*».

«... выезжая, она чаще всего надевала гранатовое бархатное платье и такие же туфли с золотыми застежками» [5].

Любимый цвет — гранатовый; в следующем контексте героиня вся в черном: черная каракулевая шубка, каракулевая шапочка и черные фетровые ботинки. На капустнике в Художественном театре героиня в черном бархатном платье, которое делает ей еще тоньше. Цвет шелкового архалука, отороченного соболем (наследство астраханской бабушки) в рассказе Буниным не обозначен. С одной стороны, такое сочетание цветов подчеркивает красоту героини с ее смугло-янтарным лицом и густыми черными волосами, с другой — вселяет какую-то неясную тревогу, так как гранатовый цвет (ярко-красный) ассоциируется с кровью, а черный — с трауром, хотя пока что ничто не предсказывает такой драматической развязки. И все это — на фоне снежно-сизой Москвы с серыми зимними днями.

Несколько неожиданным в богатейшей палитре бунинских эпитетов становится настойчивое повторение прилагательного *бархатистый* (и в качественном и в относительном значении), которые, по-видимому, должен оценить удивительную мягкость героини. Но не забудем и об угле, который, несомненно, ассоциируется с твердостью.

Таким образом, цвета героини — *гранатовый, черный*, а затем *белый*, то есть свет монашеского убранства.

В рассказе Бунина «Чистый понедельник» употребляются не только простые, но и сложные прилагательные, что характерно для всего цикла новелл «Темные аллеи». В статьях Р. С. Зуевой и С. В. Кириченко анализируются окказиональные сложные прилагательные, часто совмещающие противоположные значения. Эти словосложения передают психологическое состояние, положительные и отрицательные эмоции: *сонно-насмешливый* блеск, *непреложно-грозный* взгляд, *торжественно-радостное* облачение, *первозданно-непорочный* вечер, *грешно-скромная*, *печально-торжествующий* и некоторые другие. Наиболее широко представлены в данном списке прилагательные, обозначающие цвет: *серо-серебристые* зеркала, *хрустально-золотая* сетка, *бледно-зеленые* мотыльки, *черно-маслянистая* шубка. В рассказе «Чистый понедельник» зафиксированы следующие словосложения со значением цвета: *красновато-серый* дятел, *смугло-темное* лицо, *бархатисто-пунцовые* губы, *снежно-сизая* Москва, *красно-красные* стены монастыря.

Оригинальность сложных прилагательных обусловлена обостренным ощущением, субъективным видением мира персонажей книги и самой темой рассказов [10, 11].

Основное назначение определений в языке Бунина — создание эмоциональных, выразительных, а потому легкоакцентуемых и запоминающихся образов.

Цветолексемы могут иметь разное значение: номинативное, оценочное и символическое. В художественном тексте реализуются, как правило, все значения. В зависимости от синтагматики одни цветолексемы выполняют чисто номинативную функцию, другие — полифункциональны за счет включения оценочной семы. Символическое значение может преобладать над другими значениями.

Список литературы:

1. Иваровская В. М. Синтагматико-парадигматические особенности прилагательных со значением цвета в русском языке и отражение этих особенностей в поэтических текстах 18-20 веков: дисс. ... канд. филол. наук. СПб, 2000. 222 с.
2. Краснянский В. В. Словарь эпитетов Ивана Бунина: около 100 тысяч словоупотреблений. М.: Азбуковник, 2008. 774 с.
3. Уфимцева А. А. Лексическое значение: принцип семиологического описания лексики. М: URSS, 2010. 239 с.
4. Алекторовой Л. П., Баженовой С. Л., Иванниковой Е. А. Словарь русского языка. М.: Рус. яз. 1983. 750 с.
5. Бунин И. Малое собрание сочинений. СПб: Азбука-Антикус, 2016.
6. Ахманова О. С. Словарь лингвистических терминов. М., 1968.
7. Авилова Н. С., Бондаренко А. В., Брызгунова Е. А. Русская грамматика. М.: Наука, 1980. 783 с.
8. Милославский И. Г. Морфологические категории современного русского литературного языка. М.: Просвещение, 1981.
9. Марков В. Г. О семантическом способе словообразования в русском языке. Ижевск, 1981.
10. Зуева Р. С. Окказиональные сложные прилагательные со значением цвета в прозе Бунина // Исследования по стилистике художественной речи. Алма-Ата, 1985.
11. Кириченко С. В. Окказиональные сложные прилагательные и их функции в художественной речи. Алма-Ата, 1990.

References:

1. Ivarovskaya, V. M. (2000). Sintagmatiko-paradigmaticheskie osobennosti prilagatel'nykh so znacheniem tsveta v russkom yazyke i otrazhenie etikh osobennostei v poeticheskikh tekstakh 18-20 vekov: Ph.D. diss. St. Petersburg. (in Russian).
2. Krasnyanskiy, V. V. (2008). Slovar' epitetov Ivana Bunina: okolo 100 tysyach slovoupotreblenii. Moscow. (in Russian).
3. Ufimtseva, A. A. (2010). Leksicheskoe znachenie: printsip semiologicheskogo opisaniya leksiki. Moscow. (in Russian).
4. Alektorova, L. P., Bazhenova, S. L., & Ivannikova, E. A. (1983). 750 Slovar' russkogo yazyka. Moscow. (in Russian).
5. Bunin, I. (2016). Maloe sobranie sochinenii. St. Petersburg. (in Russian).
6. Akhmanova, O. S. (1968). Slovar' lingvisticheskikh terminov. Moscow. (in Russian).
7. Avilova, N. S., Bondarenko, A. V., & Bryzgunova, E. A. (1980). Russkaya grammatika. Moscow. (in Russian).

8. Miloslavskii, I. G. (1981). Morfologicheskie kategorii sovremennogo russkogo literaturnogo yazyka. Moscow. (in Russian).
9. Markov, V. G. (1981). O semanticheskom sposobe slovoobrazovaniya v russkom yazyke. Izhevsk. (in Russian).
10. Zueva, R. S. (1985). Okkazional'nye slozhnye prilagatel'nye so znacheniem tsveta v proze Bunina // Issledovaniya po stilistike khudozhestvennoi rechi. Alma-Ata. (in Russian).
11. Kirichenko, S. V. (1990). Okkazional'nye slozhnye prilagatel'nye i ikh funktsii v khudozhestvennoi rechi. Alma-Ata. (in Russian).

*Работа поступила
в редакцию 15.07.2022 г.*

*Принята к публикации
19.07.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Кабатай кызы А. Цветолексемы в рассказе И. А. Бунина «Чистый понедельник» // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 483-489. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/52>

Cite as (APA):

Kabatai kyzy, A. (2022). Color Lexemes in Clean Monday by I. A. Bunin's Story. *Bulletin of Science and Practice*, 8(8), 483-489. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/52>

ISSN 2414-2948

Научное сетевое издание

40,5 п. л., 30,0 Мб

БЮЛЛЕТЕНЬ НАУКИ И ПРАКТИКИ
Сетевое издание

<https://www.bulletennauki.ru>

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/80>

Ответственный редактор — Ф. Ю. Овечкин.
Техническая редакция, корректура, верстка — Ю. А. Митлинова

Выход и размещение на сайте — 15.07.2022 г.