

Науки о Земле
Оригинальная статья
УДК 622.61:551.3

DOI: 10.21177/1998-4502-2023-15-4-833-841

Мониторинг загрязнения почвенного покрова нефтепродуктами и разработка способа его рекультивации

Маржан Б. Нурпеисова¹, Бакытжан Ж. Бурханов², Наталия А. Федотенко³, Есенжол А. Назаров⁴

¹Satbayev University, г. Алматы, 050013, Республика Казахстан, info@satbayev.university

²Западно Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, г. Уральск, 090000, Республика Казахстан, zapkazatu@wkau.kz

³Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н. В. Мельникова Российской академии наук, г. Москва, 111020, Россия, ipkon-dir@ipkonran.ru

⁴Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г. Кызылорда, 120000, Республика Казахстан, ksu@korkyt.kz

Аннотация

Приведены результаты мониторинга техногенной нагрузки на природную среду в условиях месторождения Кумколь вследствие деятельности нефтедобывающих предприятий Казахстана.

Показано, что на территории Кызылординской области в результате производственной деятельности ряда крупных нефтедобывающих предприятий накопились огромные количества нефтесмазанных грунтов, существенно загрязняющих окружающую природную среду. Установлены и оценены наиболее проблемные экологические ситуации загрязнения земельных ресурсов при аварийном разливе нефти и нефтепродуктов в процессе добычи и транспортировки нефти. Разработана технология биорекультивации замазанных земель с использованием биопрепаратов на основе отходов растительного и пищевого происхождения. Научная новизна предлагаемого способа рекультивации замазанных почвогрунтов подтверждена патентом Республики Казахстан, что подтверждает научно-практическую значимость работы.

Результаты исследований могут быть полезными при рекультивации загрязненных нефтью земель других регионов и восстановлении их растительного покрова.

Ключевые слова: нефтяные месторождения, разработка, нефтепродукты, разлив нефти, загрязнение почвы, природная среда, биорекультивация, «биошел».

Благодарность / Финансирование: Настоящее исследование выполнено в рамках грантового финансирования Министерства науки и высшего образования РК BR21882292 «Интегрированное развитие устойчивой строительной отрасли: инновационные технологии, оптимизация производства, эффективное использование ресурсов и создание технологического парка».

Для цитирования: Нурпеисова М. Б., Бурханов Б. Ж., Федотенко Н. А., Назаров Е. А. Мониторинг загрязнения почвенного покрова нефтепродуктами и разработка способа его рекультивации // Устойчивое развитие горных территорий. 2023. Т. 15, № 4. С. 833–841. DOI: 10.21177/1998-4502-2023-15-4-833-841.

Получена редакцией 02.09.2023; получена после рецензии 03.10.2023; принята к печати 05.11.2023.

Earth and Planetary Sciences
Original article

Assessment of oil waste as a source of environmental pollution and as a source of secondary raw materials

Marzhan B. Nurpeisova¹, Bakytzhan Zh. Burkhanov², Natalia A. Fedotenko³, Essenzhol A. Nazarov⁴

¹Satbayev University, Almaty 050013, Republic of Kazakhstan, info@satbayev.university

²Zhangir Khan Agrarian Technical University, Uralsk 090000, Republic of Kazakhstan, zapkazatu@wkau.kz

³Research Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources (IPKON), Moscow 111020, Russia, ipkon-dir@ipkonran.ru

⁴Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda 120000, Republic of Kazakhstan, ksu@korkyt.kz

Abstract

Introduction. Oil waste has a high degree of toxicity and poses a great danger to humans and to the natural environment as a whole. One of the most acute problems is the negative impact of oily waste. The negative impact

of petroleum products on the soil can lead to irreversible changes in the chemical composition, physical biochemical and microbiological properties of the soil, which determine, among other things, its fertility. The main potential sources of soil pollution with oil and petroleum products include ground vehicles, oil storage facilities, oil refining enterprises, as well as transport transporting petroleum products. The study of the physico-chemical properties of ash and slag waste to reduce the anthropogenic load on the environment.

In Kazakhstan, as a result of the production activities of a number of large oil-producing enterprises, huge amounts of oil-and-oil soils have accumulated, significantly polluting the environment. The areas of polluted lands continue to increase as a result of emergency oil spills. Therefore, on the territory of the Kumkol oil field, it is very relevant to conduct environmental monitoring of soil pollution and carry out reclamation measures to restore land fertility.

The purpose of the research. Environmental monitoring in the conditions of development of the Kumkol deposit and the development of an effective technology for the reclamation of contaminated lands through the use of highly effective biological products to reduce the anthropogenic load on the natural environment.

Research materials. For the research, samples of smeared soils of various sites of the Kumkol deposit of the Kyzylorda region of Kazakhstan were used.

Research methods. The choice of soil monitoring methods was carried out taking into account the available sources of pollution and types of soil pollution: chemical, biochemical, biochemical, microbiological, etc. The analysis of existing methods of ecological monitoring of soils shows that due to the high cost and technological complexity, the use of a number of them is limited. Therefore, an effective approach to determine the degree of contamination of soils with petroleum products is the use of bioindication and biotesting methods.

Research results and discussion. As a result of the environmental monitoring, the technology of recultivation of polluted lands was developed using a biological product obtained by composting rice husks with the help of aerobic and anaerobic soil microorganisms. The scientific novelty of the proposed method of recultivation of contaminated soils is confirmed by the patent of the Republic of Kazakhstan, which confirms the scientific and practical significance of the work. The results of the research can be useful in the reclamation of oil-contaminated lands in other regions and the restoration of their vegetation cover.

Conclusion. The monitoring of soil pollution by oil and petroleum products shows that the main potential sources include ground transportation facilities, oil storage facilities, oil refineries and transport, which first brings petroleum products.

The developed technology of biorecultivation, firstly, reduces the anthropogenic load on the soil surface due to the biodegradation of oil spills, and, secondly, at the same time, the disposal of spilled oil in the form of vermicompost is carried out. In the work, for the first time on the basis of the application of a new technology for the reclamation of contaminated land resources using a biological product obtained from waste of plant and food origin, a new approach to the problem of utilization of oil-contaminated soils and restoration of their fertility, with the production of vermicompost, is proposed.

Suggestions for practical application. A new approach to the problem of utilization of oil-contaminated soils and restoration of their fertility, with the production of vermicompost, is proposed, which can be useful in solving environmental problems in other oil-producing regions of Kazakhstan.

Keywords: thermal power plant, ash and slag waste, physico-chemical properties, technology, asphalt concrete.

Acknowledgment / Funding: This study was carried out within the framework of grant funding from the Ministry of Science and of Higher Education of the Republic of Kazakhstan BR21882292 – “Integrated development of sustainable construction industries: innovative technologies, optimization of production, effective use of resources and creation of technological park”.

For citation: Nurpeisova M. B., Burkhanov B. Zh., Fedotenko N. A., Nazarov E. A. Assessment of oil waste as a source of environmental pollution and as a source of secondary raw materials. *Sustainable Development of Mountain Territories*. 2023;15(4):833-841. (In Russ.). DOI: 10.21177/1998-4502-2023-15-4-833-841.

Received by the editors 02.09.2023; received after the review 03.10.2023; accepted for printing 05.11.2023.

Введение

Одной из серьезных проблем охраны окружающей среды при разработке нефтяных месторождений является ликвидация последствий нефтяного загрязнения почвы. Загрязнение почвы нефтепродуктами нарушает ее экологическое состояние и деформирует естественную структуру биогеоценозов [1–4].

На территории Кызылординской области Казахстана в результате производственной деятельности ряда крупных нефтедобывающих предприятий накопились

огромные количества нефтезамазанных грунтов, существенно загрязняющих окружающую природную среду. Это приводит к необратимым изменениям морфологического состава, физико-химических и микробиологических свойств почвенного покрова [5–8].

Для условий месторождения Кумколь наиболее экологически безвредным методом восстановления свойств нефтезагрязненных почв является использование различных биологических добавок и препаратов, активирующих деятельность углеводородокисляющих микроорганизмов. Производится очистка

нефтезагрязненных почв путем микробиологического разрушения содержащихся в них углеводов нефти [9–11]. В связи с этим разработка технологии рекультивации замазученных земель на основе использования дешевых и высокоэффективных биопрепаратов является актуальной задачей.

Цель работы

Разработка эффективной технологии рекультивации замазученных земель путем использования высокоэффективных биопрепаратов для обеспечения нормального функционирования экосистемы в условиях месторождения Кумколь.

Материалы исследований

Для проведения исследований использованы пробы замазученных грунтов различных участков месторождения Кумколь Кызылординской области Казахстана.

Методы исследований

Выбор методов мониторинга почв проводили с учетом имеющихся источников загрязнения и видов загрязнения почв: химических, биохимических, биохимических, микробиологических и др. Анализ существующих методов экологического мониторинга почв показывает, что в силу высокой стоимости и технологической сложности применение ряда из них является ограниченным [12–14]. Поэтому эффективным подходом для определения степени загрязненности почв нефтепродуктами является использование методов биоиндикации и биотестирования.

Результаты исследований и обсуждение

Оценка состояния накопления нефтеотходов на месторождении Кумколь

Во многих работах, посвященных рекультивации загрязненных нефтью земельных участков, рассматривались различные методы использования нефтеотходов в качестве вторичного сырья, при этом только в ограниченных областях применения, в частности, в качестве строительной мастики, гидроизоляционных материалов, дорожном строительстве и т. д. [15; 16]. В то же время дальнейшее накопление нефтеотходов и их отрицательное воздействие на окружающую среду, несомненно, вынуждает искать новые и более перспективные области использования нефтяных отходов. А выбор метода снижения техногенной нагрузки на окружающую среду путем утилизации техногенных отходов с использованием биопрепаратов связан с физико-химической природой и характерными особенностями нефтяных отходов. Это в свою очередь требует выработки индивидуального подхода к решению проблемы утилизации техногенных отходов в зависимости от цели и направления их дальнейшего использования.

Мониторинг за состоянием почвы обеспечивается организацией сети стационарных постов (станций) и проведением на них сезонных замеров. Мониторинг за состоянием почв на месторождении «Кумколь» ведется с периодичностью два раза в год, весной и осенью. Наблюдения за химическим загрязнением почв до глубины 5–20 см – три раза в год, включая летний период. В результате наблюдений фиксируются основные показатели физико-химических свойств почв (химический состав, почвенная вытяжка, механический состав), определяющие их состояние, степень загрязнения нефтепродуктами, тяжелыми металлами, радионуклидами и состояние приземного радиационного фона. На рис. 1 и 2 представлены результаты исследования содержания тяжелых металлов и нефтепродуктов в почвах месторождения Кумколь в летний период года [17–19].

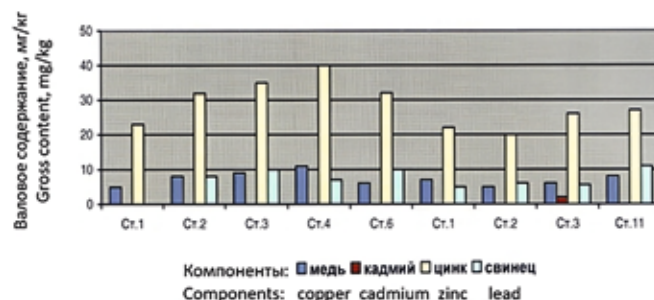


Рис. 1. Содержание тяжелых металлов в почвах месторождения Кумколь

Fig. 1. The content of heavy metals in the soils of the Kumkol deposit

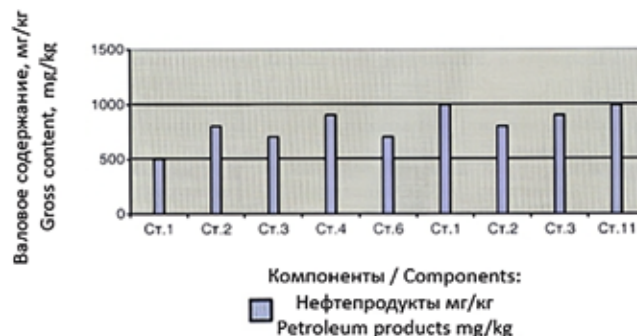


Рис. 2. Содержание углеводородов в почвах месторождения Кумколь

Fig. 2. The content of hydrocarbons in the soils of the Kumkol deposit

Исследования весеннего периода 2020 года показали, что система «почва–растительность» в той или иной мере содержит тяжелые металлы и углеводороды. Валовое содержание тяжелых металлов в почвах имело мозаичную структуру и характеризовалось некоторыми особенностями кумуляции. В весенний период валовое содержание элементов в образцах почвы было в пределах, мкг/г: цинк – 18,09–30,01; медь – 3,09–6,28; кадмий – 0,08–0,23; свинец – 0,50–8,17. В ряде металлов прослеживалась четкая последователь-

ность: цинк – свинец – медь – кадмий. На большинстве разрезов показатели металлов нивелировались. Концентрация углеводородов в большинстве случаев была заключена в пределах от следовых до 0,850 мкг/г сухой почвы [20; 21].

К настоящему времени на месторождении Кумколь в результате аварийных разливов нефти и других нарушений технологического регламента работы накопилось более 15319,34 тонн замазученного грунта, вследствие чего из хозяйственного оборота вышли сотни гектаров земли. Большие нефтеразливы произошли на территории скважины № 2079 и № 17, а также на линии нефтепровода Кумколь-Джусалы. На некоторых нефтезагрязненных участках степень загрязнения превышает ПДК более чем в 1000 раз. Загрязняющие вещества с течением времени включаются в физико-химическую, механическую и биогенную миграцию веществ.

Биорекультивация замазученных земельных ресурсов

Интенсивное развитие добычи и транспортировки нефти неразрывно связано с аварийным разливом нефтепродуктов. Нефтепродукты с места их разлива убираются в виде замазученного грунта и складировываются в специальных санкционированных амбарах. В настоящее время в нефтедобывающих регионах накопились сотни тысяч тонн нефтеотходов, которые продолжают загрязнять окружающую среду вредными выделениями.

В экотоксических исследованиях нефтепродуктов большое значение придается поискам регуляторов процесса самоочищения почвы от нефти путем ускоренной ее деградации. На практике наиболее перспективным направлением очистки нефтезагрязненных почв является биорекультивация замазученных почвогрунтов с использованием биопрепаратов в качестве деструкторов нефти. Преимуществом биохимического метода является экологическая безопасность и низкая стоимость, т. к. для утилизации с помощью микроорганизмов 1 т отходов требуется 50–80 долл., при их закапывании стоимость возрастает до 200 долларов, а при сжигании – до 650 долл./т.

Рекультивационный процесс производили в полевых условиях вблизи скважины № 17, т.е. на участке, где образовался замазученный почвогрунт. Для восстановления плодородия почв в полевых условиях на пилотном участке компостирования в качестве нефтеразрушающих ингредиентов наряду с предлагаемым биопрепаратом «Биошел» используются пищевые отходы АО «Петро Казахстан Кумколь Ресорсиз», что исключает необходимость перевозки многотоннажных нефтеотходов на специальную площадку для их рекультивации. Кроме того, впоследствии восстановленный почвогрунт будет использоваться в качестве биогумуса для выращивания культурных или дико-

растущих растений вблизи месторождения, что будет первым опытным процессом экологизации нефтеотходов на месте их образования.

Были собраны сильно загрязненные нефтепродуктами почвогрунты и забуртованы (рис. 3). Из нефтезагрязненного бурта почвогрунтов отбирали технологические пробы для проведения исследований в лабораторных условиях по биоразрушению нефтепродуктов в почве с использованием предлагаемого биопрепарата.



Рис. 3. Собранные нефтезагрязненные бурты
Fig. 3. Collected oil-contaminated burts

Для рекультивации замазученных почвогрунтов авторами был использован биопрепарат «Биошел», полученный компостированием рисовой шелухи с использованием целлюлозоразрушающих аэробных и анаэробных почвенных микроорганизмов. Биопрепарат «Биошел» является превосходным субстратом для превращения нефтеотходов в биокомпост. Получение биопрепарата «Биошел» из рисовой шелухи является наукоемким процессом. Производство биопрепарата осуществляется на специальных компостных полях вблизи рисоочистительных заводов, где накапливаются огромные запасы рисовой шелухи. Для адаптации микроорганизмов (штаммов) биопрепарата к нефтезагрязненным грунтам в состав препарата добавляется нефть или нефтезагрязненные грунты в дозированных количествах. Адаптированный биопрепарат активно превращает нефтезагрязненные грунты в биокомпост в основном в аэробных условиях. Интенсивность деградации нефтепродуктов в почве главным образом зависит от количества биопрепарата, времени перемешивания, глубины аэрации, температуры и pH среды [22; 23].

Перемешивание замазученного почвогрунта с препаратом «Биошел» и некоторыми ингредиентами, в том числе с рисовой шелухой, семенами дикорастущих растений и наполнителями способствует восстановлению и накоплению в них воздуха и влаги. Накопление влаги и воздуха в нефтезагрязненных почвах создает благоприятные условия для активации аборигенной микрофлоры почвы и ускоренной деградации нефтепродуктов.

Результаты серии опытов показывают, что во всех вариантах эксперимента по мере истечения времени и перемешивания замазученный почвогрунт постепенно теряет резкий запах нефтепродуктов и цвет почвы становится темнее. Во всех опытах без исключения через 4–6 недель почва полностью темнеет и запах нефти исчезает. Эти визуальные и качественные показатели свидетельствуют в пользу того, что биопрепарат «Биошел» является превосходным регулятором почвы, способствующим переводу нефтепродуктов в биокомпост. Используемый биопрепарат, создавая условия для биоразрушения нефтепродуктов, улучшает агрофизическое и агрохимическое состояние почв, вследствие чего восстанавливается ее плодородие. Углеводороды в условиях компостирования под воздействием минерализации и гумификации переходят в биогумус. В целом процесс биоразрушения нефтепродуктов в почве протекает в общем виде по схеме: «*почвогрунт + микроорганизмы (в условиях парникового эффекта) = биокомпост + углекислый газ + тепло*».

Биопрепарат «Биошел» по сравнению с известными импортными биопрепаратами (Деворойл, Биоприн и др.) характеризуется высокой эффективностью восстановления нефтезагрязненных почв благодаря следующим свойствам: высокой скорости деструкции углеводородов; возможности использования препарата в жидком и твердом виде; высокой активности по отношению к нефти; содержанию легкодоступных почвенных микроорганизмов, активно работающих в аэробных и анаэробных условиях [24; 25].

Очистка почв с помощью биопрепарата «Биошел» осуществляется путем смешения нефтеотходов и биопрепарата в соотношении 9:1 при высокой влажности в условиях «парникового эффекта». Смесь укладывают в виде кучи высотой 1,0 м и выше, затем выдерживают в течение одного месяца с периодическим перемешиванием.

Для снижения расходов биопрепарата и повышения эффективности процесса компостирования в качестве бактериальной «закваски» используется свежеполученный биокомпост, содержащий активные микроорганизмы, а также различные отходы, в том числе пищевые.

Лабораторные и укрупненные испытания проводились на нефтеотходах скважины № 17 месторождения Кызылкия АО «Петро Казахстан Кумколь Ресурсиз» (технологическая схема рекультивации замазученных земельных ресурсов приведена на рис. 4).

Полученный в процессе биорекультивации замазученных почвогрунтов биокомпост является превосходным удобрением для получения экологически чистых продуктов питания, что открывает новое перспективное направление в области использования техногенных отходов в качестве вторичного сырья.

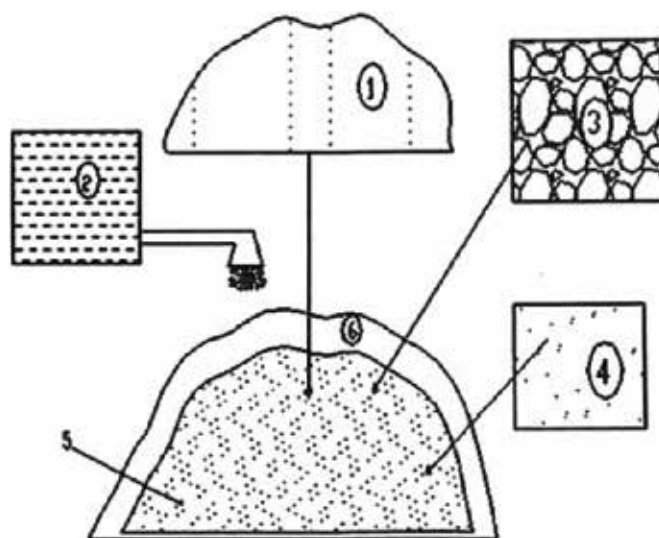


Рис. 4. Технологическая схема биорекультивации замазученного почвогрунта: 1 – замазученный почвогрунт, 2 – вода, 3 – пищевые отходы, 4 – биозакваска «Биошел», 5 – биокомпостирование, 6 – гидрочехол для создания «парникового эффекта»

Fig. 4. Technological scheme of biorecultivation of the smeared soil: 1 – smeared soil, 2 – water, 3 – food waste, 4 – bio-leavening “Bioshel”, 5 – biocomposting, 6 – hydro-sheathing to create a “greenhouse effect”

Характерные особенности проекта компостирования нефтесодержащих отходов показаны на рис. 5. Компостированный замазученный грунт выдерживают в течение 1–1,5 месяца в условиях «парникового эффекта» с периодическим перемешиванием с выдерживанием соответствующей влажности и в присутствии достаточного количества нефтеразрушающих аэробных и анаэробных микроорганизмов [26].



Рис. 5. Пилотный проект компостирования нефтесодержащих отходов

Fig. 5. Pilot project for composting oil-containing waste

Эколого-экономическая эффективность использования новой технологии рекультивации замасоченных земель одновременно позволяет:

- снизить техногенную нагрузку на поверхности почвы, что создает благоприятные условия для жизнедеятельности почвенных микроорганизмов;
- утилизировать разливы нефти в виде биогумуса, при этом разлитые нефтепродукты подвергаются рекультивации на месте их образования без перевозки их в специальные амбары.

Заключение

Проведенный мониторинг загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами показывает, что к основным потенциальным источникам можно отнести наземные транспортные средства, нефтехранилища, нефтеперерабатывающие предприятия и транспорт, перевозящий нефтепродукты.

Разработанная технология биорекультивации, во-первых, снижает техногенную нагрузку на поверхность почвы за счет биodeградации нефтяных разливов и, во-вторых, одновременно с этим осуществляется утилизация разлитой нефти в виде биогумуса.

В работе впервые на основе применения новой технологии рекультивации замасоченных земельных ресурсов с использованием биопрепарата, полученного из отходов растительного и пищевого происхождения, предложен новый подход к проблеме утилизации нефтезагрязненных почв и восстановления их плодородия с получением биогумуса.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Bek A. A., Yestemesov Z. A., Baidzhanov D. O., Fedotenko N. A. Effective strengthening solutions for fractured rock masses using tailings // *Eurasian Mining*. 2022. № 1. P. 59–64. DOI: 10.17580/em.2022.12.
2. Кульдеев Е. И., Нурпеисова М. Б., Кыргызбаева Г. М. Освоение недр и экологическая безопасность. Германия: LAR Lambert Academic Publishing, 2021. 233 с.
3. Nurpeisova M. B., Umirbaeva A. B., Fedorov E. V., Miletchenko N. A. Integrated monitoring-based assessment of deformation and radiation situation of territorial domains // *Eurasian Mining*. 2021. № 1. P. 83–87. DOI: 10.17580/em.2021.01.17.
4. Куликова А. А., Харламова Т. А., Хабарова Е. И., Ковалева А. М. К вопросу оценки влияния микробиологических биоценозов на геоэкологические и геотехнические риски горных предприятий // *Уголь*. 2022. № 4. С. 67–71. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-4-67-71.
5. Bosikov I. I., Klyuev R. V., Silaev I. V., Pilieva D. E. Estimation of multistage hydraulic fracturing parameters using 4D simulation // *Mining Science and Technology (Russia)*. 2023;8(2):141–149. DOI: 10.17073/2500-0632-2023-01-97.
6. Мощенко Д. И., Кузина А. А., Колесников С. И. Сравнительная оценка устойчивости черноземов Центрального Предкавказья и Кавказа к загрязнению свинцом, хромом, медью, никелем и нефтью // *Устойчивое развитие*

Выводы

1. Проведена оценка мониторинга техногенной нагрузки на природную среду в результате деятельности нефтедобывающих предприятий.

2. Разработана технология биорекультивации замасоченных земель с использованием биопрепарата, полученного компостированием рисовой шелухи с помощью аэробных и анаэробных почвенных микроорганизмов. Биорекультивация проводится смешением замасоченного почвогрунта с биопрепаратом при соотношении 1:(0,1–0,3) вес. % в условиях биотермического «парникового эффекта». Для удешевления процесса в качестве «биозакваски» используется свежеполученный биокомпост, содержащий нефтеразрушающие микроорганизмы.

3. Результаты исследования позволили установить общие затраты на проведение биоочистки нефтеотходов, которые составляют 80 долларов на тонну отхода и значительно ниже затрат по традиционной технологии биорекультивации нефтеотходов. Наряду с этим срок проведения очистки на порядок меньше (4 месяца) по сравнению с существующими процессами (4–6,5 лет). Эффективность предложенного процесса биорекультивации замасоченных земель достигается за счет использования биопрепаратов собственного производства и пищевых отходов вахтовых поселков нефтедобывающих комплексов.

горных территорий. 2020. Т. 12, № 1(43). С. 76–87. DOI: 10.21177/1998-4502-2020-12-1-76-87.

7. Федотенко В. С., Федотенко Н. А. Технология формирования экологически адекватного рельефа при рекультивации гидроотвалов // *Устойчивое развитие горных территорий*. 2022. Т. 14. № 3(53). С. 422–429. DOI: 10.21177/1998-4502-2022-14-3-422-429.

8. Buzmakov S. A., Khotyanovskaya Y. V. Degradation and pollution of lands under the influence of oil resources exploitation // *Applied Geochemistry*. 2020. Vol. 113. 104443. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2019.104443>.

9. Калыбеков Т., Жакыпбек Ы., Турсбеков С. В., Абен А. С. Состояние технической и биологической рекультивации при освоении нефтегазовых месторождений // *Маркшейдерия и недропользование*. 2022. № 1. С. 62–64.

10. Nurpeisova M., Myngzhasarov B., Burkhanov B. Z., Kulibaba S. Monitoring deformation processes on ground surface and at construction facilities in the territory of oil fields // *Eurasian Mining*. 2021. Vol. 36, № 2. P. 86–91. DOI: 10.17580/em.2021.02.18.

11. Бек А. А., Кульдеев Е. И., Естемесов З. А., Суворов А. С. Особенности твердения экокфосфшлакового вяжущего в присутствии суперпластификатора «Neolit 400» // *Международный научный журнал «Молодой ученый»*. 2023. № 1. С. 27–33.

12. Bosikov I. I., Klyuev R. V., Dmitrak Yu. V. Analysis

of hazardous processes in the natural-industrial system. Advances in Raw Material Industries for Sustainable Development Goals. 2021. P. 422–429. DOI: 10.1201/9781003164395.

13. Zubkova O. S., Pyagay I. N., Pankratieva K. A., Toropchina M. A. Development of composition and study of sorbent properties based on saponite // Journal of Mining Institute. 2023. Vol. 259. P. 21–29. DOI: 10.31897/PMI.2023.1.

14. Мощенко Д. И., Колесников С. И., Кузина А. А., Меженков А. А., Литвинов Ю. А. Разработка прогнозных картосхем нарушения экосистемных функций почв Центрального Предкавказья и Кавказа при их загрязнении разными концентрациями меди // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2023. № 5–1. С. 104–116. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_51_0_104.

15. Байджанов Д. О., Бек А. А. «Зеленая» экономика в строительных материалах // Горный журнал Казахстана. 2020. № 7. С. 45–48. URL: <http://minmag.kz/ru/2021/10/05/%e2%84%967-2020/> (Дата обращения: 02.11.2023).

16. Kuldeyev E., Bondarenko I., Abdulvaliyev R., Temirova S., Abdikerim B. Processing of low quality Ekibastuz coals ashes and natural diatomites to obtain alumina and foamed glass // Metalurgija. 2020. Vol. 59. Issue 3. P. 351–354.

17. Kuldeev E. I., Rysbekov K. B., Donenbayeva N. S., Miletchenko N. A. Modern methods of geotechnic – effective way of providing industrial safety in mines // Eurasian Mining. 2021. Vol. 2. P. 18–21. DOI 10.17580/em.2021.02.04.

18. Бекбасаров Ш. Ш. Проблемы переработки отходов горно-металлургических комплексов и пути их решения // Материалы XV международной научной конференции «Деформирование и разрушение горных пород и выработка», Крым-Алушта: Таврический национальный университет, 2006. С. 23–26.

19. Almatova B., Khamzina B., Murzagaliyeva A. Natural

sorbents and scientific description of their use // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences. 2022. № 2 (452). P. 49–57.

20. Карибаев Е. Г., Бекбасаров Ш. Ш. Отходы – вторичное сырье // Материалы второй международной научной конференции молодых ученых «Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых», Москва, 2006. С. 275–278.

21. Бекбасаров Ш. Ш., Темирханов К. К. Экологические требования к утилизации промышленных отходов // Труды международной научно-практической конференции «Маркшейдерия Казахстана: состояние и перспективы», Алматы, 2006. С. 150–152.

22. Кунбазаров А. К., Бурханов Б. Ж., Ногаев Ш. Н., Закатова Р. З. Утилизация рисовой шелухи в качестве нефтесорбента // Труды международной конференции «Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан 2030», Караганда, 2004. С. 405–407.

23. Назаров Е. А., Тапалова А. С. Проблемы загрязнения и очистки нефтезагрязненных почв прикаспия // Материалы международной научно-практической конференции «Наука и образование в современной конкурентной среде». Уфа, 2014. Ч. 2. С. 149–154.

24. Нургизаринов А. М., Назаров Е. А., Шарипова А. Ж. Экологическое состояние и пути мелиоративного улучшения орошаемых земель в низовьях реки Сырдарьи // Современный научный вестник. 2014. № 46 (242). С. 102–105.

25. Патент РК №2085/05 от 05.10.2015 г. Способ биорекультивации нефтезагрязненных почв / А. К. Кунбазаров, Бурханов Б. Ж., Ногаев Ш. Н. и др.

26. Бурханов Б. Ж., Кунбазаров А. К., Ногаев Ш. Н., Ахметов К. А. Компостирования замасленных почвогрунтов // Материалы международной конференции посвященной 80-летию Е. А. Букетова, Караганда, 2015. С. 161–162.

REFERENCES

1. Bek A. A., Yestemesov Z. A., Baidzhanov D. O., Fedotenko N. A. Effective strengthening solutions for fractured rock masses using tailings. *Eurasian Mining*. 2022, no 1, pp. 59–64. DOI: 10.17580/em.2022.12.

2. Kul'deev E. I., Nurpeisova M. B., Kyrgyzbaeva G. M. *Osvoenie nedr i ekologicheskaya bezopasnost'* [Subsoil development and environmental safety]. Germany, LAR Lambert Academic Publ., 2021, 233 p.

3. Nurpeisova M. B., Umirbaeva A. B., Fedorov E. V., Miletchenko N. A. Integrated monitoring-based assessment of deformation and radiation situation of territorial domains. *Eurasian Mining*. 2021, no. 1. pp. 83–87. DOI: 10.17580/em.2021.01.17.

4. Kulikova A. A., Kharlamova T. A., Khabarova E. I., Kovaleva A. M. On the issue of assessing the impact of microbiological biocenoses on the geoecological and geotechnical risks of mining enterprises. *Ugol'*, 2022, (4), pp. 67–71. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-4-67-71.

5. Bosikov I. I., Klyuev R. V., Silaev I. V., Pilieva D. E. Estimation of multistage hydraulic fracturing parameters using 4D simulation. *Mining Science and Technology (Russia)*. 2023;8(2):141–149. DOI: 10.17073/2500-0632-2023-01-97.

6. Moshchenko D.I., Kuzina A.A., Kolesnikov S.I. Com-

parative assessment of the black soils sustainability in the central caucasus and the caucasus to pollution with lead, chromium, copper, nickel and oil. *Sustainable Development of Mountain Territories*. 2020, v. 12, no. 1(43). pp. 76–87. (In Russ.). DOI: 10.21177/1998-4502-2020-12-1-76-87.

7. Fedotenko V.S., Fedotenko N.A. Technology of formation of ecologically adequate relief during reclamation of hydraulic dumps. *Sustainable Development of Mountain Territories*. 2022, v. 14, no. 3, pp. 422–429. (In Russ.). DOI: 10.21177/1998-4502-2022-14-3-422-429.

8. Buzmakov S. A., Khotyanovskaya Y. V. Degradation and pollution of lands under the influence of oil resources exploitation. *Applied Geochemistry*. 2020, vol. 113. 104443. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2019.104443>.

9. Kalybekov T., Zhakypbek Y., Tursbekov S.V., Aben A.S. The state of technical and biological recultivation in the development of oil and gas fields. *Surveying and Subsoil Use*. 2022, no. 1. pp. 62–64. (In Russ.).

10. Nurpeisova M., Myngzhasarov B., Burkhanov B.Z., Kulibaba S. Monitoring deformation processes on ground surface and at construction facilities in the territory of oil fields. *Eurasian Mining*. 2021, vol. 36, no. 2, pp. 86–91. DOI: 10.17580/em.2021.02.18.

11. Bek A. A., Kuldeev E. I., Estemesov Z. A., Suvorov A. S. Features of hardening of ecophosphoslag binder in the pres-

ence of superplasticizer «Neolit 400». *International scientific journal "Young Scientist"*. 2023, no. 1, pp. 27–33. (In Russ.).

12. Bosikov I. I., Klyuev R. V., Dmitrak Yu. V. Analysis of hazardous processes in the natural-industrial system. *Advances in Raw Material Industries for Sustainable Development Goals*. 2021, pp. 422–429. DOI: 10.1201/9781003164395.

13. Zubkova O. S., Pyagay I. N., Pankratieva K. A., Toporchina M. A. Development of composition and study of sorbent properties based on saponite. *Journal of Mining Institute*. 2023, vol. 259, pp. 21–29. DOI: 10.31897/PMI.2023.1.

14. Moshchenko D. I., Kolesnikov S. I., Kuzina A. A., Mezhenkov A. A., Litvinov Yu. A. Prognostic map charts of ecosystem functioning violation in soil in the Central Ciscaucasia and the Caucasus in contamination with different copper concentrations. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2023;(5–1):104–116. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236_1493_2023_51_0_104.

15. Baidzhzhanov D. O., Bek A. A. "Zelenaya" ekonomika v stroitel'nykh materialakh ["Green" economy in building materials]. *Mining Journal of Kazakhstan*. 2020, no. 7, pp. 45–48. URL: <http://minmag.kz/ru/2021/10/05/%e2%84%967-2020/> (Accessed: 02.11.2023). (In Russ.).

16. Kuldeyev E., Bondarenko I., Abdulvaliyev R., Temirova S., Abdikerim B. Processing of low quality Ekibastuz coals ashes and natural diatomites to obtain alumina and foamed glass. *Metalurgiya*. 2020, vol. 59, issue 3, pp. 351–354.

17. Kuldeev E. I., Rysbekov K. B., Donenbayeva N. S., Miletenko N. A. Modern methods of geotechnic – effective way of providing industrial safety in mines. *Eurasian Mining*. 2021, vol. 2, pp. 18–21. DOI 10.17580/em.2021.02.04.

18. Bekbasarov SH. Problems of waste processing of mining and metallurgical complexes and ways to solve them. *Materials of the XV International Scientific Conference "Deformation and destruction of rocks and workings"*, Crimea-Alushta: Tauride National University, 2006. Crimea-Alushta, 2006, pp. 23–26. (In Russ.).

19. Almatova B., Khamzina B., Murzagaliyeva A. Natural sorbents and scientific description of their use. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences*. 2022, no. 2(452), pp. 49–57.

20. Karibaev E. G., Bekbasarov SH. Othody – vtorichnoe syr'e [Waste – secondary raw materials]. *Materialy vtoroj mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii molodyh uchenykh «Problemy osvoeniya nedr v XXI veke glazami molodyh»*,

Moskva, 2006 [Materials of the second International scientific conference of young scientists "Problems of subsoil development in the XXI century through the eyes of the young", Moscow, 2006]. Moscow, 2006, pp. 275–278. (In Russ.).

21. Bekbasarov SH., Temirhanov K. K. Ekologicheskie trebovaniya k utilizacii promyshlennykh othodov [Environmental requirements for industrial waste disposal]. *Trudy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii "Markshejderiya Kazakhstana: sostoyanie i perspektivy"*, Almaty, 2006 [Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Surveying of Kazakhstan: State and Prospects", Almaty, 2006]. Almaty, 2006, pp. 150–152. (In Russ.).

22. Kunbazarov A. K., Burhanov B. Zh., Nogaev SH. N., Zakatova R. Z. Utilizaciya risovoj sheluhi v kachestve neftesorbenta [Utilization of rice husks as an oil sorbent]. *Trudy mezhdunarodnoj konferencii «Nauka i obrazovanie - vedushchij faktor strategii «Kazakhstan 2030»*, Karaganda, 2004 [Proceedings of the International Conference "Science and Education - the Leading Factor of the Strategy "Kazakhstan 2030", Karaganda, 2004]. Karaganda, 2004, pp. 405–407. (In Russ.).

23. Nazarov E. A., Tapalova A. S. Problemy zagryazneniya i ochistki neftezagryaznennykh pochv prikaspiya [Problems of pollution and purification of oil-contaminated soils of the Caspian Sea]. *Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Nauka i obrazovanie v sovremennoj konkurentnoj srede»*, Ufa, 2014 [Materials of the International Scientific and Practical Conference "Science and Education in a Modern Competitive Environment", Ufa, 2014]. Ufa, 2014, part 2, pp. 149–154. (In Russ.).

24. Nurgizarinov A. M., Nazarov E. A., Sharipova A. J. Ecological state and ways of reclamation improvement of irrigated lands in the lower reaches of the Syrdarya River. *Modern Scientific Bulletin*. 2014, no. 46 (242), pp. 102–105. (In Russ.).

25. Kunbazarov A. K., Burkhanov B. Zh., Nogaev Sh. N. et al. Patent of the Republic of Kazakhstan No. 2085/05 dated 05.10.2015 *Method of biorecultivation of oil-contaminated soils*.

26. Burhanov B. Zh., Kunbazarov A. K., Nogaev Sh. N., Ahmetov K. A. Kompostirovaniya zamazuchennykh pochvogrunтов [Composting of smeared soils]. *Materials of the International Conference Dedicated to the 80th anniversary of E. A. Buketov*, Karaganda, 2015. Karaganda, 2015, pp. 161–162. (In Russ.).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ



НУРПЕИСОВА Маржан Байсановна – профессор кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия», доктор технических наук, профессор, Казахский национальный исследовательский технический университет (КазНТУ) имени К. И. Сатпаева.
<https://orcid.org/0000-0002-3956-5442>
marzhan-nurpeisova@rambler.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Marzhan B. NURPEISOVA – Professor of the Department of Surveying and Geodesy, Doctor of Technical Sciences, Professor, Satpayev University (KazNITU).

<https://orcid.org/0000-0002-3956-5442>
marzhan-nurpeisova@rambler.ru



БУРХАНОВ Бакытжан Жамбылович – доцент высшей школы «Нефти, газа и химической инженерии», кандидат технических наук, Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана.

<https://orcid.org/0000-0001-5407-9859>

Aruka73@mail.ru



ФЕДОТЕНКО Наталия Александровна – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Институт проблем комплексного освоения недр.

<https://orcid.org/0000-0002-9912-5529>

geo-science@mail.ru



НАЗАРОВ Есенжол Асылбекұлы – старший преподаватель кафедры «Биология, география и химия», кандидат технических наук, Кызылординский университет имени Коркыт Ата.

<https://orcid.org/0000-0003-2368-6466>

nazarov197514@mail.ru

Bakytzhan Zh. BURKHANOV – Associate Professor of the Higher School of Oil, Gas and Chemical Engineering, Candidate of Technical Sciences, Zhangir Khan Agrarian Technical University.

<https://orcid.org/0000-0001-5407-9859>

Aruka73@mail.ru

Natalia A. FEDOTENKO – Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Research Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources (IPKON).

<https://orcid.org/0000-0002-9912-5529>

geo-science@mail.ru

Essenzhol Assylbekuly NAZAROV – Senior Lecturer of Biology, Geography and Chemistry, Candidate of Technical Sciences, Korkyt Ata Kyzylorda University.

<https://orcid.org/0000-0003-2368-6466>

nazarov197514@mail.ru

Автор-корреспондент: Федотенко Н. А.,
geo-science@mail.ru

Corresponding author: Natalia Fedotenko,
geo-science@mail.ru

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Авторы заявляют о равном вкладе каждого в работу над статьей.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONTRIBUTION OF THE AUTHORS

The authors declare the equal contribution of everyone to the work on the article.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflicts of interests.