

УДК 581-9:586:623  
AGRIS F40

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/85/16>

## ФИТОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЬЮ И НЕФТЕПРОДУКТАМИ НА АПШЕРОНСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ (АЗЕРБАЙДЖАН)

©*Гурбанов Э. М.*, член-корр. НАН Азербайджана, д-р биол. наук, Бакинский государственный университет, г. Баку, Азербайджан, [elshad\\_g@rambler.ru](mailto:elshad_g@rambler.ru)  
©*Ибрагимов Ш. И.*, Бакинский государственный университет, г. Баку, Азербайджан  
©*Гусейнова Г. З.*, канд. биол. наук, Бакинский государственный университет, г. Баку, Азербайджан, [humirahuseynova@bsu.edu.az](mailto:humirahuseynova@bsu.edu.az)

## PLANT ECOLOGICAL RESEARCH FOR THE BIOREMEDIATION FROM POLLUTION BY OIL AND OIL PRODUCTS IN ABSHERON PENINSULA (AZERBAIJAN)

©*Gurbanov E.*, Corresponding member of Azerbaijan NAS, Dr. habil., Baku State University, Baku, Azerbaijan, [elshad\\_g@rambler.ru](mailto:elshad_g@rambler.ru)  
©*Ibragimov S.*, Baku State University, Baku, Azerbaijan  
©*Huseynova Kh.*, Ph.D., Baku State University, Baku, Azerbaijan

*Аннотация.* В Азербайджане необходимо научно изучить плодородие загрязненных грунтовыми водами почв и восстановление растительности, а также выгоды, получаемые от добычи нефти и нефтепродуктов. В настоящее время при добыче нефти почвы подвергаются деградации из-за антропогенного и техногенного воздействия, угнетаются некоторые виды флоры. С этой целью весьма актуальным является проведение фитоэкологических исследований вокруг скважин, эксплуатируемых на нефтяных месторождениях. Впервые фитоэкологические исследования были проведены на нефтяном месторождении Пираллахи Нефтегазодобывающего управления «Апшероннефть» государственной нефтяной компании Азербайджанской Республики. Выявление нефтезагрязненных земель и площадей под грунтовыми водами в эксплуатационных зонах нефтегазодобывающих управлений на Апшеронском полуострове в «Комплексном плане мероприятий по улучшению экологической ситуации в Азербайджанской Республике на 2006–2010 годы», утвержденном Указом Президента Азербайджанской Республики от 28 сентября 2006 года, отражено при подготовке крупномасштабной экологической карты Апшеронского полуострова.

*Abstract.* In Azerbaijan, it is necessary to study scientifically the fertility of groundwater contaminated soils and the restoration of vegetation, as well as the benefits derived from underground oil and petroleum products. For this purpose, it is a very urgent issue to carry out phytocological studies around the wells operated in oil fields. In modern times, when petroleum products are extracted, soils are subject to degradation due to anthropogenic and technogenic effects and some species of our flora have been oppressed. For the first time, phytocological studies were carried out by us in the Pirallahi Oil and Gas Extraction Department of Absheron Neft State Oil Company of the Republic of Azerbaijan. Determination of oil-contaminated lands and areas under groundwater in the operational zones of oil and gas extraction departments on the Absheron Peninsula in the “Comprehensive Plan of Action for Improvement of the Environmental Situation in the Republic of Azerbaijan for 2006-2010” approved by order of the President of the Azerbaijan Republic dated September 28, 2006 and the preparation of a large-scale ecological map of the Absheron peninsula was demonstrated.

*Ключевые слова:* биоремедиация, растительные сообщества, битум, ландшафт.

*Keywords:* bioremediation, plant communities, bitumen, landscape.

### *Введение*

В настоящее время рекультивация полезных ископаемых, извлекаемых из-под земли, в том числе почв, загрязненных при добыче нефти и газа (на технической и биологической стадии), имеет экономическое и экологическое значение. В связи с этим требуется проведение научных исследований по восстановлению плодородия почв и растительности, загрязненных нефтесодержащими отходами (минерализованными водами) в Азербайджане [1, 4, 7, 9]. На территории республики площадь нефтезагрязненных территорий, связанных с антропогенной и техногенной деградацией земель, составляет 12 000 га [10]. Загрязненные нефтью и нефтепродуктами почвы в Азербайджане распространены на обширной территории Апшеронского полуострова. Нефтезагрязненных земель различной степени 21,3 тыс га, из них 10,1 тыс га — загрязненные или подземные воды, 8 тыс га — загрязненные водоемы. Эти земли тянутся с запада полуострова, начиная с севера Гарадагского цементного завода, в виде узкой полосы до острова Пираллахи; многолетняя эксплуатация нефтяных месторождений в этих районах вызвала глубокие техногенные изменения окружающей среды и ее природного ландшафта [2, 6].

В результате экологических исследований, проведенных учеными-исследователями, разработана классификация почв и растительности, загрязненных нефтью и нефтеминерализованными водами на Апшеронском полуострове и предложены фитоэкологические мероприятия по их рекультивации [4, 7, 12, 13].

Почвы, загрязненные водой, минерализованной нефтепродуктами, встречались в основном в окрестностях нефтяных месторождений в Хазарском, Сураханском, Сабунчинском, Бинагадинском и Гарадагском районах, в том числе здесь нефтезагрязненный почвенно-растительный покров Апшеронский нефтеперерабатывающий завод — Пираллахи, Н. З. Тагиевский НПЗ — Гала, Бибиэйбат зарегистрирована на имя Амирова — Локбатан и НГДУ «Балаханнефть» — Балаханское месторождение.

По данным акад. Г. С. Мамедова и исследователя Н. Ф. Хакимовой [7], в Бинагадинском районе 774 га, в Сабунчинском районе 29700 га, в Сураханском районе 1415 га являются нефтезагрязненными землями на Апшеронском полуострове.

На Апшеронском полуострове имеется 21,3 тыс га деградированных (загрязненных) земель, нуждающихся в рекультивации, из них 19,4 тыс га в связи с загрязнением нефтью и нефтепродуктами [7].

В зависимости от степени загрязнения (очень слабая, слабая, низкая, средняя, высокая, очень высокая, сильная) почвы нефтью и нефтепродуктами, их воздействие на растения в фитоценозах в окружающей среде также различное [4, 6].

На Апшеронском полуострове растительность наблюдалось на землях, эксплуатируемых нефтедобывающими организациями, на участках, освобожденных от эксплуатации, на почвах серо-бурого типа, не полностью освоенных. В зависимости от почвенно-климатических условий (особенно природных условий) полуострова растительность в районе нефтяных месторождений значительно изрежилась, а видовой состав уменьшился; индикаторами здесь являются ксерофиты и галофиты (эколого-геоботаническое описание №1).

Эколого-геоботаническое описание №1

(средняя высота травяного покрова составляет 10–30 см, общее покрытие проекта составляет 40–70%, охватывает окрестности нефтяной скважины) от 15 ноября 2021 г.

Виды	Экологические группы	Баллы	Класс (проективное покрытие)	Фенология
<i>Halocnemum strobilaceum</i> (Pall.) M. Bieb.	галофит	2–3	II (40)	цветение
<i>Tamarix ramosissima</i> Ledeb.	мезоксерофит	1–2	I (120)	вегетация
<i>Nitraria schoberi</i> L.	ксерофит	1	I (100)	вегетация
Полукустарниковые травы				
<i>Salsola dendroides</i> Pall.	мезоксерофит	1–2	II (70)	цветение
Многолетние травы				
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	мезофит	1–2	III (20)	вегетация
Однолетние травы				
<i>Petrosimonia brachiata</i> (Pall.) Bunge	галофит	3–4	III (30)	цветение
<i>Climacoptera crassa</i> M. Bieb.	галофит	1–2	III (25)	цветение
<i>Gamanthus pilosus</i> (Pall.) Bunge	галофит	1–2	III (10)	цветение
<i>Plantago arenaria</i> Waldst. & Kit.	галофит	1	III (5)	вегетация

Объект исследования

Апшеронское нефтяное месторождение Пираллахи расположено на берегу Каспийского моря. В ходе исследований были проведены фитоэкологические или эколого-геоботанические описания вокруг нефтяных скважин осенью и весной 2020–2021 гг. Здесь чистые и загрязненные нефтью растения являются гербарием. Регистрировали видовой состав и структуру растительности.

Тип галофитной пустынной растительности — формирование сардино-злаковой (*Halocnemeta-Petrosimonietum*), видовой состав и структура густой сардино-брахиатной (*Halocnemeta strobilaceum* — *Petrosimonietrum brachiata*) является ассоциации с доминированием *Petrosimonia brachiata* (Pall.) Bunge. Нефтяное месторождение Пираллахи — Прикаспийское побережье залегает битуминизированными серо-бурыми грунтами, не полностью развитыми.

В видовом составе сарсазан разветвленный осоковой (*Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M. Bieb., *Petrosimonia brachiata* (Pall.) Bunge) ассоциации насчитывается 9 видов высших (цветковых) растений, из них — 3 вида (33,3%) по экоморфологической классификации — кустарники, 1 тип (11,1%) — полукустарнички, 1 вид (11,1%) — многолетние травы и 4 вида (44,5%) — однолетние травы; среди этих видов 5 видов (55,6%) — галофиты, 1 вид (11,1%) — ксерофиты, 2 вида — мезоксерофиты (22,2%) и 1 вид — мезофиты (11,1%).

По фитоценологической структуре этой ассоциации первый ярус или ярус составляют *Tamarix ramosissima* Ledeb., соргилия Шобера (*Nitraria schoberi* L.).

Во II ярусе — сорго древовидное или терновник (*Salsola dendroides* Pall.), сарсазан или терн (*Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M. Bieb.).

В III ярусе отмечены *Petrosimonia brachiata* (Pall.) Bunge, *Climacoptera crassa* M. Bieb., *Gamanthus pilosus* (Pall.) Bunge и подорожник песчаный (*Plantago arenaria* Waldst. & Kit.).

Виды, связанные со структурой ассоциации, изучались различными методами [8, 13]. Гербарий, собранный на нефтяном руднике Пираллахи, передан в Гербарный фонд кафедры ботаники и физиологии растений Бакинского государственного университета.

Фитоэкологические методы использованы при изучении прибрежной растительности галофитной пустыни на исследовательском объекте (нефтяной рудник Пираллахи) [1, 5].

Выполнен геоботанический или фитоценологический анализ в результате систематизации растений, собранных в ходе полевых исследований на маршруте. При изучении на нефтяном месторождении (площадь 10×10 м<sup>2</sup>) отмечены: петросимония раскидистая (*Petrosimonia brachiata* (Pall.) Bunge), сарсазан шишковатый (*Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M. Bieb.) и др. Распространение галофитных видов свидетельствует о сильном загрязнении почвы и растительности мазутом и битумом [6, 12, 13].

### Результаты и анализ

В результате фитоэкологических исследований, проведенных в районе Апшеронского полуострова, а также в районе нефтяных месторождений Пираллахи, разработана классификация почвенно-растительного загрязнения местности нефтью и нефтепродуктами и минерализованными водами по типам, формациям (Таблица 1). Подготовлены мероприятия по рекультивации загрязненных почв [4, 7, 12, 13].

Для повышения плодородия покрытых почв важно и микробиологическое очищение. Также эффективность биологической рекультивации зависит от влаго- и водоаккумулирующих свойств почвы, наличия в зернистом составе нефтезагрязненных почв токсичных веществ, углеводов, битуминозных веществ и ряда экологических показателей [3, 7].

При биологической рекультивации (после этапа технической рекультивации) получены положительные результаты по посадке деревьев и кустарников, адаптирующихся к экологическим показателям на нефтезагрязненных землях [5, 12]. Следует учитывать степень загрязнения почв нефтепромыслов скважинными и минерализованными водами, а также состав и структуру растительности [4, 6]

Таблица 1

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ,  
ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВЛИЯНИЕМ БОРЕАЛЬНЫХ И МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОД

Степень загрязнения	Источники нарушения	Остаточные вещества	Экологические последствия	Внешний вид поверхности
Слабое	жидкости смыты в скважину	Битумные вещества, до 1%	Проектное покрытие, до 70% (естественный растительный покров)	—
Среднее	промываемые жидкости, газовый конденсат	Битумные вещества, до 2,5%	Группировка растений изреживания (присутствие индикатора на засоленных почвах)	Беловато-коричневые пятна
Сильное	смываемые вещества, масло	Сульфатно-соленый (сухой остаток < 1%), битуминозные вещества < 3,7%	Частичное прореживание растительности	Появление масляных пятен
Очень сильное	сброс (сильноминерализованной) воды в случае аварии	Сульфатно-хлорное засоление, сухой остаток > 1%), битуминозные вещества > 5%	Полная потеря растительности	Затопление поверхности почвы нефтью и минерализованной водой

**Предложения:** при биологической рекультивации почв, загрязненных минерализованными водами нефтью и нефтепродуктами на территории Апшеронского полуострова, рекомендуется использовать следующие деревья и кустарники (Таблица 2).

Таблица 2

**ПРАВИЛА ПОЛИВА ДЕРЕВЬЕВ И КУСТАРНИКОВ И НОРМЫ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ, ПОДЛЕЖАЩИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ**

Деревья и кустарники	Коллективная схема, (гол)	Объем бака м <sup>3</sup>	Метод колебаний	Количество га/шт.	Органоминеральные и минеральные удобрения				
					Навоз или компост т/га	Транзитные наносы рек, т/га	Фосфорное удобрение, кг/га	Калийные удобрения кг/га	
Ива южная	2,0×1,5	0,03	смешанный туей	с	3300	20	30	90	120
Акация белая	2,0×1,0	0,04	—		3300	15	25	90	100
Платан восточный	2,0×1,5	0,06	смешанный кустом бирючины	с	3300	15	20	70	90
Чайное дерево	2,0×1,5	0,04	один ряд разными сортами	с	3300	20	30	90	120
Маслина европейская	2,5×1,5	0,05	один ряд		2600	20	30	90	120

Как видно из Таблицы 2, для биологической рекультивации почв, загрязненных нефтью и нефтеминерализованными водами данного рудника, рекомендуются следующие деревья и кустарники: ива южная (*Salix australis*), акация белая (*Robinia pseudoacacia*), платан восточный (*Platanus orientalis*), лох узколистный, маслина европейская (*Olea europaea*).

**Предложения:** Для достижения положительного результата при биологической рекультивации техногенно загрязненных территорий нефтяных месторождений Апшеронского полуострова целесообразно проводить фитоэкологические мероприятия в следующем порядке: рекультивированный; учет и оценка агрохимических, водных, физических и мелиоративных свойств почвы; обеспечение органическими, минеральными и местными минеральными удобрениями участков лесоразведения перед распашкой по правилам и нормам, указанным в Таблице 2; глубина 25–30 см должна быть вспахана, растительность деревьев и кустарников; рытье котлованов согласно нормативным требованиям; проведение агротехнических мероприятий для рассады (полив, меры против сорняков, рыхление). Таким образом, для обеспечения нормального развития вновь посаженных деревьев и кустарников и эффективности лесоразведения в районе нефтяных месторождений Апшеронского полуострова рекомендуется проводить агротехнические мероприятия сроком на три года. Поэтому в результате биологической мелиорации вновь созданные лесные полосы составляют около 3 лет [13].

Итак, восстановление плодородия и растительности почвы, загрязненной нефтью и нефтепродуктами на нефтепромыслах Апшеронского полуострова, является весьма актуальной проблемой, и при реализации вышеизложенных предложений можно будет создать основу для восстановления растительности на почве, загрязненной нефтяными месторождениями. Реализация этой задачи, в свою очередь, означает повышение плодородия

техногенно деградированных земель на территории полуострова и очищение окружающей среды.

*Список литературы:*

1. Комплексный план мероприятий по улучшению экологической ситуации в Азербайджанской Республике на 2006-2010 годы. Баку, 2006. С. 4.
2. Рекомендации по технической и биологической рекультивации бросовых нефтезагрязненных земель Азербайджанской ССР. Баку, 1989. 37 с.
3. Осгаров Ф., Исмаилов Н. Опыт рекультивации нефтезагрязненных земель в Азербайджане // Энергетический эколого-экономический журнал. 2001. С. 7-8.
4. Гурбанов Э. М., Ахундова А. А., Джаббаров М. Т. Восстановление растительности и биологическая рекультивация почв, загрязненных нефтяными отходами. Баку, 2010. С. 386-390.
5. Ягубов Г. Ш. Исследование генетических особенностей и пути рекультивации техногенно-нарушенных земель Азербайджанской Республики. Баку, 2003. 203 с.
6. Раджабова С. А. Экологическая модель плодородия серобурых орошаемых почв под маслиновыми плантациями Апшеронского полуострова: автореф. ... канд. с.-х. наук. Баку, 1994. 23 с.
7. Мамедов Г. Ш., Хакимова Н. Ф. Экологические показатели нефтезагрязненных почв Апшеронского полуострова // Научные труды института почвоведения и агрохимии НАНА. 2002. С. 326-330.
8. Мамедов Т. С., Оседов Х. Х., Гасанова М. Ю. Изучение растительности техногенно загрязненных территорий Хазарского и Пираллахинского районов // Известия НАНА (Биологические и медицинские науки). 2014. Т. 69. №3. С. 69-73.
9. Инструкция по составлению экологической карты техногенно нарушенных земель и написанию пояснительного листа. Баку, 2011. 485 с.
10. Техногенное нарушение почв (Масштаб 1:500 000). Экологический атлас Азербайджанской Республики. Баку, 2009. 82 с.
11. Флора Азербайджана. Баку: Изд-во Акад. наук АзССР, 1950-1961.
12. Ягубов Г. С., Агагулиев И. М. Значение растений при регулировании земель, загрязненных нефтью и нефтезагрязненными минерализованными водами // Энергетика, экология, экономика: VIII Бакинский международный конгресс. Баку, 2005. С. 424-426.
13. Gurbanov E. M., Akhundova A. A. Phytoecological indicators for biological recultivation of soils polluted with oil in the Absheron peninsula // Biosystems Diversity. 2009. V. 2. №17. P. 3-8.

*References:*

1. Kompleksnyi plan meropriyatii po uluchsheniyu ekologicheskoi situatsii v Azerbaidzhanskoi Respublike na 2006-2010 gody (2006). Baku. (in Azerbaijani).
2. Rekomendatsii po tekhnicheskoi i biologicheskoi rekul'tivatsii brosovykh neftezagryaznennykh zemel' Azerbaidzhanskoi SSR (1989). Baku. (in Russian).
3. Osgarov, F., & Ismailov, N. (2001). Opyt rekul'tivatsii neftezagryaznennykh zemel' v Azerbaidzhane. *Energeticheskii ekologo-ekonomicheskii zhurnal*, 7-8. (in Azerbaijani).
4. Gurbanov, E. M., Akhundova, A. A., & Dzhabbarov, M. T. (2010). Vosstanovlenie rastitel'nosti i biologicheskaya rekul'tivatsiya pochv, zagryaznennykh neftyanymi otkhodami. Baku, 386-390. (in Azerbaijani).
5. Yagubov, G. Sh. (2003). Issledovanie geneticheskikh osobennostei i puti rekul'tivatsii tekhnogenno-narushennykh zemel' Azerbaidzhanskoi Respubliki. Baku. (in Azerbaijani).

6. Radzhabova, S. A. (1994). Ekologicheskaya model' plodorodiya seroburykh oroshaemykh pochv pod maslinovymi plantatsiyami Apsheronского полуострова: avtoref. ... kand. s.-kh. nauk. Baku. (in Russian).
7. Mamedov, G. Sh., & Khakimova, N. F. (2002). Ekologicheskie pokazateli neftezagryaznennykh pochv Apsheronского полуострова. *Nauchnye trudy instituta pochvovedeniya i agrokhimii NANA*, 326-330. (in Azerbaijani).
8. Mamedov, T. S., Osedov, Kh. Kh., & Gasanova, M. Yu. (2014). Izuchenie rastitel'nosti tekhnogenno zagryaznennykh territorii Khazarsкого i Pirallahinskого raionov. *Izvestiya NANA (Biologicheskie i meditsinskie nauki)*, 69(3), 69-73. (in Azerbaijani).
9. Instruksiya po sostavleniyu ekologicheskoi karty tekhnogenno narushennykh zemel' i napisaniyu poyasnitelnogo lista (2011). Baku. (in Azerbaijani).
10. Tekhnogennoe narushenie pochv (Masshtab 1:500 000). Ekologicheskii atlas Azerbaidzhanskoi Respubliki (2009). Baku. (in Azerbaijani).
11. Flora Azerbaidzhana (1950-1961). Baku. (in Russian).
12. Yagubov, G. S., & Agaguliev, I. M. (2005). Znachenie rastenii pri regulirovanii zemel', zagryaznennykh nef'tyu i neftezagryaznennymi mineralizovannymi vodami. In *Energetika, ekologiya, ekonomika: VIII Bakinskii mezhdunarodnyi kongress*, Baku, 424-426. (in Azerbaijani).
13. Gurbanov, E. M., & Akhundova, A. A. (2009). Phytoecological indicators for biological recultivation of soils polluted with oil in the Absheron peninsula. *Biosystems Diversity*, 2(17), 3-8. (in Azerbaijani).

Работа поступила  
в редакцию 11.11.2022 г.

Принята к публикации  
19.11.2022 г.

*Ссылка для цитирования:*

Гурбанов Э. М., Ибрагимов Ш. И., Гусейнова Г. З. Фитоэкологические исследования для биологической рекультивации почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами на Апшеронском полуострове (Азербайджан) // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №12. С. 126-132. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/85/16>

*Cite as (APA):*

Gurbanov, E., Ibragimov, S., & Huseynova, Kh. (2022). Plant Ecological Research for the Bioremediation From Pollution by Oil and Oil Products in Absheron Peninsula (Azerbaijan). *Bulletin of Science and Practice*, 8(12), 126-132. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/85/16>