Разработка месторождений нефти и газа

DOI: 10.35634/UdSU.2026.33.17.001

УДК 622.276

И.А. Степанов, А.А. Липаев, Е.В. Коророва, С.А. Рыльков

К ПОСТРОЕНИЮ ПРИРОДОПОДОБНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В НЕФТЕДОБЫЧЕ

Аннотация. Природоподобные технологии разработки месторождений полезных ископаемых – это технологии, имитирующие природные процессы и позволяющие внедрить искусственно созданную человеком среду, антропосферу в природную. Подобные технологии направлены на рациональное недропользование и восстановление естественных геосфер. В рамках данной статьи рассматриваются новые подходы к теории нефтегазообразования, концепциям освоения, сохранения и восполнения нефтегазовых ресурсов, а также основные идеи построения природоподобных технологий в нефтяной добывающей промышленности. Приводятся их примеры. Обосновываются перспективность и возможные проблемы реализации таких технологий. Показана необходимость развития исследований в этом направлении.

Ключевые слова: природоподобные технологии, антропосфера, геосферы, биологические системы, экологичность, нефтедобыча, углеводороды, подпитка месторождений углеводородами, хемолитоавтотрофы.

Для цитирования: Степанов И.А., Липаев А.А., Коророва Е.В., Рыльков С.А. К построению природоподобных технологий в нефтедобыче // Управление техносферой: электрон. журнал, 2026. Т. 9. Вып.1. С. 1–14. DOI: 10.35634/UdSU.2026.33.17.001

Введение

Современное общество постоянно сталкивается со множеством экологических проблем, несущих общее название «экологический кризис». Среди этих проблем быстрое истощение доступных природных ресурсов, увеличение углекислого газа в атмосфере Земли, загрязнение окружающей среды различными отходами и др.

На данный момент четко проявляется абсолютный антагонизм между техносферой и природной средой, а также происходит быстрое и необратимое

поглощение всех естественных геосфер антропосферой за счет постоянного роста размеров сельскохозяйственных и урбанизированных территорий. Одним из возможных решений является внедрение так называемых природоподобных технологий, которые базируются на идее заимствования и переноса в технические решения ключевых свойств природных биологических систем, способных обеспечить экологически чистые и принципиально новые системы для разработки месторождений полезных ископаемых (ПИ) [1-3]. Основополагающая концепция создания природоподобных горнотехнических систем с новыми экологическими качествами формируется за счет сближения (конвергенции) функциональной структуры этих систем с функциональной структурой систем биологических, которые уже обладают необходимыми нам качествами [4].

Первоначально идея о создании таких технологий для разработок твердых ПИ были выдвинуты в ИПКОН им. акад. Н.В. Мельникова РАН. Природоподобные технологии делятся на имеющие и не имеющие аналоги в живой природе (рис. 1).

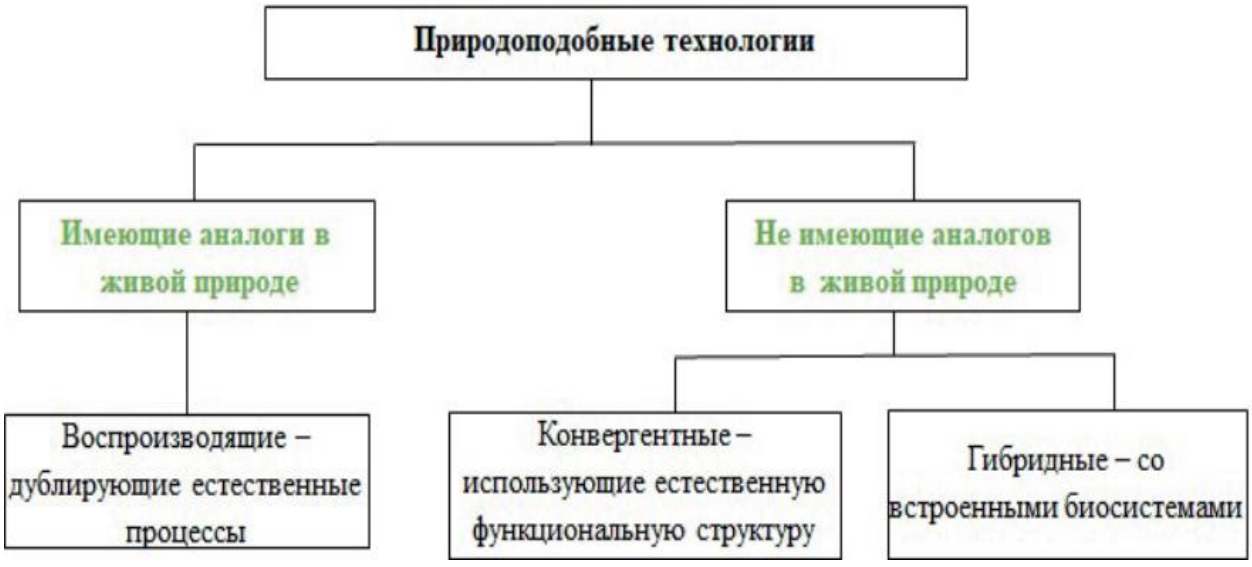


Рис. 1. Систематизация содержания понятия природоподобной технологии [2]

Первые (природоподобные технологии, имеющие аналоги в живой природе) дублируют естественные процессы и системы этой природы (например, развитие такой прикладной науки, как бионика). Вторые, в свою очередь, разделяются на конвергентные и гибридные. Конвергентные технологии предполагают создание технических систем, в которых технологические процессы взаимодействуют в биоподобной функциональной структуре. Гибридные технологии обозначают встраивание в антропогенную функциональную структуру технологии замкнутой биологической системы [1].

В этой же работе создана общая теория разработки природоподобных горных технологий добычи твердых полезных ископаемых на основе конвергенции наук и сформулированы биотехнологические принципы их построения. В нефтедобывающей промышленности такой теории пока не имеется.

Данная статья носит обзорный характер и создана, чтобы познакомить читателей с различными идеями и наработками в сфере природоподобных технологий нефтедобычи.

На пути к природоподобным технологиям в нефтедобыче

В настоящее время ключевой в нефтегазовой теории и практике является проблема увеличения нефтегазоизвлечения. Для этого разрабатывается и внедряется большое количество различных методов увеличения нефте- и газоизвлечения (МУН и МУГ). Однако, как отмечается в работе [5], «насильственные» вторичные, третичные и четвертичные МУН не обеспечивают масштабного эффекта, и дополнительный объем нефти за счет этих методов по сравнению с общим объемом добываемых углеводородов является небольшим. При этом вопросы, связанные с необходимостью сохранения в процессе добычи окружающей среды, остаются на втором плане.

Важно отметить, что природоподобными считаются те технологии, развитие которых происходит на основе знаний о живой природе, о необходимости сохранения биоты. Подобные технологии в перспективе позволят достичь новых возможностей в плане увеличения продолжительности и улучшения качества жизни человека. В этом смысле широко высказываемые в прессе общие положения и добрые пожелания «концепции устойчивого развития» нуждаются в реализации системы конкретных действий в рамках всей экономики.

Необходимо подчеркнуть, что в нефтяной промышленности вопросы разработки природоподобных технологий пока еще только начинают обсуждаться [6].

В этой связи следует остановиться на ключевых проблемах нефтяной науки: гипотезах происхождения нефти и газа, концепций освоения, сохранения и восполнения нефтегазовых ресурсов, а также общей парадигмы развития нефтегазового комплекса в условиях экологического кризиса (необходимостью того, чтобы экологическая безопасность стала бы неотъемлемым свойством применяемых технологий).

Разработка общей теории нефтегазообразования имеет важнейшее значение. Как известно, имеющиеся в нефтегазовой геологической науке две концепции органического и неорганического происхождения нефти и газа принципиально расходятся в представлении об источнике углеводородов. В настоящее время все большее число исследователей ставят вопрос о пересмотре базовых положений в нефтегазовой геологии. Ведется поиск причин отмечаемой Р.Х. Муслимовым на Ромашкинском нефтяном месторождении так называемой «подпитки» углеводородами (УВ) из глубин через нефтепроводящие каналы, что, в свою очередь, может привести к кардинальному изменению стратегии и методики геолого-промысловых работ и освоения месторождений УВ [7].

В этой связи представляет интерес концепция перманентного нефтегазообразования, предложенная В.И. Авиловым и С.Д. Авиловой в 2010 году и основанная на хемолитоавтотрофном цикле образования углеводородов [8]. Эта концепция предполагает, что нефтегазообразование представляет собой процесс, тесно связанный с геохимическим круговоротом воды и углерода на нашей планете. Процесс происходит следующим образом.

На первом этапе так называемая нафтотехнология обеспечивает зарождение и развитие сообщества микроорганизмов преимущественно с хемолитоавтотрофным типом обмена веществ в благоприятной для них экосистеме. На последующих этапах нафтотехнологии неорганические газовые компоненты, выделяющиеся при дегазации Земли, пронизывают фундамент и попадают в нижние слои осадочной толщи, где на стадиях метагенеза и катагенеза запускают так называемый хемолитоавтотрофный цикл. Хемолитоавтотрофы (микроорганизмы, получающие энергию за счет окисления неорганических соединений и использующие диоксид углерода в качестве единственного источника углерода) в результате своей жизнедеятельности производят углеводороды (как минимум – метан) и воду, их останки обогащают биополимерами материнскую породу и включаются в процесс нефтеобразования. Одновременно с генерацией УВ начинается флюидизация. Образовавшаяся микронефть и вода включаются в процесс миграции. Этот процесс может развиваться в каналах кристаллического фундамента, в самом месторождении и в отложениях на различных этажах осадочной толщи.

Предложенная концепция вписывает оба источника органического вещества (в результате фото – и хемосинтеза) в единую схему образования нефтяных углеводородов из живого вещества, т.е. обобщает биогенную и абиогенную гипотезы. Эта концепция объясняет феномен пополнения запасов разрабатываемых нефтяных месторождений, может предложить новые эффективные методы их эксплуатации (в условиях подпитки их углеводородами)

и формировать новые природоподобные технологии нефтеизвлечения, связанные с моделированием биосферных процессов.

В этой связи представляет интерес разработанный в институте живых систем Балтийского федерального университета имени И. Канта инновационный метод синтеза нефти из биомассы (патент № 2787537). Технология воспроизводит естественный геологический процесс образования природной нефти – в соответствии с гипотезой её органического происхождения. В качестве сырья используются доступные биологические материалы: крупные водоросли, избыточный ил, осадки сточных вод, древесные отходы. Процесс реализуется в автоклавном реакторе. Влажная биомасса подвергается термообработке при температуре 260–300 °C, что приводит к росту давления в системе до 3–6 МПа. В этих условиях происходит деструкция крупных органических молекул – их связи разрываются, формируя соединения, по свойствам близкие к нефти. Ключевую роль в процессе играют катализаторы – катионы тяжёлых металлов. Их значение было впервые выявлено исследователями при изучении нефтематеринских пород: именно эти ионы активизируют реакции, ведущие к формированию нефтяных соединений [9].

Отмеченная природоподобная технология относится к числу воспроизводящих технологий, которые дублируют естественные процессы, восстанавливая природные запасы.

Особое место среди других методов нефтеизвлечения занимают микробиологические методы, которые предусматривают воздействие на пласт микробных клеток на молекулярном уровне или продуктов их жизнедеятельности непосредственно в порах пласта, меняющих микрогидромеханику последнего (рис. 2).

Отмеченные методы добычи нефти выделяются рядом существенных преимуществ: умеренными инвестиционными затратами, высокой результативностью и экологичностью. Помимо основного назначения,

микробиологические технологии успешно используются для стимуляции скважин, очистки почвы и воды от нефтяных загрязнений, скважинного оборудования и трубопроводов от отложений парафинов и солей.

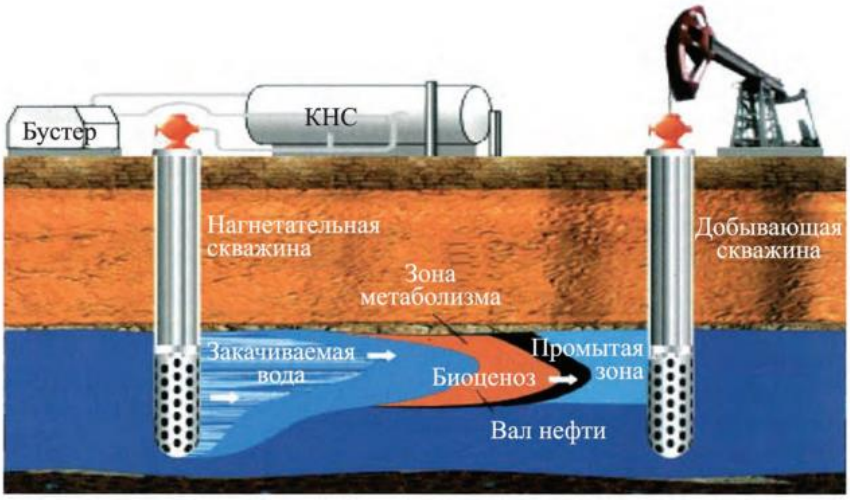


Рис. 2. Микробиологическое воздействие [10]

Эти микробиологические природоподобные технологии нефтедобычи по сути являются гибридными технологиями со встроенными биосистемами (рис. 1).

Существенную роль в создании щадящих биосферу природоподобных технологий нефтеизвлечения может сыграть предложенная Н.П. Запиваловым новая научно – технологическая концепция освоения, сохранения и восполнения нефтегазовых ресурсов. Автор отмечает, что главной особенностью любой живой системы является ее энергетический потенциал и работоспособность.

Согласно этой концепции залежи нефти представляют собой открытые геофлюидодинамические системы с переменной эксергией, непостоянными градиентами массо-энергопереноса, пороговые значения которых определяют граничные параметры системы на определенный момент времени. Утверждается, что активные запасы нефти и газа восполняются в процессе разработки месторождений за счет его подпитки вновь образованными порциями углеводородов. В частности, приводится пример месторождения- долгожителя

(Дигбой в Ассаме, Индия), разработка которого началась еще в 1890 году и продолжается до сих пор [5].

Основой продления жизни месторождения и возможности его эффективной разработки на длительное время являются реабилитационные циклы в процессе его освоения (в рамках падающей третьей и поздней четвертой стадий) и щадящие индивидуальные методы увеличения нефтеизвлечения (Запивалов, 2002). В результате осуществления индивидуально – щадящей разработки и периодической реабилитации происходит сбалансированный обмен флюидами между матрицей и фильтрационными каналами в пласте, а также соблюдается равновесие между горным и пластовым давлениями (Трофимук, 1959; Запивалов, Попов, 2003; Запивалов, Лобов, 2004). При этом необходимо беречь энергию пласта и разрабатывать месторождение в оптимальном режиме, не превышая критического порога возмущения (5 МПа), показателем которого является депрессия. Активные же техногенные воздействия по Запивалову являются сильным возмущением квазиравновесной системы и существенно искажают ее природные параметры. Длительное или интенсивное возмущение, которое значительно превышает пороговое, уничтожает систему (падает пластовое давление, резко уменьшается дебит, обводняется пласт и др.).

При этом необходимо отметить, что нарушение естественного геофизического равновесия в массиве при использовании горных технологий приводит к частичному или полному нарушению всех остальных геосфер Земли [11]. Таким образом, проведение активных техногенных воздействий при добыче нефти не только уменьшает ее количество, но и ухудшает экологическое состояние недр. Отсюда реализация отмеченной научно-технологической концепции освоения, сохранения и восполнения нефтяных и газовых ресурсов позволит сделать важные шаги к осуществлению природоподобных технологий

их добычи и, в конечном счете, к устойчивому функционированию природы и общества при развитии топливно-энергетического комплекса.

Заключение

Природоподобные технологии, безусловно, являются перспективой развития техносферы. Между тем на данный момент их применение в нефтегазовой отрасли сталкивается с рядом проблем, связанных со слабостью научно-технологической базы создания технологий, обеспечивающих получение необходимых человеку видов продукции (на основе нефти и газа) с учетом ограничений, определяемых условиями самовосстановления биоты, необходимостью разработки и освоения геотехнологических принципов построения природоподобных технологий нефтегазодобычи, их новизной и сложностью внедрения в уже существующие технологические процессы.

Природоподобные технологии находятся на начальной стадии развития (только обозначено направление их создания – по сути «вектор развития») и требуют дальнейших теоретических и экспериментальных исследований и совершенствования.

Кроме того, необходим учет уникальных геолого-геофизических характеристик, которыми обладает каждое месторождение, что требует индивидуальных решений по внедрению новых технологий.

Успешное использование природоподобных технологий при разработке месторождений позволит кардинально разрешить сложившиеся экологические и экономические вопросы нефтегазовой промышленности. В перспективе у производственников появятся большие возможности не только повысить коэффициенты нефтеизвлечения, но и решить глобальные проблемы, связанные с управлением техносферой и экологией [12]. При этом в проектах разработки нефтяных месторождений также должны предварительно рассматриваться задачи комплексного использования будущего сырья (включая все его полезные

компоненты), а также вопросы утилизации и переработки будущих отходов производства. Все это должно быть закреплено на законодательном уровне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трубецкой К.Н., Галченко Ю.П. Природоподобная технология комплексного освоения недр – проблемы и перспективы: М.: ООО «Научтехлитиздат», 2020. 368 с
2. Трубецкой К. Н., Галченко Ю. П., Калабин Г. В. Научные основы создания природоподобных горных технологий при развитии минерально-сырьевого комплекса в условиях экологического кризиса // Перспективы экологического развития России и стран СНГ: материалы 6-й международной научно практической конференции, 03-04 апреля 2025 г., проводимой в рамках XXIII Уральской горно-промышленной декады 01-10 апреля 2025 г., Екатеринбург: Изд-во – УГГУ, 2025. 259 с.
3. Ковальчук М.В., Нарайкин О.С. Природоподобные технологии – новые возможности и новые угрозы // Индекс безопасности. 2017. № 3–4 (118–119). Т. 22. С. 103–108.
4. Горский Ю.М., Степанов А.М., Теслинов А.Г. Гомеостатика: гармония в игре противоречий: Иркутск: Репроцентр AI, 2008. 634 с.
5. Запивалов Н. П. Динамика жизни нефтяного месторождения. Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2011. Т. 6. № 3. URL: http://www.ngtp.ru/rub/6/27_2011.pdf (Дата обращения: 14.12.2,25).
6. Липаев А.А. О природоподобных технологиях в нефтедобыче // Бурение и нефть. 2024. № 7. С. 46–51.
7. Муслимов Р.Х. Новый взгляд на перспективы развития супергигантского Ромашкинского нефтяного месторождения // Геология нефти и газа, 2007. № 1. С. 3 – 13.
8. Авилов В. И., Авилова С. Д. Концепция перманентного нефтегазообразования // Всероссийская конференция с международным участием «Дегазация Земли: геотектоника, геодинамика, геофлюиды, нефть и газ, углеводороды и жизнь». М.: ГЕОС, 2010. С. 11–14.
9. Патент № 2787537 Рос. Федерация, МПК C10L 1/00 (2006.01). Способ получения биотоплива из макроводорослей: № 2022124903, заявл. 21.09.2022: опубл. 10.01.2023 / Куликова Ю. В., Сухих С. А., Бабич О.О. и др.; заявитель БФУ им И.Канта. 8 с.
10. Хисамов Р.С. Эффективность выработки трудноизвлекаемых запасов нефти: уч. пос. Казань: издательство «ФЭН» Академии наук РТ, 2013. 310 с.

11. Галченко Ю.П., Еременко В.А. Природно-технические системы подземной разработки рудных месторождений на основе конвергентных горных технологий: Монография. 2-е изд., доп.и перераб. / отв. редактор академик РАН В.Н. Захаров. М.: Изд. «Горная книга», 2023. 288 с.
12. Липаев А.А. Проблемы управления техносферой: монография. М: НИЦ ИНФРА – М, 2026. 341 с.

Поступила в редакцию: 22.01.2026

Сведения об авторах

Степанов Илья Александрович
студент, ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет», 620144, ул. Куйбышева, 30, г. Екатеринбург. Россия.
E-mail: Iliy2033@yandex.ru

Липаев Александр Анатольевич
доктор технических наук, профессор кафедры геологии и геофизики нефти и газа, ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет», г. Екатеринбург, ул. Хохрякова, 85. Россия.
E-mail: lipaevagni@yandex.ru

Кororова Елена Васильевна
старший преподаватель кафедры геологии и геофизики нефти и газа, ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет», г. Екатеринбург, ул. Хохрякова, 85. Россия.
E-mail: e.kororova@mail.ru

Рыльков Сергей Александрович
кандидат геолого-минералогических наук, зав. каф. геологии и геофизики нефти и газа, ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет», г. Екатеринбург, ул. Хохрякова, 85. Россия.
E-mail: fgg.lggi@m.ursmu.ru

I.A. Stepanov, A.A. Lipaev, E.V. Kororova, S.A. Rylkov

TOWARDS THE CONSTRUCTION OF NATURE-LIKE TECHNOLOGIES IN OIL PRODUCTION

Annotation. Nature-like technologies for mineral deposit development are technologies that imitate natural processes and allow the introduction of an artificially created human environment, the anthroposphere, into the natural one. Such technologies are aimed at rational subsoil management and restoration of natural geospheres. This article examines new approaches to the theory of oil and gas formation, concepts for the development, conservation, and replenishment of oil and gas resources, as well as the main ideas for constructing nature-like technologies in the oil extraction industry. Examples of these are provided. The prospects and potential problems of implementing such technologies are substantiated. The necessity of developing research in this direction is shown.
***Keywords**:* nature-like technologies, anthroposphere, geospheres, biological systems, environmental friendliness, oil production, hydrocarbons, feeding of deposits with hydrocarbons, chemolithoautotrophs.

For citation: Stepanov I.A., Lipaev A.A., Kororova E.V., Rylkov S.A. [Towards the construction of nature-like technologies in oil production]. *Upravlenie tekhnosferoi*, 2026, vol. 9, issue 1, pp. 1–14. DOI: 10.35634/UdSU.2026.33.17.001. (In Russ.).

REFERENCES

1. Trubetskoy K.N., Galchenko Yu.P. *Prirodopodobnaya tekhnologiya kompleksnogo osvoeniya nedr – problemy i perspektivy* [Nature–like technology of integrated development of mineral resources - problems and prospects]. Moscow: OOO "Nauchtekhlitizdat", 2020. 368 p. (In Russ.).
2. Trubetskoy K.N., Galchenko Yu.P., Kalabin G.V. Nauchnye osnovy sozdaniya prirodopodobnykh gornykh tekhnologiy pri razvitii mineral'no-syr'evogo kompleksa v usloviyakh ekologicheskogo krizisa [Scientific foundations of the creation of nature-like mining technologies in the development of the mineral resource complex in the context of the environmental crisis]. *Perspektivy ehkologicheskogo razvitiya Rossii i stran SNG: materialy 6-i mezhdunarodnoi nauchno prakticheskoi konferentsii, 03-04 aprelya 2025 g., provodimoi v ramkakh XXIII Ural'skoi gorno-promyshlennoi dekady 01-10 aprelya 2025 g.* [*Prospects for the environmental development of Russia and the CIS countries: proceedings of the 6th International Scientific and Practical Conference, April 03-04, 2025, held as part of the XXIII Ural Mining and Industrial Decade on April 01-10, 2025*]. Ekaterinburg: Publ., UGGU, 2025, 259 p. (In Russ.).

3. Koval'chuk M.V., Naraikin O.S. Prirodopodobnye tekhnologii – novye vozmozhnosti i novye ugrozy [Nature–like technologies - new opportunities and new threats]. *Indeks bezopasnosti* [*The security index*]. 2017, no. 3-4 (118-119), vol. 22, pp. 103 – 108. (In Russ.).
4. Gorskii YU.M., Stepanov A.M., Teslinov A.G. *Gomeostatika: garmoniya v igre protivorechii* [Homeostatics: harmony in the game of contradictions]. Irkutsk: Reprotsentr AI, 2008, 634 p. (In Russ.).
5. Zapivalov N.P. Dinamika zhizni neftyanogo mestorozhdeniya. [Dynamics of oil field life]. *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika*. [*Oil and gas geology. Theory and practice*]. 2011, vol. 6, no. 3. Available at: http://www.ngtp.ru/rub/6/27_2011.pdf (accessed: 14.12.2025). (In Russ.).
6. Lipaev A.A. O prirodopodobnykh tekhnologiyakh v neftedobyche [On nature-like technologies in oil production]. *Bureniye i neft'* [*Drilling and oil*]. 2024, no. 7, pp. 46 – 51. (In Russ.).
7. Muslimov R.H. *Novyy vzglyad na perspektivy razvitiya supergigantskogo Romashkinskogo neftyanogo mestorozhdeniya* [A new look at the prospects for the development of the supergiant] *Geologiya nefti i gaza* [*Geology of Oil and Gas*]. 2007, no. 1, pp. 1 – 13. (In Russ.).
8. Avilov V.I., Avilova S.D. *Kontseptsiya permanentnogo neftegazoobrazovaniya* [The concept of permanent oil and gas formation]. *Vserossiiskaya konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiem «Degazatsiya Zemli: geotektonika, geodinamika, geoflyuidy, neft' i gaz, uglevodorody i zhizn'».* [All-Russian conference with international participation "Degassing of the Earth: geotectonics, geodynamics, geofluids, oil and gas, hydrocarbons and life."]. Moscow: GEOS, 2010, pp. 11 – 14. (In Russ.).
9. Patent № 2787537 Rus. Federation IPC C10L 1/00 (2006.01). *Sposob poluchenija biotopliva iz makrovodoroslej* [The concept of permanent oil and gas formation]. *All-Russian conference with international participation "Degassing of the Earth: geotectonics, geodynamics, geofluids, oil and gas, hydrocarbons and life." Moscow: GEOS, 2010. pp. 11-14.*: No. 2022124903, appl. filed on 21.09.2022, publ. 10.01.2023 / Kulikova Yu. V., Sukhikh S. A., Babich O. O., Margina Yu. M.; applicant: Immanuel Kant Baltic Federal University, 8 p. (In Russ.).
10. Khisamov R.S. *Effektivnost' vyrabotki trudnoizvlekaemykh zapasov nefti* [Efficiency of production of hard-to-recover oil reserves: uch. pos]. Kazan: FAN Publ., «FEHN» Akademii nauk RT, 2013, 310 p. (In Russ.).
11. Galchenko Yu.P., Eremenko V.A. *Prirodno-tekhnicheskie sistemy podzemnoy razrabotki rudnykh mestorozhdeniy na osnove konvergentnykh gornykh tekhnologiy* [Natural and technical systems of underground mining of ore deposits based on convergent mining technologies]:

monograph. 2nd edition, expanded and revised. In Zakharov V. N. (ed). Moscow: Pub. «Gornaya Kniga», 2023, 288 p. (In Russ.).

12. Lipaev A.A. *Problemy upravleniya tekhnosferoy* [Problems of technosphere management]: *monografiya.* Moscow: SIC INFRA – M, 2026, 34 p. (In Russ.).

Received: 22.01.2026

About the Authors

Ilya Aleksandrovich Stepanov
Student, Ural State Mining University, 30 Kuibysheva St., Yekaterinburg, 620144.
Email: Iliy2033@yandex.ru

Alexander Anatolyevich Lipaev
Doctor of Engineering Sciences, Professor, Department of Oil and Gas Geology and Geophysics, Ural State Mining University, Yekaterinburg, 85 Khokhryakova Street.
Email: lipaevagni@yandex.ru

Kororova Elena Vasilievna
senior Lecturer, Department of Geology and Geophysics of Oil and Gas, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ural State Mining University». Yekaterinburg, Khokhryakova str., 85, Russia.
E-mail: e.kororova@mail.ru

Sergey Aleksandrovich Rylkov
Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Head of the Department of Geology and Geophysics of Oil and Gas, Ural State Mining University, Yekaterinburg, 85 Khokhryakova Street.
Email: fgg.lggi@m.ursmu.ru