Геоэкология

DOI: 10.35634/UdSU.2026.97.12.005

УДК 504.064.2

С.А. Красноперова

ПУТИ К ЭКОЛОГИЗАЦИИ НЕФТЕГАЗОВОГО ПРОИЗВОДСТВА: ЭКОСИСТЕМНЫЙ ПОДХОД

Аннотация. В статье рассмотрена проблема загрязнения отходами нефтегазового производства, а именно: буровые шламы, нефтешламы, утилизация попутного газа и т.д. Предложены пути к решению данной проблемы на основе экосистемного подхода, который направлен на минимизацию негативного воздействия нефтегазовой отрасли на природу и повышение её экологической устойчивости. Предложена модель техноэкосистемы, функционирующая по подобию природных экосистем, в которой основным принципом является экосистемный подход по переработке отходов в нефтегазовом производстве и предусматривающий комплексное использование ряда традиционных и инновационных технологий, направленных на максимальное снижение негативного воздействия на окружающую среду, а также эффективное повторное использование отходов производства. Выявлены основные преимущества и примеры успешного опыта перехода к экосистемному подходу ряда компаний, принадлежащих к нефтяной отрасли.
Ключевые слова: отходы производства, экосистемный подход, экосистема, техноэкосистема, переработка и утилизация отходов производства.

Для цитирования: Красноперова С.А. Пути к экологизации нефтегазового производства: экосистемный подход // Управление техносферой: электрон. журнал, 2026. Т.9. Вып.3. С. 651–664. DOI: 10.35634/UdSU.2026.97.12.005.

Актуальность

Известно, что нефтегазовая промышленность оказывает значительное воздействие на окружающую природную среду [1-3]. Традиционные методы добычи нефти и газа часто приводят к загрязнению атмосферного воздуха [4], поверхностных и подземных вод [5, 6], почвы [7], что приводит в конечном итоге нарушению целостности экосистем и сокращению биоразнообразия [8]. Решение

такого рода экологических проблем, охватывающих весь комплекс объектов окружающей среды, требуют более глубокого детального экосистемного подхода, который направлен на минимизацию негативного воздействия отрасли на природу и повышение её экологической устойчивости.

В связи с этим целью данной работы является рассмотрение возможности внедрения экосистемного подхода в нефтегазовую отрасль и оценить его потенциал для достижения устойчивого развития.

В рамках конвенции **экосистемный подход** представляет собой комплексную стратегию, направленную на обеспечение сбалансированного и устойчивого развития общества посредством учета естественных связей внутри экосистем и интеграции принципов защиты окружающей среды в повседневную жизнь и хозяйственную [9].

Анализ литературных данных рассмотрения понятия «экосистемный подход» показал, что в нефтегазовой отрасли к нему могут относиться такие направления как интеграция ресурсов, компетенций и партнёрских связей, а также снижение негативного воздействия на окружающую среду [10-13].

Первое направление подразумевает создание стратегической нефтегазовой экосистемы — сети сотрудничающих компаний, которые интегрируют разрозненные процессы и активы, обмениваются ресурсами. Это позволяет:

- максимизировать финансовую ценность за счёт синергетического эффекта [14];
- преодолеть импортозависимость, обеспечить устойчивость разведки, добычи, переработки и транспортировки углеводородов;
- решать проблемы импортозамещения, противостояния санкциям [14].

Второе направление ориентировано на создание комплекса мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду. Сюда может относиться утилизация попутного нефтяного газа посредством выработки

электроэнергии и снижению уровня CO_2 при закачке его в пласты; экологический мониторинг и контроль объектов окружающей среды, рекультивация нефтезагрязненных земель и т.д.

Нами также выделено третье направление – это создание техноэкосистемы, которая напоминает природную.

Природная экосистема – это любая совокупность организмов и неорганических компонентов, в которой может осуществляться круговорот веществ. По Н. Ф. Реймерсу (1990), экосистема — это любое сообщество живых существ и его среда обитания, объединенные в единое функциональное целое, возникающее на основе взаимозависимости и причинно-следственных связей, существующих между отдельными экологическими компонентами [15].

Данный подход базируется на трех ключевых аспектах:

1. Природные связи: понимание взаимозависимости живых организмов и факторов окружающей среды, таких как воздух, вода, почва, климат.

2. Интеграция мероприятий: включение мер по охране природы и рациональному использованию ресурсов в экономику, политику и социальные программы, программы утилизации отходов производства.

3. Долгосрочное мышление: учет последствий принимаемых решений для будущих поколений и стремление сохранить природные богатства для потомков.



Рис. 1. Пример схемы экосистемы

В данном экосистеме все компоненты между собой взаимосвязаны и образуют круговорот веществ, при чем при полной утилизации органических и неорганических отходов. По нашему мнению, такой же экосистемный подход должен быть и в техноэкосистемах, который не будет столь идеальным как в природных, но это та система, к которой нужно стремиться. На рис. 2 представлена схема возможной техноэкосистемы на примере нефтяного месторождения. Здесь выделены отходы нефтегазового производства (нефтешламы, буровые шламы, попутный газ, древесные опилки и т.д.), которые должны перерабатываться по имеющимся в настоящее время технологиям.



Рис. 2. Циклический процесс переработки отходов производства на примере нефтегазового производства

Модель экосистемного подхода к переработке отходов в нефтегазовом комплексе предусматривает комплексное использование ряда технологий, каждая из которых направлена на максимальное снижение негативного воздействия на окружающую среду и эффективное повторное использование вторичных ресурсов. Вот наиболее важные технологии, применяемые в этой модели:

1. Термическое обезвреживание

Этот способ основан на высокотемпературной обработке органических отходов (нефтяных шламов, нефтешлама и др.) для выделения полезных веществ и нейтрализации токсичных соединений. Применяются специальные установки, такие как пиролизные печи и газификаторы, позволяющие извлекать ценные компоненты (масла, топлива) и уничтожать опасные вещества.

2. Биологические методы обработки

Биоремедиация основана на применении микроорганизмов, бактерий и грибов, способных перерабатывать углеводороды и превращать их в безвредные продукты. Эти микроорганизмы выращиваются специально для каждой конкретной группы отходов и применяются непосредственно на месте образования загрязнений либо же отходы обрабатываются отдельно в биотехнологических установках.

3. Физико-химическая очистка

Метод заключается в использовании физико-химических реакций для отделения вредных примесей от полезного продукта. К примеру, фильтрование, флотация, коалесценция позволяют очищать воду от нефтепродуктов и твёрдых частиц, делая её пригодной для повторного использования или сброса в поверхностные водоёмы.

4. Повторное использование продуктов переработки

Продукты, полученные в результате переработки отходов, возвращаются обратно в производство или продаются другим отраслям. Среди примеров:

- Асфальтобетон, полученный из переработанных буровых растворов, повторно используется при дорожном строительстве.

- Вода, прошедшая обработку, возвращается в оборот водоснабжения.

- Минеральные добавки, извлечённые из осадочных пород, служат сырьем для цементной промышленности.

5. Рекультивация нарушенных земель

Используются специализированные мероприятия по восстановлению растительности и животного мира на территориях, пострадавших от промышленной деятельности. Они включают мелиорацию почвы, посадку деревьев и кустарников, устройство орошаемых полей и лесополос.

6. Отходы в энергию

Органические фракции отходов преобразуются в топливо, которое впоследствии используется для выработки тепловой и электрической энергии. Один из вариантов — технология газификации, при которой твердое топливо превращается в горючий газ, используемый в котельных установках.

Эти технологии вместе обеспечивают высокую степень переработки отходов, минимизируют негативное влияние на окружающую среду и способствуют экономическому росту предприятий, поскольку снижают издержки на утилизацию отходов и повышают эффективность производства.

Создание такого циклического процесса (рис. 2) требует обработки большого объема данных, поэтому здесь также необходимо развивать цифровые методы обработки с большими данными [16].

Создание цифровой экосистемы на предприятиях нефтегазового производства позволит интегрировать информационные системы для автоматизации бизнес-процессов (производственный учёт, поиск и идентификация материальных потерь, объёмное планирование производства и др.) [17, 18].

Преимущества экосистемного подхода

- *Минимизация вреда природе*

Традиционная добыча нефти и газа связана с высоким уровнем загрязнения окружающей среды. Экосистемный подход позволяет значительно снизить этот риск благодаря внедрению современных технологий очистки сточных вод,

утилизации отходов и восстановления нарушенных земель. Например, применение метода фрекинга сопровождается значительным выбросом метана в атмосферу. Однако использование замкнутых циклов циркуляции жидкости и специальных фильтров позволяет существенно уменьшить эмиссию парниковых газов.

- *Повышение эффективности производств*

Использование энергоэффективных технологий снижает затраты на добычу сырья и повышает рентабельность предприятий. Например, внедрение возобновляемых источников энергии (солнечных панелей, ветряков) помогает сократить расходы на электроэнергию и одновременно уменьшает нагрузку на экосистему.

Кроме того, оптимизация логистических цепочек способствует снижению транспортных расходов и уменьшению выбросов CO_2.

- *Укрепление социальной ответственности компаний*

Компании, внедряющие экосистемный подход, демонстрируют свою приверженность принципам устойчивого развития и заботятся о благополучии будущих поколений. Это положительно сказывается на имидже предприятия среди потребителей и инвесторов, повышая доверие к бренду и увеличивая лояльность клиентов [17-19].

Несмотря на очевидные преимущества, переход к экосистемному подходу сталкивается с рядом трудностей:

- высокая стоимость внедрения новых технологий требует значительных инвестиций, особенно на начальных этапах;
- недостаточная информированность работников о возможностях повышения экологической эффективности и необходимости соблюдения норм охраны труда;

- отсутствие четких стандартов и регламентов, регулирующих деятельность предприятий по охране окружающей среды;
- Необходимость разработки специализированных образовательных программ для подготовки кадров, способных эффективно применять новые технологии и инструменты управления техносферой [20].

Заключение

Таким образом, экосистемный подход представляет собой перспективный инструмент решения проблемы экологического ущерба, связанного с деятельностью нефтегазовых предприятий. Его реализация требует комплексного подхода, включающего технологическое обновление, развитие кадрового потенциала и формирование благоприятных правовых рамок.

Для эффективного внедрения экосистемного подхода необходимо создать условия для сотрудничества бизнеса, государства и гражданского общества. Только совместными усилиями возможно обеспечить гармоничное сосуществование промышленности и природы, гарантирующее стабильное развитие наших регионов и сохранение природного наследия для будущих поколений.

Экосистемный подход предполагает интеграцию природоохранных мер в производственные процессы таким образом, чтобы минимизировать ущерб окружающей среде и способствовать сохранению природных ресурсов. Этот подход основывается на понимании взаимосвязанности всех элементов экосистемы и учитывает долгосрочные последствия человеческой деятельности для природы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Красноперова С.А. Применение сорбентов при ликвидации разливов нефти, изготовленных на основе отходов производства и потребления // Управление техносферой:

электрон. журнал, 2023. Т.6. Вып. 4. URL: https://technosphere-ing.ru С. 554–564. DOI: 10.34828/UdSU.2023.67.68.006.

2. Экологический мониторинг загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами, приуроченных к нефтяным месторождениям Удмуртии [Электронный ресурс] / С. А. Красноперова, С. В. Пучковский, И. И. Рысин [и др.]. // АгроЭкоИнфо. 2022. № 4. Электронный научно-производственный журнал. DOI: https://doi.org/10.51419/202124406.
3. Красноперова С.А. Производственный экологический контроль в нефтегазовой отрасли // Управление техносферой: электрон. журнал, 2025. Т.8. Вып.1. С. 60–71. DOI: 10.35634/UdSU.2025.95.60.006.
4. Красноперова С. А. Геоэкологический мониторинг атмосферного воздуха на примере нефтяного месторождения Удмуртской Республики [Электронный ресурс] // Актуальные вопросы геологии: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Белгород: Константа, 2019. С. 299 – 301.
5. Красноперова С. А. Мониторинг водных объектов в районе разработки нефтяных месторождений Удмуртской Республики [Электронный ресурс] // Управление техносферой. 2018. Т. 1, вып. 1. С. 75 – 86. URL: https://technosphere-ing.ru/files/EL-J-MT/статья_Красноперова_T1.pdf (Дата обращения: 03.03.2023).
6. Красноперова С. А. К проблеме гидрогеологической защищенности подземной гидросферы от нефтяного загрязнения [Электронный ресурс] // Управление техносферой. 2018. Т. 1, вып. 2. С. 185 – 193. URL: https://technosphere-ing.ru/files/EL-J-MT/Красноперова_T1-2_2018.pdf (Дата обращения: 03.03.2023).
7. Красноперова С. А. Фиторемедиация нефтезагрязнённых почв в условиях Вятско-Камского Предуралья // Успехи современной науки и образования. 2016. Т. 3, № 7. С. 9-11. С. 10 –11. URL: http://elibrary.udsu.ru/xmlui/handle/123456789/14803. (Дата обращения: 03.03.2023).
8. Reeves M., Lotan H., Legrand J., Jacobides M. G. How Business Ecosystems Rise (and Often Fall) July 30, 2019. URL: https://sloanreview.mit.edu/article/how-business-ecosystems-rise-and-often-fall/. (Дата обращения: 03.03.2023).
9. Экосистемный подход. URL: https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-07-dec-11-ru.pdf. (Дата обращения: 03.03.2026).
10. Интеграция российского нефтегазового бизнеса в новые технологические экосистемы / А.Н. Семин, Р.У. Гусманов, И.И. Фазрахманов, Ю.В. Ходковская // ЭТАП: Экономическая

Теория, Анализ, Практика. 2026. № 1. С. 131–148. DOI: 10.24412/2071-6435-2026-1-131–148.

11. Рыльская М. А. Трансформация бизнес-моделей нефтегазовых компаний в условиях энергоперехода / М. А. Рыльская, Л. Л. Каширская // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. 2023. № 39 (3). С. 345–367.
12. Авилов В.И., Авилова С.Д. Экосистемный анализ концепций нефтегазообразования // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. 2010, №1. С.94 – 102.
13. Халин В.Г., Чернова Г.В., Калайда С.А. Экономические экосистемы и их классификация // Управленческое консультирование. 2021. № 2. С. 38–54.
14. Андрухова О. В. Важнейшие аспекты развития экосистемного подхода в бизнесе // Проблемы современной экономики. 2023. № 2 (86). С. 85 – 92.
15. Реймерс Н. Ф. Экология (теории, законы, правила принципы и гипотезы). М.: Журнал «Россия Молодая», 1994. 367 с.
16. Красноперова С.А. Big Data как база данных в области экологических исследований // Управление техносферой: электрон. журнал, 2025. Т.8. Вып. 3. С. 439–447. DOI: 10.35634/UdSU.2025.88.31.006
17. Савельева Т.В. Инновационный аспект экологизации промышленного производства // Вопросы экономики и права. 2020. № 3. С. 24 – 30.
18. Устойчивое развитие: концепция и практика / Под ред. Н.Н. Моисеева. М.: Наука, 2018. 368 с.
19. Романова Э.П. Основы эколого-экономической оценки природных ресурсов и территорий. М.: Аспект-Пресс, 2019. 240 с.
20. Красноперова С. А. Экологизация образовательного процесса в условиях цифровой среды // Управление техносферой. 2022. Т. 5, вып. 2. С. 232 – 242. URL: https://technosphereing.ru/ru/. (Дата обращения: 15.04.2025).

Поступила в редакцию: 07.03.2026

Сведения об авторе

Красноперова Светлана Анатольевна
к.б.н., доцент кафедры геологии нефти и газа, доцент, Институт нефти и газа им. М.С. Гуцериева, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Удмуртский государственный университет», 426034, ул. Университетская, 1, г. Ижевск, Россия.
E-mail: krasnoperova_sve@mail.ru

S.A. Krasnoperova

WAYS TO ECOLOGIZE OIL AND GAS PRODUCTION: AN ECOSYSTEM APPROACH

Annotation. The article examines the problem of pollution caused by waste from oil and gas production, specifically: drilling cuttings, oil cuttings, associated gas utilization, etc. Solutions to this problem are proposed based on an ecosystem approach, which is aimed at minimizing the negative impact of the oil and gas industry on the environment and increasing its environmental sustainability. A model of a technoecosystem is proposed, functioning in a manner similar to natural ecosystems, in which the main principle is an ecosystem-based approach to waste processing in the oil and gas industry, which involves the integrated use of a number of traditional and innovative technologies aimed at maximally reducing the negative impact on the environment, as well as the efficient reuse of production waste. The main advantages and examples of successful experience in transitioning to an ecosystem-based approach by a number of companies operating in the oil industry have been identified.
Keywords: production waste, ecosystem-based approach, ecosystem, technoecosystem, processing and disposal of production waste.

For citation: Krasnoperova. S.A. [Ways to ecologize oil and gas production: an ecosystem approach] *Upravlenie tekhnosferoi,* 2026, vol. 9, issue 3. pp. 651–664. DOI: 10.35634/UdSU.2026.97.12.005.

REFERENCES

1. Krasnoperova S.A. Primenenie sorbentov pri likvidatsii razlivov nefti, izgotovlennykh na osnove otkhodov proizvodstva i potrebleniya [The use of sorbents in oil spill remediation, produced on the basis of production and consumption waste]. *Upravlenie tekhnosferoi: elektron. zhurnal*. 2023, vol.6, issue 4, pp. 554 – 564. Available at: https://technosphere-ing.ru DOI: 10.34828/UdSU.2023.67.68.006.
2. Krasnoperova S. A., Puchkovskii S. V., Rysin I. I. [i dr.]. Ekologicheskii monitoring zagryazneniya pochv neft'yu i nefteproduktami, priurochennykh k neftyanym mestorozhdeniyam Udmurtii [Ecological monitoring of soil pollution by oil and petroleum products confined to the oil fields of Udmurtia]. *AgroEkoInfo*. 2022, no. 4. Elektronnyi nauchno-proizvodstvennyi zhurnal. DOI: https://doi.org/10.51419/202124406
3. Krasnoperova S.A. Proizvodstvennyi ekologicheskii kontrol' v neftegazovoi otrasli [Industrial environmental control in the oil and gas industry]. *Upravlenie tekhnosferoi: elektron. zhurnal*. 2025, vol. 8, issue 1, pp. 60–71. DOI: 10.35634/UdSU.2025.95.60.006.
4. Krasnoperova S. A. Geoekologicheskii monitoring atmosfernogo vozdukha na primere neftyanogo mestorozhdeniya Udmurtskoi Respubliki [Elektronnyi resurs] [Geoecological

monitoring of atmospheric air using the example of an oil field in the Udmurt Republic]. *Aktual'nye voprosy geologii: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [*Current Issues in Geology: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*]. Belgorod: Konstanta, 2019, pp. 299–301. (In Russ.).

5. Krasnoperova S. A. Monitoring vodnykh ob"ektov v raione razrabotki neftyanykh mestorozhdenii Udmurtskoi Respubliki [Elektronnyi resurs] [Monitoring of water bodies in the area of oil field development in the Udmurt Republic]. *Upravlenie tekhnosferoi.* 2018, vol. 1, issue 1, pp. 75–86. Available at: https://technosphere-ing.ru/files/EL-J-MT/статья_Краснoперова_T1.pdf (Accessed: 03.03.2023). (In Russ.).
6. Krasnoperova S. A. K probleme gidrogeologicheskoi zashchishchennosti podzemnoi gidrosfery ot neftyanogo zagryazneniya [On the problem of hydrogeological protection of the underground hydrosystem from oil pollution]. *Upravlenie tekhnosferoi*. 2018, vol. 1, issue 2, pp. 185 – 193. Available at: https://technosphere-ing.ru/files/EL-J-MT/Краснoперова_T1-2_2018.pdf (Accessed: 03.03.2023). (In Russ.).
7. Krasnoperova S. A. Fitoremediatsiya neftezagryaznennykh pochv v usloviyakh Vyatsko-Kamskogo Predural'ya [Phytoremediation of oil-contaminated soils in the Vyatka-Kama Cis-Ural region]. *Uspekhi sovremennoi nauki i obrazovaniya* [*Advances in Modern Science and Education*]. 2016, vol. 3, no. 7, pp. 9–11. Available at: http://elibrary.udsu.ru/xmlui/handle/123456789/14803. (Accessed: 03.03.2023). (In Russ.).
8. Reeves M., Lotan N., Legrand J., Jacobides M. G. How Business Ecosystems Rise (and Often Fall) July 30, 2019. Available at: https://sloanreview.mit.edu/article/how-business-ecosystems-rise-and-often-fall/. (Accessed: 03.03.2023).
9. *Ekosistemnyi podkhod*. [Ecosystem approach]. Available at: https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-07-dec-11-ru.pdf. (Accessed: 03.03.2026). (In Russ.).
10. Semin A.N., Gusmanov R.U., Fazrakhmanov I.I., Khodkovskaya Yu.V. Integratsiya rossiiskogo neftegazovogo biznesa v novye tekhnologicheskie ekosistemy [Integration of the Russian oil and gas business into new technological ecosystems]. *ETAP: Ekonomicheskaya Teoriya, Analiz, Praktika* [*ETAP: Economic Theory, Analysis, Practice*]. 2026, no. 1, pp. 131–148. DOI: 10.24412/2071-6435-2026-1-131–148.
11. Ryl'skaya M. A., Kashirskaya L. L. Transformatsiya biznes-modelei neftegazovykh kompanii v usloviyakh energoperekhoda [Transformation of business models of oil and gas companies in the

context of energy transition]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Ekonomika* [*Bulletin of St. Petersburg University. Economy*], 2023, no. 39 (3), pp. 345–367. (In Russ.).

12. Avilov V.I., Avilova S.D. Ekosistemnyi analiz kontseptsii neftegazoobrazovaniya [Ecosystem analysis of oil and gas formation concepts]. *Geologiya i poleznye iskopaemye Mirovogo okeana* [*Geology and Minerals of the World Ocean*]. 2010, no. 1, pp. 94 – 102. (In Russ.).
13. Khalin V.G., Chernova G.V., Kalaida S.A. Ekonomicheskie ekosistemy i ikh klassifikatsiya [Economic ecosystems and their classification]. *Upravlencheskoe konsul'tirovanie* [*Management Consulting*]. 2021, no. 2, pp. 38–54. (In Russ.).
14. Andrukhova O. V. Vazhneishie aspekty razvitiya ekosistemnogo podkhoda v biznese [The most important aspects of developing an ecosystem approach in business]. *Problemy sovremennoi ekonomiki* [*Problems of Modern Economics*]. 2023, no. 2 (86), pp. 85 – 92. (In Russ.).
15. Reimers N. F. *Ekologiya (teorii, zakony, pravila printsipy i gipotezy).* [Ecology (theories, laws, rules, principles, and hypotheses)]. Moscow: Zhurnal «Rossiya Molodaya», 1994, 367 p. (In Russ.).
16. Krasnoperova S.A. Big Data kak baza dannykh v oblasti ekologicheskikh issledovanii [Big Data as a database in the field of environmental research]. *Upravlenie tekhnosferoi: elektron. zhurnal.* 2025, vol. 8, issue 3, pp. 439–447. DOI: 10.35634/UdSU.2025.88.31.006
17. Savel'eva T.V. Innovatsionnyi aspekt ekologizatsii promyshlennogo proizvodstva [The innovative aspect of the greening of industrial production]. *Voprosy ekonomiki i prava* [*Issues of Economics and Law*]. 2020, no. 3, pp. 24–30. (In Russ.).
18. *Ustoichivoe razvitie: kontseptsiya i praktika* [Sustainable Development: Concept and Practice]. In N.N. Moiseeva (ed). Moscow: Nauka, 2018, 368 p. (In Russ.).
19. Romanova E.P. *Osnovy ekologo-ekonomicheskoi otsenki prirodnykh resursov i territorii.* [Fundamentals of Ecological and Economic Assessment of Natural Resources and Territories]. Moscow: Aspekt-Press, 2019, 240 p. (In Russ.).
20. Krasnoperova S. A. *Ekologizatsiya obrazovatel'nogo protsessa v usloviyakh tsifrovoi sredy* [Environmentalization of the educational process in a digital environment]. *Upravlenie tekhnosferoi*. 2022, vol. 5, issue 2, pp. 232 – 242. Available at: https://technosphereing.ru/ru/. (Accessed: 03.03.2026). (In Russ.).

Received: 07.03.2026

About the Author

Krasnoperova Svetlana Anatolyevna
Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Oil and Gas Geology, Associate Professor, M.S. Gutseriev Institute of Oil and Gas, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Udmurt State University", 426034, Universitetskaya str., 1, Izhevsk, Russia. E-mail: krasnoperova_sve@mail.ru