

УДК 621.311

https://doi.org/10.33619/2414-2948/127/23

## БУДУЩЕЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМ, ВЫЗОВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

©**Турдыев И. Э.**, ORCID: 0000-0002-3168-9635, SPIN-код: 1247-0259, канд. техн. наук,  
Ошский технологический университет им. М. М. Адышева,  
г. Ош, Кыргызстан [ilyaz\\_turduev@mail.ru](mailto:ilyaz_turduev@mail.ru)

©**Абдыраева Н. Р.**, ORCID: 0009-0008-2443-5427, SPIN-код: 1576-7528, канд. техн. наук,  
дцент, Ошский технологический университет им. М. М. Адышева,  
г. Ош, Кыргызстан [abdiraevanuripa@mail.ru](mailto:abdiraevanuripa@mail.ru),

©**Мамбет уулу Б.**, Ошский технологический университет им. М. М. Адышева,  
г. Ош, Кыргызстан

©**Тороканов О.**, Ошский технологический университет им. М. М. Адышева,  
г. Ош, Кыргызстан

## THE FUTURE OF INTELLIGENT ENERGY SYSTEMS, CHALLENGES AND OPPORTUNITIES FOR INTEGRATING RENEWABLE ENERGY

©**Turduev I.**, ORCID: 0000-0002-3168-9635, SPIN-code: 1247-0259, Ph.D., Osh Technological  
University named after M. Adyshev, Osh, Kyrgyzstan, [ilyaz\\_turduev@mail.ru](mailto:ilyaz_turduev@mail.ru)

©**Abdyraeva N.**, ORCID: 0009-0008-2443-5427, SPIN-code: 1576-7528, Ph.D., Osh Technological  
University named after M. Adyshev, Osh, Kyrgyzstan, [abdiraevanuripa@mail.ru](mailto:abdiraevanuripa@mail.ru),

©**Mambet uulu B.**, Osh Technological University named after M. Adyshev, Osh, Kyrgyzstan

©**Torokanov O.**, Osh Technological University named after M. Adyshev, Osh, Kyrgyzstan

*Аннотация.* Рассматривается будущее интеллектуальных энергосистем (Smart Grids), анализируются ключевые вызовы и возможности, связанные с интеграцией возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Обсуждаются такие проблемы, как переменчивость ВИЭ, необходимость управления спросом и распределённой генерацией, а также задачи обеспечения кибербезопасности и стабильности сети. В то же время статья выделяет потенциальные преимущества в виде повышения эффективности, устойчивости и снижения выбросов парниковых газов. Предлагаются возможные решения и технологии, включая передовые системы управления, накопители энергии, цифровые платформы и инструменты прогнозирования, необходимые для успешной интеграции ВИЭ в интеллектуальные энергосистемы будущего.

*Abstract.* The article examines the future of intelligent energy systems (Smart Grids) and analyzes the key challenges and opportunities associated with the integration of renewable energy sources (RES). Issues such as the variability of renewable energy sources, the need for demand management and distributed generation, as well as the challenges of ensuring cybersecurity and network stability, are discussed. At the same time, the article highlights potential benefits in the form of increased efficiency, sustainability, and reduction of greenhouse gas emissions. Possible solutions and technologies are proposed, including advanced control systems, energy storage, digital platforms, and forecasting tools necessary for the successful integration of renewable energy sources into the intelligent energy systems of the future.

*Ключевые слова:* интеллектуальные энергосистемы, возобновляемые источники энергии, источники энергии, энергия.

*Keywords:* smart grids, renewable energy, energy sources, energy.

Современный мир стоит перед лицом глобальных вызовов, связанных с изменением климата и растущей потребностью в энергии. В связи с этим, переход к устойчивым и экологически чистым источникам энергии становится все более актуальным. Возобновляемые источники энергии (ВИЭ), такие как солнечная, ветровая и гидроэнергия, играют ключевую роль в этом процессе. Однако, интеграция ВИЭ в существующие энергосистемы представляет собой сложную задачу, требующую новых подходов и технологий. Одним из наиболее перспективных направлений является развитие интеллектуальных энергосистем (Smart Grids) - систем, использующих передовые телекоммуникационные и информационные технологии для управления производством, передачей и потреблением электроэнергии. Рассмотрим будущее интеллектуальных энергосистем, проанализируем ключевые вызовы и возможности, связанные с интеграцией ВИЭ, и обсудим потенциальные решения, которые позволят создать более устойчивую, надежную и эффективную энергетическую систему для будущих поколений.



Рисунок 1. Управление электросетями с помощью интеллектуальных энергосистем

Интеллектуальные энергосистемы, или Smart Grids, представляют собой революционный подход к управлению электросетями. Они интегрируют современные телекоммуникационные и информационные технологии, создавая единую, "умную" инфраструктуру. Это позволяет в реальном времени контролировать, анализировать и управлять всем процессом: от производства электроэнергии до ее потребления конечными пользователями. Внедрение Smart Grids открывает новые возможности для повышения эффективности сетей. Благодаря возможности дистанционного мониторинга и адаптивного управления, можно оперативно реагировать на изменения в нагрузке, снижая потери и предотвращая перегрузки. Это особенно актуально для сельских сетей 0,38 кВ, где несимметричная нагрузка является распространенной проблемой. Smart Grids позволяют скомпенсировать эту несимметрию, обеспечивая более стабильное и качественное энергоснабжение для всех потребителей [1].

Современное сельское хозяйство и жизнедеятельность сельского населения немыслимы без стабильного и качественного электроснабжения. Сельские электрические сети напряжением 0,38 кВ, являясь основой энергосистем данного типа, зачастую сталкиваются с рядом специфических проблем, одной из которых является существенная несимметричность нагрузки. Эта несимметрия, обусловленная разнообразным характером потребления электроэнергии (от бытовых нужд до работы сельскохозяйственной техники и промышленных предприятий), приводит к ряду негативных последствий: снижению качества электроэнергии, увеличению потерь, перегрузке отдельных фаз и, как следствие, к снижению общей эффективности энергоснабжения.

#### *Материалы и методы исследования*

Данная работа посвящена актуальной и многогранной задаче повышения эффективности энергоснабжения в сельских сетях 0,38 кВ, акцентируя внимание на преодолении вызовов, связанных с несимметричной нагрузкой. Мы рассмотрим ключевые аспекты данной проблемы, начиная от причин возникновения несимметрии и ее влияния на параметры сети, и заканчивая анализом существующих и перспективных методов ее компенсации и управления. Целью исследования является разработка комплексного подхода к оптимизации работы сельских распределительных сетей, направленного на минимизацию потерь, обеспечение требуемого качества электроэнергии и, в конечном итоге, на повышение надежности и экономической целесообразности энергоснабжения потребителей в аграрном секторе.

Необходимость эффективного распределения электроэнергии от распределенных ВИЭ до конечных потребителей с минимальными потерями и максимальной загрузкой сетевой инфраструктуры. Интеллектуальные счетчики, датчики и системы мониторинга, объединенные в телекоммуникационную сеть, обеспечивают двусторонний обмен информацией между потребителями, генерирующими компаниями и оператором сети. С каждым годом проблемы относительно зеленых технологий имеет место актуальной темой для рассмотрения среди заинтересованных сторон и порождают направление для развития ВИЭ в Кыргызстане [2].

Система управления спросом, получая информацию о ценах на электроэнергию, автоматически отключает менее важные электроприборы в периоды пикового спроса, тем самым снижая нагрузку на сеть и экономя средства потребителя. Переход к децентрализованной генерации требует активного участия потребителей в управлении энергосистемой. Телекоммуникационные технологии предоставляют потребителям доступ к информации о тарифах, собственном энергопотреблении и возможностях генерации энергии. Это позволяет им самостоятельно генерировать электроэнергию — устанавливать солнечные панели или ветрогенераторы и продавать излишки энергии в сеть; анализировать данные о потреблении и принимать меры по его снижению; участвовать в программах управления спросом, это когда получать вознаграждение за снижение потребления в пиковые периоды. Потребитель, установивший солнечные панели на крыше своего дома, может продавать излишки произведенной электроэнергии в сеть, получая доход и снижая зависимость от централизованного энергоснабжения. Необходимость сокращения выбросов парниковых газов в энергетическом секторе. Интеграция ВИЭ и телекоммуникационных технологий позволяет существенно увеличить долю возобновляемых источников энергии в энергобалансе, тем самым снижая зависимость от ископаемого топлива и повышая экологичность энергосистемы. В итоге, интеграция ВИЭ и телекоммуникационных технологий не только обеспечивает надежное и эффективное электроснабжение, но и создает «умную» энергосистему, способную

адаптироваться к изменяющимся условиям и удовлетворять потребности современного общества в устойчивой и экологически чистой энергии [1].

Как заявляет Заместитель министра энергетики Кыргызской Республики Алтынбек Рысбеков Возобновляемые источники энергии-новый этап развития национальной энергетики Глубоко изучив текущие проекты и планы, я поделюсь с вами текущими делами и основными шагами в энергетическом секторе. Для меня это большая честь и ответственность - работать на благо отрасли и ориентироваться на современные и устойчивые решения. В Кыргызской Республике реализуется ряд крупных инвестиционных проектов в области возобновляемых источников энергии. Президент Кыргызской Республики Садыр Жапаров неоднократно отмечал, что развитие возобновляемой энергетики - один из стратегических приоритетов государства. В этом направлении министерство энергетики ведет активную работу по переводу страны на «чистую» энергетику, снижению зависимости от традиционных источников и укреплению энергетической безопасности. На сегодняшний день разрабатываются проекты общей мощностью более 5 ГВт-строительство солнечных и ветряных электростанций в Чуйской, Иссык-Кульской, Нарынской, Джалал-Абадской и Ошской областях. Самые крупные из них: ОсОО «Реца» — 1900 МВт; Molin Energy Company Limited — 400 МВт; и др., от 100-350 МВт. Реализация этих проектов станет важным шагом для устойчивого развития и зеленого будущего Кыргызстана. Планируется строительство солнечных и ветровых электростанций (СЭС и ВЭС) - СЭС общей мощностью 3650 МВт с выработкой 6,6 млрд кВт.ч в год, и 2 ВЭС общей мощностью 400 МВт 560 млн кВт.ч в год (<https://707.su/grjM>).

#### *Результаты исследования*

Благодаря выгодному географическому положению и климатическим условиям, территория Кыргызстана получает в среднем в год от солнца 4,64 млрд. МВт·ч лучистой энергии или 23,4 кВт·ч на 1 кв. м, и является одним из развитых и перспективных направлений на сегодняшний день. Несмотря на достаточно высокий потенциал, солнечная энергия, при преобразовании в электричество и тепло, обладает как рядом достоинств, так и недостатков. Средняя стоимость строительства солнечных и ветряных электростанций в Кыргызстане составляет от 200 до 1500 тыс. сомов за 1 кВт установленной мощности [3].

Срок окупаемости солнечных станций напрямую зависит от существующих тарифов за электроэнергию. Например, для дома, который в среднем в час потребляет до 2 кВт, в сутки подбирается солнечная станция с мощностью 2 кВтч. При нынешних тарифах за электроэнергию 2,16 сом за 1 кВт, срок окупаемости составляет 13 лет, при сроке службы оборудования более 25 лет (Рисунок 2). Такой долгий срок окупаемости обуславливается недорогой стоимостью электроэнергии в Кыргызской Республике. В случае повышения тарифов за электроэнергию в последующем, срок окупаемости снизится. Снизу представлен график окупаемости станции при тарифе 5 сом за 1 кВт электроэнергии, которая приравнивается к 7 годам (Рисунок 3).

Ряд стран активно демонстрирует пример перехода к устойчивой энергетике, делая ставку на возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Так, Германия успешно интегрировала ВИЭ, получая из них более половины всей производимой электроэнергии, и активно развивает ветряные и солнечные станции. В свою очередь, Дания обеспечивает значительную часть своих энергетических потребностей, покрывая 47% за счет ветроэнергетики. Эти достижения подчеркивают реальную возможность масштабирования ВИЭ для покрытия растущих энергетических запросов [4].

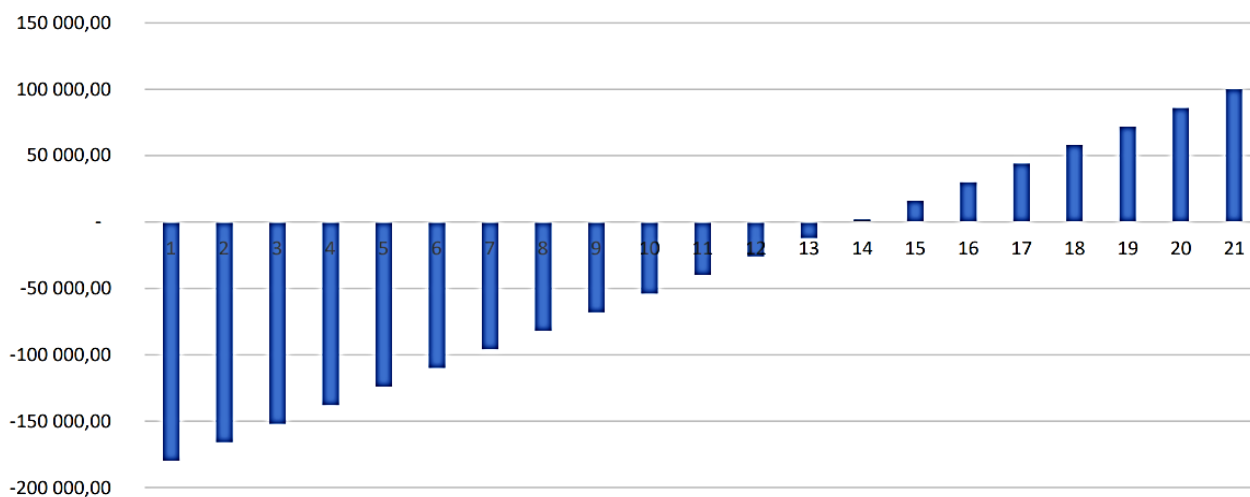


Рисунок 2. Срок окупаемости солнечной станции

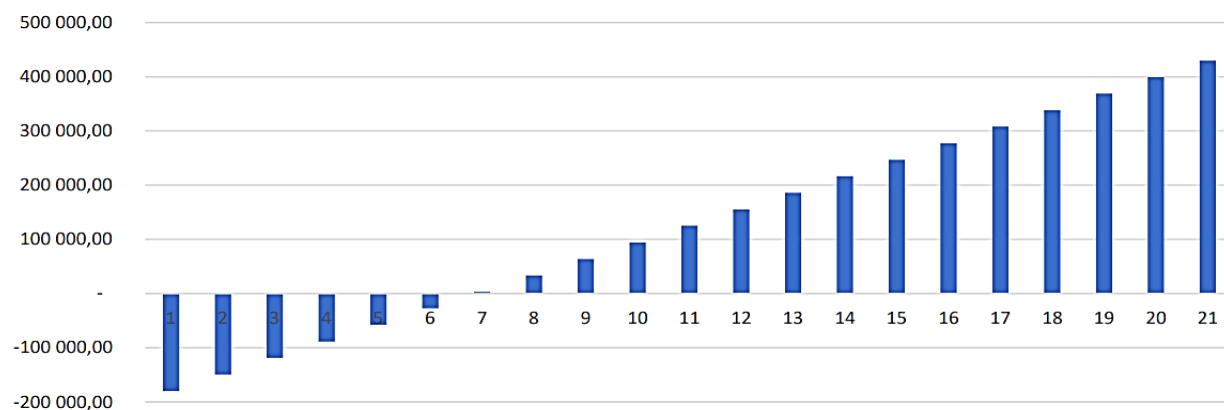


Рисунок 3. Срок окупаемости солнечной станции при тарифе 5 сом за 1 кВт·ч

Солнечная энергия является хорошей альтернативой возобновляемым источникам энергии. Солнечная энергия является важным компонентом производства, не наносящим вреда окружающей среде [5].

На территории СЭЗ Бишкек было открыто совместное предприятие с немецкими партнерами по производству ФЭС. Также, на рынке представлены фотоэлектрические панели производства Китай, Россия, Чехия и Турция. Проект «Развитие малых ГЭС в Кыргызстане» реализуется Правительством Кыргызской Республики с 2010 г и предусматривает ускорение процесса устойчивой выработки электричества малыми ГЭС (МГЭС) в Кыргызстане за счет инвестиции 20 млн. дол. США в частный сектор и за счет внедрения конкурентного частного энергосектора в электрические сети КР. Проект финансируется Глобальным экологическим фондом и программой развития ООН в Кыргызской республике. Официально проект начат в июне 2010 г после подписания Правительством КР и Постоянным координатором ООН проектного документа. Основными исполнительными партнерами являются Министерство энергетики и промышленности, Государственное агентство охраны окружающей среды и лесного хозяйства при ПКР, Дирекция по развитию малой и средней гидроэнергетики, Общественный фонд «Центр развития ВИЭ и энергоэффективности».



Рисунок 4. Установка автономной солнечной станции

Поставщики ВИЭ: согласно полученным ответам от поставщиков, самые ранние поставки ВИЭ начались с 2002 г и что интересно, это были тепловые насосы и биогазовые установки в Иссык-Кульской области; а с 2014 г начались собственные разработки и тестирование гидроагрегатов и ветрогенераторов. В Кыргызстан ВИЭ технологии завозят из таких стран как Россия, КНР и Турция. Количество установленных ВИЭ технологий в период с 2010 по 2022 гг. варьирует между двумя и более 500 объектами. Основной мотивацией для поставщиков ВИЭ установок являются интерес к инновационным технологиям, большой спрос на зеленые технологии, забота об окружающей среде и природных ресурсах, также они отмечают, что данный бизнес является для них рентабельным и актуальным на сегодняшний день. В то же время, более 40% респондентов отметили, что низкие тарифы на электроэнергию сдерживают активное развитие ВИЭ в Кыргызстане (Рисунок 5).

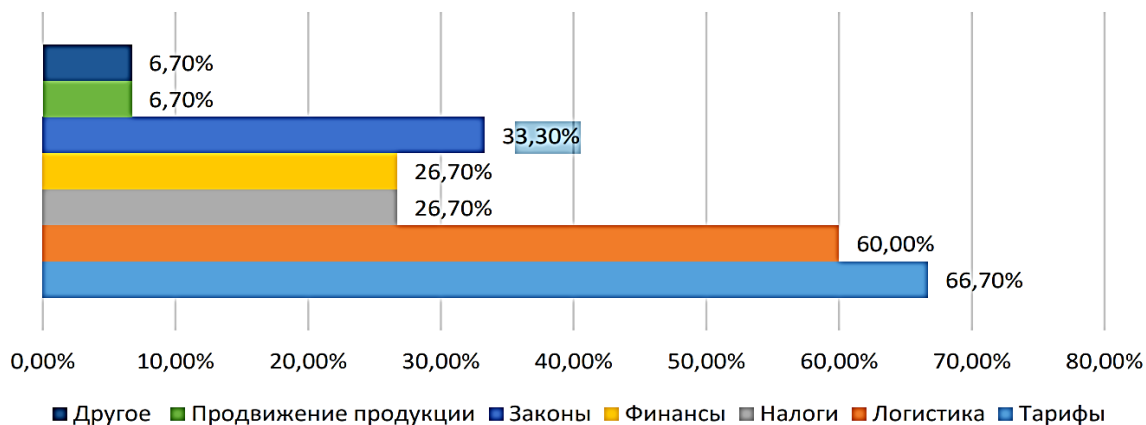


Рисунок 5. Барьеры, препятствующие развитию ВИЭ в Кыргызстане

Кыргызстан является страной с самым низким тарифом на электричество за счет государственных субсидий и это приводит местные энергокомпании в затруднительное положение в плане содержания инфраструктуры и полноценного обеспечения электричеством всю страну. Международное агентство по ВИЭ (IRENA) отмечает, что восточные страны как Япония, Китай и Вьетнам применяют на практике программу «зеленых» тарифов, в котором четко прописаны условия и тарифы покупок энергии от ВИЭ и применяется такой подход в более чем 80 странах на сегодняшний день. Также IRENA утверждает, что один лишь тариф не может быть выходом из ситуации, так как требуется более комплексная реформа политической,

правовой и институциональной среды. Среди респондентов, почти все поставщики ВИЭ занимаются установкой солнечных панелей, солнечных коллекторов и тепловых насосов. На основе своей практики, поставщики ВИЭ технологий также отмечают, что в их клиентской базе больше интересующихся лиц, и часто, эти лица становятся реальными клиентами (Рисунок 6).

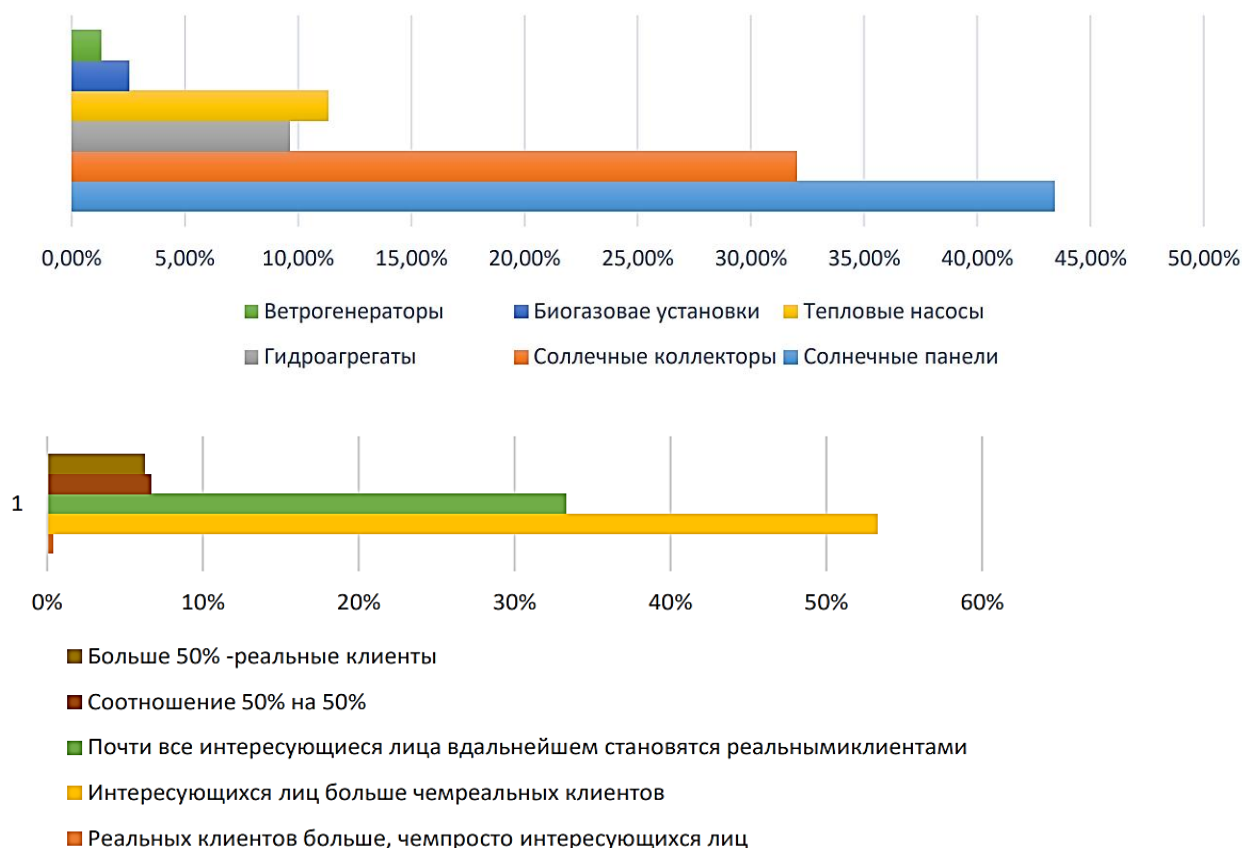


Рисунок 6. Спрос на ВИЭ технологии согласно опросу

Повышенная заинтересованность в ВИЭ установках в корреляции с малым количеством практикующих, говорит о недостаточном количестве мотивационных инструментов для пользователей ВИЭ и слабой информированностью среди населения о возможных экономических выгодах в долгосрочном плане и экологической пользе в ближайшем будущем.

### Вывод

Успешное внедрение ВИЭ требует комплексного подхода, включающего развитие систем хранения энергии, умных сетей и цифровых технологий для управления энергопотоками. Наиболее перспективным является диверсифицированное использование различных видов ВИЭ, адаптированных к местным климатическим и географическим условиям. Государственная поддержка, нормативно-правовое регулирование и рыночные механизмы играют решающую роль в ускорении перехода на ВИЭ. Научная новизна заключается в разработке и совершенствовании новых материалов для более эффективного преобразования энергии (например, перовскитные солнечные элементы), усовершенствовании алгоритмов прогнозирования выработки ВИЭ, оптимизации систем хранения энергии с использованием ИИ, а также в разработке гибридных энергосистем.

*Список литературы:*

1. Пальц В. Триумф солнечного века. Революция возобновляемых источников. ЛитРес, 2019.
2. Турдуев И. Э., Жусубалиева А. Ж., Турапов А., Мамбет уулу Б. Инновационнопроизводственный комплекс на основе возобновляемых источников энергии // Бюллетень науки и практики. 2025. Т. 11. №2. С. 158-162. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/111/20>
3. Турдуев И. Э., Осмонов Ы. Д., Абдыразакова С. Б. Перспективы и значение возобновляемых источников энергии // Бюллетень науки и практики. 2025. Т. 11. №4. С. 121-128. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/113/17>
4. Турдуев И. Э., Абдыразакова С. Б., Балтабаева Ж. Э., Мамбет уулу Б. Разработка методики использования возобновляемых энергоресурсов // Бюллетень науки и практики. 2025. Т. 11. №4. С. 129-137. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/113/18>
5. Turduev I., Abdiraeva N., Mamatova V., Aitbai kyzy A. Development of wind energy and solar energy // E3S Web of Conferences. EDP Sciences, 2025. V. 614. P. 01007. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202561401007V>

*References:*

1. Pal`cz, V. (2019). Triumf solnechnogo veka. Revolyuciya vozobnovlyayemy`x istochnikov. (in Russian).
2. Turduev, I., Zhusubaliev, A., Turapov, A., & Mambet uulu, B. (2025). Innovative Production Complex Based on Renewable Energy Sources. *Bulletin of Science and Practice*, 11(2), 158-162. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/111/20>
3. Turduev, I., Osmonov, Y., & Abdyrazakova, S. (2025). Prospects and Importance of Renewable Energy Sources. *Bulletin of Science and Practice*, 11(4), 121-128. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/113/17>
4. Turduev, I., Abdyrazakova, S., Baltabayeva, J., & Mambet uulu, B. (2025). Development of a Methodology for Using Renewable Energy Resources. *Bulletin of Science and Practice*, 11(4), 129-137. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/113/18>
5. Turduev, I., Abdiraeva, N., Mamatova, V., & Aitbai kyzy, A. (2025). Development of wind energy and solar energy. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 614, p. 01007). EDP Sciences.

*Поступила в редакцию*  
19.03.2026 г.

*Принята к публикации*  
27.03.2026 г.

*Ссылка для цитирования:*

Турдуев И. Э., Абдыраева Н. Р., Мамбет уулу Б., Тороканов О. Будущее интеллектуальных энергосистем, вызовы и возможности для интеграции возобновляемой энергетики // Бюллетень науки и практики. 2026. Т. 12. №6. С. 193-200. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/127/23>

*Cite as (APA):*

Turduev, I., Abdiraeva, N., Mambet uulu, B., & Torokanov, O. (2026). The Future of Intelligent Energy Systems, Challenges and Opportunities for Integrating Renewable Energy. *Bulletin of Science and Practice*, 12(6), 193-200. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/127/23>