

Научная статья

Original article

УДК 631.95

DOI 10.55186/25876740_2023_7_3_18

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ
НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ И
МЕТОДИКИ ИХ РЕШЕНИЯ**

**GEOECOLOGICAL PROBLEMS OF TECHNOGENIC INFLUENCE OF THE OIL
AND GAS COMPLEX ON THE NATURAL ENVIRONMENT AND METHODS OF
THEIR SOLUTION**



Корховой Алексей Александрович, ООО «КОМПЛЕКС ПРОЕКТ», инженер-геолог, город Москва. E-mail: korhovouaa@gmail.com

Alexey A. Korkhovoy, LLC «COMPLEX PROJECT», geologist engineer, Moscow.

Аннотация. Цель настоящей работы – анализ наиболее значимых геоэкологических проблем техногенного воздействия нефтегазового комплекса на природную среду и выработка методики их решения.

Материалы и методы – статья основана на комплексном подходе к проблематике исследования, охватывающим научные источники, посвященные анализу геоэкологических проблем на национальном и международном уровне. Для уяснения сути и содержания современных геоэкологических проблем техногенного воздействия нефтегазового комплекса на природную среду использовались общепринятые методы исследования, среди которых: метод

системного анализа, метод количественного и качественного анализа, метод синтеза, а также формально-логический метод и метод теоретического обобщения. Использование достаточного количества различных методов исследования позволило достичь полученных результатов и прийти к обоснованным выводам.

Результаты и обсуждение. Универсального решения геоэкологических проблем техногенного воздействия нефтегазового комплекса на природную среду не существует ввиду большого количества факторов воздействия нефтегазового комплекса на геоэкологию. Однако отдельные геоэкологические проблемы могут быть решены за счет внедрения на государственном уровне методики, устанавливающей обязанность для соответствующих субъектов использовать технологические решения, направленные на снижение техногенного воздействия объектов нефтегазового комплекса.

Выводы. В основе соответствующей методики должна быть заложена технология дистанционного зондирования, основанная на данных спутниковых снимков, позволяющая вести идентификацию геологических структур, а также различных типов рельефа и структуры дренажа без необходимости проведения буровых работ.

Abstract. The purpose of this work is to analyze the most significant geoeological problems of the technogenic impact of the oil and gas complex on the natural environment and to develop a methodology for their solution

Materials and methods – the article is based on a comprehensive approach to the problems of research, covering scientific sources devoted to the analysis of geoeological problems at the national and international level. To clarify the essence and content of modern geoeological problems of the technogenic impact of the oil and gas complex on the natural environment, generally accepted research methods were used, including: the method of system analysis, the method of quantitative and qualitative analysis, the method of synthesis, as well as the method of formal-logical and theoretical generalization. The use of a sufficient number of different research methods allowed us to achieve the results obtained and come to reasonable conclusions.

Results and discussion. There is no universal solution to the geoeological problems of the technogenic impact of the oil and gas complex on the natural environment, due to the large number of factors affecting the oil and gas complex on geoeology. However, some geoeological problems can be solved through the introduction at the state level of a methodology that establishes the obligation for relevant entities to use technological solutions aimed at reducing the anthropogenic impact of oil and gas facilities.

Conclusions. The corresponding methodology should be based on remote sensing technology based on satellite imagery data, which allows the identification of geological structures, as well as various types of relief and drainage structures without the need for drilling operations.

Ключевые слова: *геоэкологические проблемы, нефтегазовый комплекс, дистанционное зондирование, компенсационные платежи, штрафы, методика решения геоэкологических проблем*

Keywords: *geoeological problems, oil and gas complex, remote sensing, compensation payments, fines, methods of solving geoeological problems*

Введение

На современном этапе общественного развития растущий спрос на энергию, вырабатываемую из нефти и газа, оказывает колоссальное влияние на экономическое и социальное развитие как отдельных стран, так и всего мирового сообщества [8]. Однако технологии получения энергии в нефтегазовом комплексе ученые традиционно ставят на одно из первых мест среди самых грязных технологий по степени опасности воздействия на окружающую среду [3]. Такой подход к оценке опасности воздействия нефтегазового комплекса на природную среду обусловлен несколькими причинами. Во-первых, объекты нефтегазового комплекса оказывают негативное воздействие на компоненты природной среды на всех стадиях, начиная от разведки и строительства и заканчивая эксплуатацией. Во-вторых, развитие нефтегазовых комплексов полностью меняет ландшафтно-техногенную структуру природных территорий, вызывая геоэкологические проблемы.

В специализированной литературе отмечается системный характер геоэкологических проблем, которые принято дифференцировать в зависимости от факторов воздействия человека на природу (развитие инфраструктуры, разработка месторождений, добыча полезных ископаемых и пр.) и последствий такого воздействия [1, 2, 3, 6]. Отсюда выработка соответствующих методик решения геоэкологических проблем напрямую зависит от конкретных факторов, лежащих в основе геоэкологических проблем.

В ограниченных рамках настоящего исследования акцентируем внимание геоэкологических проблемах техногенного воздействия нефтегазового комплекса на природную среду и методике решения указанных проблем.

Методы, методология проведения исследования

Статья основана на комплексном подходе к проблематике исследования, охватывающем научные источники, посвященные анализу геоэкологических проблем на национальном и международном уровне. Для уяснения сути и содержания современных геоэкологических проблем техногенного воздействия нефтегазового комплекса на природную среду использовались общепринятые методы исследования, среди которых: метод системного анализа, метод количественного и качественного анализа, метод синтеза, а также формально-логический метод и метод теоретического обобщения. Использование достаточного количества различных методов исследования позволило достичь полученных результатов и прийти к обоснованным выводам.

Экспериментальная база, ход исследования

Ключевой задачей для энергетического сектора в глобальном масштабе и в условиях общепринятой концепции устойчивого развития является обеспечение доступной энергией домохозяйств и промышленности при одновременном снижении воздействия нефтегазового комплекса на окружающую среду и сохранении природных ресурсов для будущих поколений. Сегодня нефть и газ используются в качестве источников энергии для транспорта; для отопления жилых и промышленных объектов; для производства продуктов, лекарств, пластмасс и пр. Несмотря на тот факт, что нефть и газ как природные ресурсы

облегчают жизнь общества, поиск, добыча и транспортировка таких ресурсов оказывают негативное воздействие на окружающую среду, порождая геоэкологические проблемы даже при условии того, что современные технологические достижения в разведке, добыче и транспортировке нефти и газа, а также законодательно установленные правила в области безопасности и охраны окружающей среды, направлены на уменьшение последствий воздействия нефтегазового комплекса на природную среду.

Негативные последствия воздействия нефтегазового комплекса, включающие загрязнение и деградацию почвы, воды и воздуха усугубляют исчезновение отдельных видов растений, увеличивают заболеваемость населения, ухудшают качество окружающей среды [10]. Так, разведка и бурение могут нарушить наземные и морские экосистемы. Сейсмические методы, используемые для поиска нефти и газа на морском дне, наносят вред морским обитателям и млекопитающим. Бурение скважин на суше также сопряжено с рядом проблем, связанных с нарушением геоэкологической среды за счет вырубki лесов или расчистки участков освоения от животных и растительности.

В отдельных странах, например, Соединенных Штатах Америки (далее – США) используются крайне опасные для природной среды технологии нефтедобычи – технология добычи нефти, известная как гидравлический разрыв пласта или фрекинг [11], направленная на добычу нефти из трудноизвлекаемых геологических формаций. Этот метод добычи, несмотря на его опасность для окружающей среды, позволил США значительно увеличить внутренний объем добычи сланцевой нефти и сократить импорт нефти.

Фрекинг, как уже было отмечено ранее, оказывает негативное воздействие на окружающую среду, поскольку данный метод, как отмечается в специализированных источниках, заключается в процессе стимуляции скважины за счет разрушения горных пород под давлением жидкости и потенциально опасных химических средств, вводимых в скважину для образования трещин [11]. Фрекинг влияет на доступность воды на территории добычи и потенциально

может повлиять на водные среды обитания в результате утечек и разливов жидкости, закачиваемой в скважину.

Еще одной, не менее серьезной геоэкологической проблемой, являются техногенные аварии на нефтегазовом комплексе. Большинство разливов нефти являются результатом аварий на нефтяных скважинах или трубопроводах, судах, поездах и грузовых автомобилях, которые перевозят нефть из скважин на нефтеперерабатывающие заводы. Разливы нефти и разгерметизация магистральных газопроводов загрязняют почву и воду и могут вызвать разрушительные взрывы и пожары.

Нефтегазовый комплекс включает в себя широкий спектр операций и оборудования, начиная от скважин и заканчивая линиями сбора и переработки нефти и природного газа, резервуаров для хранения, а также трубопроводов для передачи и распределения, поэтому нефтегазовая промышленность является источником выбросов метана - мощного парникового газа, потенциал глобального потепления которого более чем в 25 раз превышает потенциал углекислого газа. Нефтегазовый комплекс — это также крупнейший промышленный источник выбросов летучих органических соединений - группы химических веществ, которые способствуют образованию приземного озона (смога). Воздействие озона связано с широким спектром последствий для здоровья, включая обострение легочных заболеваний, а также преждевременную смерть. Помимо образования озона, выбросы летучих органических соединений в нефтегазовом комплексе включают в себя токсичные вещества для воздуха, такие, как бензол, этилбензол и гексан, вызывающие рак и другие серьезные последствия для здоровья людей. При этом точно также как и другие факторы, оказывающие влияние на геоэкологию (например, сельское хозяйство), факторы, связанные с нефтегазовым комплексом трудноизмеримы в части оценки точности влияния на здоровье человека. Поэтому несмотря на то, что факт техногенного воздействия нефтегазового комплекса на природную среду не вызывает сомнений, можно говорить только о его пассивном воздействии (то есть о воздействии, имеющем

накопительный эффект с точки зрения вредного воздействия на окружающую среду в целом) [3].

Результаты и обсуждение

Решение геоэкологических проблем техногенного воздействия нефтегазового комплекса на природную среду, безусловно, требует разработки соответствующих методик. Вместе с тем, сама по себе специфика нефтегазового комплекса, сложность его регулирования и характер геоэкологических проблем позволяют сделать вывод о том, что методики решения геоэкологических проблем должны иметь комплексный характер и включать в себя направления по совершенствованию установленных на государственном уровне правил поведения субъектов нефтегазовой отрасли, а также обязанность таких субъектов использовать технологии, которые значительно повышают эффективность разведки и бурения при одновременном снижении вредного воздействия на окружающую среду. При этом использование технологий в нефтегазовом комплексе, ориентированных на снижение вредного воздействия на окружающую среду, должно быть закреплено на законодательном уровне в качестве обязанности соответствующего субъекта, в противном случае возможно возникновение ситуации, при которой технологии, ориентированные на снижение воздействия на окружающую среду, будут использовать только добросовестные субъекты нефтегазового комплекса, а недобросовестные субъекты, желая сэкономить на более экологичных технических решениях, будут использовать традиционные технологии. В вышеприведенных условиях общий накопительный эффект, направленный на минимизацию геоэкологических проблем от техногенного воздействия нефтегазового комплекса, вряд ли возможен.

Разработка методики использования субъектами нефтегазового комплекса технологий, ориентированных на снижение воздействия на окружающую среду – это достаточно сложная область, охватывающая различные элементы государственной политики. Однако ключевым моментом здесь будет получение ответа на вопрос о том, каков реальный эффект от применения экологичных технических решений в части решения геоэкологических проблем техногенного

воздействия нефтегазового комплекса. Иными словами, простое внедрение каких-либо новых технологий еще не обеспечивает нужного эффекта, направленного на снижение геоэкологических проблем. Возможность говорить об эффекте возникает только тогда, когда доказана связь между внедрением нового технологического решения и снижением воздействия на экологию при внедрении такого решения.

В литературе выделяют различные технологические решения, направленные на снижение техногенного воздействия объектов нефтегазового комплекса. Среди таких технологий – использование спутников, применение систем глобального позиционирования и устройств дистанционного зондирования, использование технологии трехмерной и 4-D сейсмики. Все вышеназванные технологии позволяют обнаруживать запасы нефти и газа при бурении меньшего количества разведочных скважин [12]. Также в специализированной литературе в качестве технологий сокращения вредного воздействия выделяют использование мобильных буровых установок для мелкозаглубленных скважин, которые уменьшают площадь участка буровых работ [4] и использование горизонтального и направленного бурения, что позволяет в пределах одной скважины добывать нефть большей площади, сокращая количество скважин [5] и тем самым сокращая вредное воздействие на природные ресурсы.

Из вышеперечисленные способов снижения вредного воздействия на окружающую среду, которые могут быть использованы в методике, наибольший интерес представляют способы, направленные на применение принципиально новых технологических решений, что же касается методов горизонтального и направленного бурения, то это видится трудноосуществимым, поскольку зависит как от технологических возможностей субъектов нефтегазового комплекса и квалификации специалистов, так и от природных особенностей местности, на которой предполагается осуществлять бурение. Так, например, горизонтально направленное бурение можно проводить только в отсутствии городских зданий в зоне проведения работ, а слишком твердые горные породы в месте залежей полезных ископаемых могут привести к невозможности выбора горизонтально

направленного бурения по причине отсутствия соответствующего режущего инструмента [5].

Что же касается введения на законодательном уровне обязанности использования определенных технологических решений для снижения техногенного воздействия на окружающую среду, то здесь наиболее правильным видится введение обязанности использования технологии дистанционного зондирования в целом и гиперспектральной технологии дистанционного зондирования в частности [13]. Применение гиперспектрального дистанционного зондирования на уровне отдельных субъектов используется с середины 80-х годов прошлого века во многих областях, в частности в таких, как геология, сельское хозяйство, качество воды, лесное хозяйство, урбанизация. Результаты такого зондирования учитываются в качестве данных для устойчивого управления окружающей средой в рамках общей концепции устойчивого развития.

Технология дистанционного зондирования быстро развивается с точки зрения радиометрического, пространственного и спектрального разрешения, что приводит к возможности получения все более сложных типов данных (низкого и высокого пространственного и спектрального разрешений и размерности данных) [7, 9, 12, 13].

В специализированной литературе отмечается, что существующие перспективы предстоящих исследований с датчиками более высокого пространственного и спектрального разрешения позволят повысить полезность гиперспектральных данных в горнодобывающей отрасли, лесном хозяйстве, сельском хозяйстве, криосфере [13].

Исходя из сказанного можно сделать вывод о том, что технология дистанционного зондирования, основанная на данных спутниковых снимков, очень удобна для идентификации геологических структур, а также различных типов рельефа и структуры дренажа без необходимости проведения буровых работ. Отсюда принудительное использование дистанционного зондирования для субъектов нефтегазового комплекса с одной стороны позволит сократить уровень вредного воздействия на окружающую среду при проведении геологоразведки, а с

другой стороны позволит получать более точные данные при разведке полезных ископаемых и углеводородов и геологическом картографировании. При этом внедрение методики использования субъектами нефтегазового комплекса технологий, ориентированных на снижение воздействия на окружающую среду, в основе которой лежит обязательное использование технологии дистанционного зондирования, наиболее целесообразно проводить в несколько этапов.

На первом этапе необходимо проведение пилотного проекта по переводу субъектов нефтегазового комплекса на использование дистанционного зондирования и осуществление оценки проводимого пилотного проекта в части минимизации ущерба окружающей среде за счет решения геоэкологических проблем. Для поощрения субъектов нефтегазового комплекса за использование дистанционного зондирования может быть предусмотрена система компенсационных платежей или снижение налоговой нагрузки.

Второй этап предполагает обязательное использование дистанционного зондирования для всех субъектов национального нефтегазового комплекса и введение системы запретов на традиционные технологии геологоразведки и системы штрафов за неиспользование дистанционного зондирования, а также нанесения вреда окружающей среде. Методика расчета самих штрафов будет зависеть от результатов проведения пилотного проекта, предполагающего оценку снижения ущерба окружающей среде за счет использования технологий, ориентированных на это снижение.

Область применения результатов

Разработанные в настоящем исследовании методики по решению геоэкологических проблем техногенного воздействия нефтегазового комплекса на природную среду могут быть использованы при совершенствовании отдельных направлений государственной политики в области сельского хозяйства.

Выводы

Подводя итог настоящему исследованию, необходимо отметить, что универсального решения геоэкологических проблем техногенного воздействия нефтегазового комплекса на природную среду не существует ввиду большого

количества факторов его воздействия на геоэкологию. Однако отдельные геоэкологические проблемы могут быть решены за счет внедрения на государственном уровне методики, устанавливающей обязанность для соответствующих субъектов использовать технологические решения, направленные на снижение техногенного воздействия объектов нефтегазового комплекса.

В основу такой методики может быть заложена технология дистанционного зондирования, основанная на данных спутниковых снимков, которая удобна для идентификации геологических структур, а также различных типов рельефа и структуры дренажа без необходимости проведения буровых работ. Отсюда принудительное использование дистанционного зондирования для субъектов нефтегазового комплекса с одной стороны позволит сократить уровень вредного воздействия на окружающую среду при проведении геологоразведки, а с другой стороны позволит получать более точные данные при разведке полезных ископаемых и углеводородов и геологическом картографировании.

Литература

1. Аладьев А.П., Коврига Е.В. Отрицательное воздействие нефти и нефтепродуктов на здоровье человека // Прикладные вопросы точных наук: материалы I Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей, 2017. – С. 149–152.
2. Барабанщиков Д.А., Сердюкова А.Ф. Экологические проблемы нефтяной промышленности России // Молодой ученый. – 2016. – №26. – С. 727–731.
3. Дитц Л. Ю., Дудина Т. Н., Цускман Е. И., Катункина Е. В. Геоэкологические проблемы территорий нефтедобычи / // Успехи современного естествознания. - 2020. - № 3. - С. 72-77.
4. Морозова Ю.А. Бестраншейная прокладка трубопроводов технологией горизонтального направленного бурения // Инновационная наука. 2018. №11. С.34-36

5. Павлова С.К. Разработка технологии промывки при бурении горизонтальных скважин установками горизонтального направленного бурения // Записки Горного института. 2006. №1. С.137-140
6. Сладкопевцев С. А., Дроздова С. Л. Актуальные вопросы и проблемы геоэкологии: Научно-методическое издание. — М.: Изд-во МИИГАиК, 2008. — 260 с.
7. Тимижева О.З., Карашаева А.С. Дистанционное зондирование земли // Экономика и социум. 2018. №3 (46). С.503-507
8. Трубицина О.П., Башкин В.Н. Вызовы деятельности объектов нефтегазовой отрасли в Арктике: геоэкологические и геополитические риски // Проблемы анализа риска. 2018. №3. С.22-31
9. Хабарова И.А., Хабаров Д.А., Жорова В.И., Попова О.О. Методология осуществления дистанционного зондирования // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». 2019. №1. С.31-30
10. Шварц Е. А., Книжников А. Ю., Пахалов А. М., Шерешева М. Ю. Оценка экологической ответственности нефтегазовых компаний, действующих в России: рейтинговый подход // Вестник Московского университета. Сер. 6. Экономика, 2015. № 5. С. 46—67.
11. Шестак В.А., Адигамов А.И. Современное правовое обеспечение экологической безопасности при разведке и эксплуатации угольных и нефтегазовых месторождений России и Германии // Уголь. 2022. №12 (1161). С.78-81
12. Hamid R.P. Computers in Earth and Environmental Sciences. Artificial Intelligence and Advanced Technologies in Hazards and Risk Management 2021. 705 p.
13. Hyperspectral Remote Sensing. Theory and Applications A volume in Earth Observation. 2020. 476 p.

References

1. Alad'yev A.P., Kovriga Ye.V. Otritsatel'noye vozdeystviye nefi i nefteproduktov na zdorov'ye cheloveka // Prikladnyye voprosy tochnykh nauk:

materialy I Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, aspirantov, prepodavateley, 2017. – S. 149–152.

2. Barabanshchikov D.A., Serdyukova A.F. Ekologicheskiye problemy neftyanoy promyshlennosti Rossii // Molodoy uchenyy. – 2016. – №26. – S. 727–731.

3. Ditts L. YU., Dudina T. N., Tsuskman Ye. I., Katunkina Ye. V. Geoekologicheskiye problemy territoriy neftedobychi / // Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya. - 2020. - № 3. - S. 72-77.

4. Hamid R.P. Computers in Earth and Environmental Sciences. Artificial Intelligence and Advanced Technologies in Hazards and Risk Management 2021. 705 p. <https://doi.org/10.1016/C2020-0-03210-X>

5. Hyperspectral Remote Sensing. Theory and Applications A volume in Earth Observation. 2020. 476 p. <https://doi.org/10.1016/C2018-0-01850-2>

6. Khabarova I.A., Khabarov D.A., Zhorova V.I., Popova O.O. Metodologiya osushchestvleniya distantsionnogo zondirovaniya // Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh nauk i tekhnologiy «Integral». 2019. №1. S.31-30

7. Morozova YU.A. Bestransheynaya prokladka truboprovodov tekhnologiyey gorizontalnogo napravlennoy bureniya // Innovatsionnaya nauka. 2018. №11. S.34-36

8. Pavlova S.K. Razrabotka tekhnologii promyvki pri burenii gorizontalnykh skvazhin ustanovkami gorizontalnogo napravlennoy bureniya // Zapiski Gornogo instituta. 2006. №1. S.137-140

9. Sladkopevtsev S. A., Drozdova S. L. Aktual'nyye voprosy i problemy geoekologii: Nauchno-metodicheskoye izdaniye. — M.: Izd-vo MIIGAiK, 2008. — 260 s.

10. Shvarts Ye. A., Knizhnikov A. YU., Pakhalov A. M., Sheresheva M. YU. Otsenka ekologicheskoy otvetstvennosti neftegazovykh kompaniy, deystvuyushchikh v Rossii: reytingovyy podkhod // Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 6. Ekonomika, 2015. № 5. S. 46—67.

11. Shestak V.A., Adigamov A.I. Sovremennoye pravovoye obespecheniye ekologicheskoy bezopasnosti pri razvedke i ekspluatatsii ugol'nykh i neftegazovykh mestorozhdeniy Rossii i Germanii // Ugol'. 2022. №12 (1161).

12. Timizheva O.Z., Karashayeva A.S. Distantcionnoye zondirovaniye zemli // *Ekonomika i sotsium*. 2018. №3 (46). S.503-507
13. Trubitsina O.P., Bashkin V.N. Vyzovy deyatel'nosti ob"yektov neftegazovoy otrasli v Arktike: geoekologicheskiye i geopoliticheskiye riski // *Problemy analiza riska*. 2018. №3. S.22-31

© Корховой А.А., 2023. *International agricultural journal*, 2023, № 3, 727-740.

Для цитирования: Корховой А.А. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ И МЕТОДИКИ ИХ РЕШЕНИЯ // *International agricultural journal*. 2023. № 3, 727-740.