

Геология, география и глобальная энергия. 2022. № 2 (85). С. 110–117.
Geology, Geography and Global Energy. 2022; 2(85):110–117 (In Russ.).

Научная статья
УДК 504.12
doi 10.54398/20776322_2022_2_110

**ТЕХНОГЕННОЕ ВЛИЯНИЕ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ
НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ¹³**

Желонкина Елена Эдуардовна¹, Фомина Анастасия Владимировна²✉,
Пафнутова Елена Геннадьевна³, Чуксин Илья Витальевич⁴
¹⁻⁴Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия,
¹ресурс-86@mail.ru
²fominaav2021@gmail.com✉
³pafnut140576@mail.ru
⁴chuksin-99@mail.ru

Аннотация. Качество природной среды является одной из главных в природоохранной деятельности человека. Ухудшение окружающей среды вызывает тревогу, особенно в северных районах, при разработке земельных площадей, выделенных под геологоразведочные работы. В процессе строительства глубоких разведочных скважин из-за низкого технического уровня проектной документации на строительство скважин, низкой культуры производства и технологической дисциплины наносится значительный ущерб окружающей среде и биологическим ресурсам округа. При монтаже буровых зачастую нарушаются земли гораздо большей площадью, чем отведено под обустройство буровой. Недостаточно эффективно проводится рекультивация нарушенных земель.

Ключевые слова: воздушная эмиссия, почвенные ресурсы, растительность, воздушный бассейн, загрязнители воздуха, подземные, поверхностные воды, геологоразведочные работы, скважины, мониторинг загрязнения, экология, геологоразведка, техногенное воздействие

Для цитирования: Желонкина Е. Э., Фомина А. В., Пафнутова Е. Г., Чуксин И. В. Техногенное влияние геологоразведочных работ на экологическое состояние окружающей среды // Геология, география и глобальная энергия. 2022. № 2 (85). С. 110–117. https://doi.org/10.54398/20776322_2022_2_110.

**TECHNOGENIC IMPACT OF GEOLOGICAL EXPLORATION
ON THE ECOLOGICAL STATE OF THE ENVIRONMENT**

Elena E. Zhelonkina¹, Anastasia V. Fomina²✉, Elena G. Pafnutova³, Ilya V. Chuksin⁴
¹⁻⁴State University of Land Management, Moscow, Russia
¹ресурс-86@mail.ru
²fominaav2021@gmail.com✉
³pafnut140576@mail.ru
⁴chuksin-99@mail.ru

Abstract. The quality of the natural environment is one of the main ones in human environmental activities. Environmental degradation is alarming, especially in the northern regions, when devel-

opening land areas allocated for geological exploration. During the construction of deep exploration wells, due to the low technical level of project documentation for the construction of wells, low production culture and technological discipline, significant damage is caused to the environment and biological resources of the district. During the installation of drilling rigs, land is often violated with a much larger area than is allocated for the construction of a drilling rig. The recultivation of disturbed lands is not carried out effectively enough.

Keywords: air emission, soil resources, vegetation, air basin, air pollutants, underground, surface waters, geological exploration, wells, pollution monitoring, ecology, geological exploration, technogenic impact

For citation: Zhelonkina E. E., Fomina A. V., Pafnutova E. G., Chuksin I. V. Technogenic impact of geological exploration on the ecological state of the environment. *Geology, Geography and Global Energy*. 2022; 2(85):110–117. https://doi.org/10.54398/20776322_2022_2_110.

Ханты-Мансийский автономный округ России, один из ведущих по добыче нефти и газа. На территории округа открыто более 500 нефтяных и газонефтяных месторождений, геологоразведочные работы продолжаются и в настоящее время. В связи с быстрым темпом развития нефтегазодобывающей промышленности и расширением сферы деятельности, окружающая природная среда подвергается жесткому техногенному прессингу. Ежегодно при обустройстве месторождений и проведении геологоразведочных работ связанных с добычей нефти и газа, изымается из лесного фонда более 30 тыс. га, при этом нарушаются пищевые цепи, погибает растительность, сокращается численность животных.

Проблема чистоты атмосферного воздуха является одной из главных в природоохранной деятельности. Загрязнение выброшенных веществ в атмосферу становится, практически, неуправляемым и впоследствии наносит огромный вред растительному покрову, ведет к загрязнению почв, водоемов. Особую опасность загрязнение атмосферного воздуха представляет для Ханты-Мансийских экосистем, где природные условия способствуют увеличению их влияния (недостаток ультрафиолетовой радиации, тепла, высокая заболоченность территории с образованием торфяных почв).

При оценке воздействия объекта на атмосферный воздух были выявлены и учтены все источники загрязнения атмосферы, изучен генеральный план, технологические схемы, проведено обследование территории и расположение источников выбросов, составлена их характеристика. Величины выбросов в атмосферу от организационных и неорганизационных источников получены инструментальными методами и расчетными методами, выполненными по общероссийским стандартам. Проведен анализ отчетов, статистических данных, предоставленных межрайонными и окружными комитетами по охране окружающей среды, а также авторские материалы, по эколого-экономической оценке, техногенного воздействия на окружающую среду, наземные исследования на изучаемой территории

Было выявлено, что влияние буровой воздушными эмиссиями на почву, растительность и водоемы прослеживается более чем на 2 км. В понижениях загрязнение почвы и растительности больше, чем на возвышенных участках. Особенно большие концентрации вредных примесей в приземном слое воздуха отмечаются при застое (безветрии) воздуха и аномальном распределении его температуры с высотой, когда вместо обычного понижения наблюдается рост температуры (температурные инверсии). Инверсии температуры могут начинаться с поверхности земли (приземная инверсия) или с некоторой высоты (приподнятая инверсия), однако и в одном и в другом случае они препятствуют перемешиванию воздуха и способствуют накоплению в приземном слое примесей, включая и продукты конденсации влаги в воздухе, образующие туманы, дымку, низкие облака. К тому же при туманах опасность загрязнения воздуха усугубляется: образуются они, как правило, при приподнятых инверсиях и штилевых условиях. Известно также, что туманы аккумулируют примеси из выше лежащих слоев воздуха, вследствие чего увеличивается приземная концентрация примеси, а действие некоторых из них, например, сернистого газа, соединений свинца приобретает более токсичный характер [2].

Отрицательное воздействие на состояние воздушного бассейна проявляется, главным образом, в сжигании попутного нефтяного газа, не конкурентно-способного по себестоимости в сравнении с природным.

Попутный газ сжигают на факелах. Факелы, являясь мощным источником тепла оказывают заметное воздействие на климат, приводя к аномалиям в метеорологическом режиме региона. Факелы приводят к усилению конвективных токов, вследствие чего над ними в два раза чаще образуются облака кучевых форм, увеличивается повторяемость туманов, частота гроз. Облачность вместе с газовыми примесями снижают интенсивность солнечной радиации; продолжительность солнечного сияния сокращается в сравнении с контрольной станцией на 5 % (табл. 1).

Таблица 1 – Загрязнители воздуха при эксплуатации месторождений

Наименование	Источник загрязнения	Особенности воздействия
Жидкие и газообразные: Серный ангидрид (SO ₂) Тяжелые металлы: Угле- водороды (C _m H _n)	Отопление нефтепродуктами. Сжигание попутного газа, Насосные блоки, резервуары	Разъедающее действие. Действие на близких рас- стояниях в сочетании с SO ₂
Угарный газ (CO)	Сжигание попутного газа, насосные блоки, резервуары	Нагрузка на организм в районах добычи нефти
Окислы азота (NO ₂ , NO ₃ , N ₂ O ₄)	Компрессорные станции	Высокая концентрация азота во всех компонентах БКЦ
Твёрдые: зола, сажа, пыль	Сжигание остаточных нефтепродуктов	Основные компоненты: СаО, MgO, O ₂ , соединения Железа и алюминия, сле- довых количествах фтор и мышьяк
Примечание: составлено авторами [5, 6].		

Также при геологоразведочных работах большая нагрузка приходится на водные ресурсы, которые используются в технологическом процессе. Последствием загрязнения являются подземные и поверхностные воды.

К основным их загрязнителям в глобальном масштабе относятся: нефть, буровой и нефтяной шлама, сточные воды [6].

Основными причинами загрязнения поверхностных и подземных вод отходами строительства геологоразведочных скважин является:

- а) использование токсичных реагентов для обработки буровых и тампонажных растворов: применяемых при вскрытии интервалов пресноводного комплекса и продуктивного горизонта, креплении скважин обсадными колоннами;
- б) наличие зон межпластовых перетоков, образующихся в результате некачественного цементирования направлений, кондукторов и технических колонн;
- в) интенсивные поглощения бурового раствора в пресноводные горизонты,
- г) использование карстовых воронок и оврагов для слива отработанных буровых растворов и буровых сточных вод;
- д) разлив минерализованной пластовой воды и нефти при бурении, испытании и освоении скважин;
- е) фильтрация, загрязняющих воду реагентов через дно и стенки земляных амбаров;
- ж) захоронение бурового шлама и других отходов строительства скважин в негидроизолированных земляных амбарах и без предварительного отвердения шлама и отходов.

Ханты-Мансийский автономный округ расположен в зоне избыточного увлажнения, территория богата водными ресурсами. Характерной особенностью химического состава поверхностных вод является большое содержание органических веществ, главным образом гумуса, поступающего в реки с многочисленных низинных болот. Естественное разложение органики происходит с поглощением кислорода,

из-за чего концентрация его в межсезонные периоды может опускаться ниже предельно допустимых значений.

К изменению качества воды приводят и вырубки леса в районе геологоразведки, в результате которых, нарушается цикл питательных элементов лесных экосистем, что приводит к увеличению концентрации биогенных элементов в почвенных водах. Реки и ручьи, дренирующие участки вырубок, содержат повышенное количество азота, кальция, фосфора и некоторых других элементов, а оставшиеся на лесосеке отходы древесины способствуют загрязнению вод органическими веществами.

При техногенном воздействии на верхние слои почвогрунтов данная категория подземных вод наиболее уязвима в отношении изменения ее качественных и количественных характеристик. На рассматриваемой территории, наиболее значительное ухудшение качественного состава вод зоны аэрации может произойти в результате разлива по поверхности почвы нефтепродуктов, бурового раствора, небрежного хранения химических реагентов, используемых для приготовления буровых растворов (табл. 2, фрагмент – район геологоразведки).

При строительстве скважин вода расходуется непосредственно на технологические операции и на работу бурового и вспомогательного оборудования. При этом основной объем расходуемой воды (до 70 %) приходится на приготовление и обработку бурового раствора, а также на ликвидацию осложнений при бурении (20–40 %) [7].

Таблица 2 – Выбросы вредных веществ в разбивке по источникам

Наименование источников выбросов	Наименование вредных веществ	Выбросы вредных веществ, т/квартал
Замерные установки	Углеводороды	0,052
Скважины	Углеводороды	102,632
Насосы перекачки нефти	Углеводороды	0,884
Факел ДНС	Углеводороды	437,029
	Окись углерода	1160,712
	Двуокись азота	29,135
Сепараторы	Углеводороды	0,304
Свеча рассеивания КНС	Углеводороды	661,32
Конденсатосборники	Углеводороды	0,000028
Сварочный пост	Окись марганца	0,000188
	Фтористый водород	0,00008
	Оксиды марганца	0,000188
	Соединения кремния	0,000224
	Фториды	0,000224
	Окись азота	0,023
Станочный парк	Металлическая пыль	0,573
Котельная	Окись углерода	4,25
	Двуокись азота	13,28
Ёмкость гм	Дизельное топливо	0,008
	Бензин	0,0026
Дренажные емкости	Углеводороды	2,04
Ёмкость ввода метанола	Углеводороды	0,008
Ёмкость нефтеналива	–	0,18
Примечание: составлено авторами [1].		

В процессе бурения основной объем потребляемой воды расходуется безвозвратно, лишь некоторое количество бурового раствора используется повторно. Остающийся после бурения отработанный буровой раствор и сточные воды должны быть утилизированы на местах производства буровых работ или вывезены в места захоронения. Источником водоснабжения для строительства скважины могут быть реки, озёра и подземные воды.

Для обеспечения технологического процесса с учетом экологических требований необходимо соблюдать нормы, предусмотренные методическими указаниями по санитарной охране водоемов от загрязнения нефтью, которые снизят техногенную нагрузку на разрабатываемую площадь.

- для обеспечения процесса строительства и работ с поверхностными водоемами необходимо получить разрешение на специальное водопользование в органах мелиорации и водного хозяйства;
- при заборе воды из рыбохозяйственных водных объектов водозаборные сооружения должны быть оборудованы защитными устройствами, согласованными с органами рыбного хозяйства;
- при заборе воды из артезианских скважин должно быть получено разрешение органов комитета геологии на строительство этих скважин и специальное водопользование. С ними же должны быть согласованы технические условия строительства и ликвидации накопленного вреда.

Гидрогеологическое обследование площадки при строительстве скважины проводилось по общепринятой методике с применением данных полевого журнала, реестра отобранных проб [1, 4]. Были определены санитарные зоны.

На малых реках ширина водоохранной зоны должна быть установлена на уровне не менее 500 м. В состав водоохранной зоны входят поймы рек, надпойменные трассы, крутые склоны коренных берегов, овражно-балочные системы, находящиеся в пределах водоохранной зоны. Ширина прибрежной водоохранной полосы применяется для рек длиной:

- до 50 км – не менее 20 м;
- свыше 50 км – около 50 м;
- свыше 100 км – 100 м.

Вдоль ручьёв ширина прибрежной водоохранной полосы не менее 10 м. В пределах прибрежной водоохранной зоны запрещается размещение и строительство скважин, складов нефтепродуктов, пунктов технического обслуживания автотранспорта без специального разрешения водной инспекции.

В пределах прибрежной водоохранной полосы запрещается распашка земель, организация стоянок автомобилей, зданий, сооружений, кроме водозаборных и других гидротехнических сооружений, и причалов.

На стадии составления проекта на строительство скважины была выполнена оценка естественной защищённости территории строительства, чтобы при проектировании и строительстве обеспечить минимальную возможность их отрицательного влияния на геологическую и окружающую среду.

Защищённость территории проверялась с учётом распространения верхней части разреза пород с различным палеонтологическим составом, проницаемостью, а также глубиной залегания в разрезе первого водоносного горизонта. Эта информация имеется на геологических и гидрогеологических картах. Границы участка с различной защищённостью, должны совпадать с геологическими границами или изолиниями различной глубины залегания первого в разрезе водоносного горизонта [3].

Оценка защищённости грунтовых вод произведена в зависимости от суммарной мощности регионально распространённых водоупорных пород в разрезе зоны аэрации в соответствии с данными, приведёнными в таблице 3.

Качественная оценка условий защищённости грунтовых вод проводится для первого от поверхности на основании двух показателей мощности перекрывающего водоупоры (m_0) и соотношения уровня, исследуемого (H_1) вышележащего (H_2) (грунтовые воды) водоносного горизонта. Выделяются три группы защищённости:

1. Защищённые ($m_0 > 10\text{ м}, H_2 > H_1$);
2. Условно защищённые (
3. Незащищённые ($m_0 < 5\text{ м}, H_2 < H_1$), (наличие литологических окон $H_1 > H_1$).

Таблица 3 – Критерии оценки защищенности грунтовых и напорных вод

Категории	Грунтовые воды			Напорные воды
	Суммарная мощность регионально распространённых водоупорных пород в разрезе зоны аэрации, м			Мощность глин первого регионального выдержанного водоупора, м
	глины	суглинки	глины (первая цифра) и суглинки	
Защищённые	более 10	более 100	более (5+50)	более 10
Условно-защищённые	3–10	30–100	от (1,5+15) до (5+50)	3–10
Незащищённые	менее 3	менее 30	менее (1,5+15)	менее 3

Источник: составлено авторами [4].

Аналогичный подход оценки защищённости подземных вод применим и в криолитозоне, где в виде водоупора выступают многолетнемерзлотные породы (далее - ММП). Наряду с биологическими факторами учитывался характер распространения ММП и их динамика [5].

Выводы и предложения

Для предполагаемого района строительства скважины следует построить гидрогеологическую карту, где следует отразить: участки различной степени защищённости, водоохранные зоны рек и водоёмов, защитные зоны населённых пунктов, планы гидроизогипса, последние направления движения пресных подземных вод, линии водоразделов, местоположение наблюдательных водопунктов.

Мониторинг загрязнения вод суши при бурении и испытании скважин должен включать в себя:

- наблюдение и контроль уровня загрязнения вод по физическим, химическим и гидробиологическим показателям;
- изучение динамики загрязняющих веществ и выявление условий испытания, при которых происходит резкое колебание уровня загрязнения, для обеспечения загрязнения водных объектов;
- изучение закономерностей выноса веществ через устьевые створы рек для определения баланса этих веществ в водоёмах.

Общую оценку качества вод в водоемах необходимо проводить с учётом основных наиболее распространённых контрольных лабораторных анализов: физических, бактериологических, химических.

Таким образом, необходимо соблюдать требования экологически безопасного ведения работ на всех этапах строительства геологоразведочных скважинах на нефть и газ, включая проведение подготовительных и вышкомонтажных работ, бурения, испытания, а также ликвидацию и консервацию скважин.

Для уменьшения негативного влияния на природные ресурсы необходимо пересмотреть нормы выбросов вредных веществ при строительстве геологоразведочных скважин на нефть и газ.

Особое внимание должно быть уделено вопросу полной ликвидации сбросов технических сточных вод и отработанных буровых растворов на рельеф, разработки паспортов на буровые растворы.

Для сохранения природных ресурсов необходимо предусмотреть технологию монтажа буровых установок на деревянных щитах, ледовых покрытиях, разработку специальной техники и др.

Список литературы

1. Влияние нефтедобывающего комплекса на поверхностные и подземные воды, их современное экологическое состояние / Е. Э. Желонкина, Е. Г. Пафнутова, И. С. Федотов, В. Е. Гаврилова // *Землеустройство, кадастр и мониторинг земель*. 2021. № 10. С. 784–790. DOI 10.33920/sel-04-2110.
2. Методика расчета выбросов вредных веществ в атмосферу при сжигании попутного нефтяного газа на факельных установках (утверждена приказом Госкомэкологии России от 08.04.1998 № 199). URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003754>.
3. Нефтяные и газовые месторождения Западной Сибири / И. И. Нестеров, Ф. К. Салманов, К. А. Шпильман. Москва: Недра, 1971. – 462 с.
4. Прогноз весенних максимальных уровней грунтовых вод территории СССР / сост. Е. В. Воронцова и др. Москва: ВНИИ гидрогеологии и инж. геологии, 1977. 13 с.
5. Устойчивое землепользование в условиях антропогенеза / Д. С. Валиев, Д. А. Хабаров, И. А. Хабарова, Е. А. Желонкина, А. В. Фомина // *Международный журнал прикладных наук и технологий Integral*. 2019. № 2–2. С. 2. DOI 10.24411/2658-3569-2019-12004.
6. РД 51-1-96. Инструкция по охране окружающей среды при строительстве скважин на суше на месторождениях углеводородов поликомпонентного состава, в том числе сероводородсодержащих. Москва: ИРЦ Газпром, 1998. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003868?section=status>.
7. Цыпкин Ю. А. Совершенствование системы информационно-аналитического обеспечения управления земельным фондом при геостратегическом развитии Арктического региона / Ю. А. Цыпкин, А. В. Фомина // *Землеустройство, кадастр и мониторинг земель*. 2022. № 2. С. 92–96. DOI 10.33920/sel-04-2202-02.

References

1. Zhelonkina E. E., Pafnutova E. G., Fedotov I. S., Gavrilova V. E. Vliyanie nefte dobyvayushchego kompleksa na poverhnostnyye i podzemnyye vody, ikh sovremennoye ekologicheskoye sostoyaniye. *Zemleustroystvo, kadastr i monitoring zemel*. 2021; 10:784–790. DOI 10.33920/sel-04-2110.
2. Metodika rascheta vybrosov vrednykh veshchestv v atmosferu pri szhiganii poputnogo neftyanogo gaza na fakelnykh ustanovkakh (utverzhdena prikazom Goskomekologii Rossii ot 08.04.1998 № 199). Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200003754>.
3. Nesterov I. I., Salmanov F. K., Shpilman K. A. Neftnyanye i gazovyye mestorozhdeniya Zapadnoy Sibiri. Moscow: Nedra; 1971:462 p.
4. Vorontsova E. V. et al. Prognoz vesennikh maksimalnykh urovney gruntovykh vod territorii SSSR. Moscow: VSEGINGEO; 1977:13 p.
5. Valiev D. S., Khabarov D. A., Khabarova I. A., Zhelonkina E. A., Fomina A. V. Ustoychivoye zemlepolzovanie v usloviyakh antropogeneza. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh nauk i tekhnologiy Integral*. 2019; 2–2:2. DOI 10.24411/2658-3569-2019-12004.
6. RD 51-1-96 Instruktziya po ohrane okruzhayushchey sredy pri stroitelstve skvazhin na sushe na mestorozhdeniyakh uglevodorodov polikomponentnogo sostava, v tom chisle serovodorodsoderzhashchikh. Moscow: IRC Gazprom, 1998. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200003868?section=status>.
7. Tsyppkin, Yu. A., Fomina A. V. Sovershenstvovanie sistemy informatsionno-analiticheskogo obespecheniya upravleniya zemelnym fondom pri geostrategicheskom razvitii Arkticheskogo regiona. *Zemleustroystvo, kadastr i monitoring zemel*. 2022; 2:92–96. DOI 10.33920/sel-04-2202-02.

Информация об авторах

Желонкина Е. Э. – кандидат географических наук, доцент;
Фомина А. В. – аспирант;
Пафнутова Е. Г. – начальник отдела;
Чуксин И. В. – магистрант.

Information about the authors

Zhelonkina E. E. – Candidate of Sciences (Geographical), Associate Professor;
Fomina A. V. – postgraduate student
Pafnutova E. G. – Head of the Department;
Chuksin I. V. – undergraduate.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 29.03.2022; одобрена после рецензирования 04.05.2022;
принята к публикации 06.05.2022.

The article was submitted 29.03.2022; approved after reviewing 04.05.2022; accepted for
publication 06.05.2022.