

УДК 502:504.4

**ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ДОБЫЧИ УГЛЕВОДОРОДОВ НА СОСТОЯНИЕ
ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В ПЯТИЛЕТНЕЙ ДИНАМИКЕ****Марьинских С.Г., Агейкина О.В.***ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, e-mail: lazareva_sg@mail.ru*

Изучение техногенного влияния на компоненты природы является важнейшей задачей обеспечения благоприятной геоэкологической обстановки. В статье рассмотрены вопросы производственного экологического мониторинга поверхностных и грунтовых вод в динамике пятилетнего наблюдения на примере Усть-Тегусского месторождения, производственный комплекс которого относится к объектам значительного экологического риска. Производственная деятельность, аварии и отказы на объектах добычи нефти представляют большую угрозу окружающей природной среде. Результаты, представленные в статье, получены в рамках экологического мониторинга и направлены на информационное обеспечение управления природоохранной деятельностью и экологической безопасностью в целом. Дана оценка экологической ситуации в результате воздействия техногенных объектов нефтегазового комплекса Усть-Тегусского месторождения ООО «РН-Уватнефтегаз» на природные воды. Результаты исследования могут быть использованы для разработки мер по снижению негативных экологических последствий; для формирования базы данных для оценки и возмещения экологического ущерба; для прогноза негативных изменений. Наблюдения носили комплексный характер. В целях оценки годовых и многолетних изменений качества объектов окружающей среды в результате хозяйственной деятельности на территории месторождения проведен сравнительный анализ данных в динамике 2013–2018 гг. Экологический мониторинг на Усть-Тегусском месторождении показал, что загрязнение окружающей среды на рассматриваемом углеводородном месторождении носит волнообразный характер. Однако при этом имеет место тенденция прогрессирующего загрязнения, что обуславливает внедрение в практику ограничений производственной деятельности и компенсационных затрат не только по критериям ПДК, ПДВ и т.п., но и по динамике изменений параметров загрязнения.

Ключевые слова: геоэкология, мониторинг, компоненты окружающей среды, поверхностные и грунтовые воды, концентрация, загрязняющие вещества

**INFLUENCE OF THE PROCESS OF PRODUCING HYDROCARBONS
ON THE STATE OF SURFACE WATERS IN THE FIVE-YEAR DYNAMICS****Maryinsky S.G., Ageikina O.V.***Tyumen Industrial University, Tyumen, e-mail: lazareva_sg@mail.ru*

The study of the technogenic impact on the components of nature is the most important task of ensuring a favorable geoecological environment. The article discusses the issues of industrial environmental monitoring of surface and groundwater in the dynamics of a five-year observation using the example of the Ust-Tegusskoye field, the production complex of which relates to objects of significant environmental risk. Production activities, accidents and failures at oil production facilities pose a great threat to the environment. The results presented in the article were obtained in the framework of environmental monitoring and are aimed at information support for environmental management and environmental safety in general. The environmental situation is assessed as a result of the impact of the technogenic facilities of the oil and gas complex of the Ust-Tegusskoye field of LLC RN-Uvatneftegaz on natural waters. The results of the study can be used to develop measures to reduce negative environmental consequences; to create a database for the assessment and compensation of environmental damage; to predict negative changes. The observations were complex. In order to assess annual and long-term changes in the quality of environmental objects as a result of economic activity in the field, a comparative analysis of the data in the dynamics of 2013–2018 was carried out. Environmental monitoring at the Ust-Tegusskoye field showed that environmental pollution at the hydrocarbon field in question is undulating. However, there is a tendency of progressive pollution, which leads to the introduction into practice of restrictions on production activities and compensation costs not only by the criteria of MPC, MPE, etc., but also by the dynamics of changes in pollution parameters.

Keywords: geoecology, monitoring, environmental components, surface and groundwater, concentration, pollutants

Специфической особенностью нефтегазодобывающего комплекса Западной Сибири является негативная трансформация всех компонентов природной среды. В процессе разведки, бурения и добычи углеводородов образуются отходы, которые необходимо утилизировать, захоранивать и др. В настоящее время одной из наиболее инновационных и экологически чистых мировых практик по утилизации отходов бурения при добыче нефти и газа является обратная закачка пульпы

в пласт, который расположен на большой глубине. В отличие от традиционных методов переработки шламов, закачка в пласт исключает размещение на поверхности буровых отходов, их контакт с окружающей средой. Соприкосновение с подземными водоносными горизонтами при таком способе захоронения отходов должно быть полностью исключено.

В этой связи возникает необходимость детального исследования экологически опасных объектов сырьевого комплекса

для принятия мер по регулированию хозяйственной деятельности [1–3].

Поверхностные воды являются наиболее уязвимыми компонентами природной среды при эксплуатации объектов нефте- и газодобычи, и поэтому в результате работ подробно были исследованы показатели загрязнения водных объектов [4].

Результаты, представленные в статье, получены в рамках общей целевой установки экологического мониторинга и направлены на информационное обеспечение управления природоохранной деятельностью и экологической безопасностью на Усть-Тегусском месторождении в целом и комплексе по закачке отходов в пласт в частности [5; 6].

Цель исследования: оценить состояние природных вод на территории Усть-Тегусского месторождения в процессе природопользования. Провести сравнительный анализ общего состояния природных вод в динамике пяти лет эксплуатации месторождения в целом и комплекса по закачке в частности.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования стало Усть-Тегусское месторождение (комплекс по закачке отходов, шламовые амбары), расположенное на Усть-Тегусском лицензионном участке. Месторождение расположено на территории Уватского муниципального района Тюменской области.

Осенью 1991 г. было начато пробное бурение в районе Усть-Тегусской площади. В результате испытания скважины № 100 оказалось найденным новое нефтяное месторождение. Активное освоение месторождения началось с 2004 г. Сегодня это одно из наиболее развитых месторождений Уватского района.

Работы по экоаналитическому контролю природных вод Усть-Тегусского месторождения проводились в три этапа:

- подготовительный – сбор и анализ имеющейся информации по объектам исследований;

- полевой – аэровизуальное обследование участков, наземное обследование, оценка уровня загрязнения территории месторождения (в т.ч. отбор проб природных вод);

- камеральный – проведение лабораторных анализов отобранных проб, подготовка отчетов.

Выбор нормативных документов на методики выполнения измерений определен областью аккредитации ФГБУ «ЦЛАТИ по УФО», ФБУЗ «Центр гигиены и эпи-

демиологии в Тюменской области», ГСАС «Тюменская».

В целях оценки годовых и многолетних изменений качества элементов окружающей среды в результате хозяйственной деятельности на территории месторождения проведен сравнительный анализ данных 2013–2018 гг. по направлениям: поверхностные и грунтовые воды. Географическое положение местности и места отбора проб представлены на схеме (рисунок).

Поверхностные воды: в районе комплекса по закачке отходов в пласт в 5 точках (в мае, августе, октябре): точка В-1К – ручей без названия; точка В-2К – ручей без названия; точка В-3К – р. Демьянка выше по течению; точка В-4К – р. Демьянка ниже по течению; точка В-5К – болото без названия.

Грунтовые воды: комплекс по закачке отходов 5 точек 2 раза в год (начало половодья, летне-осенняя межень, перед ледоставом); шламовые амбары 5 точек 1 раз в год (июль); шламовые амбары 1 точка 2 раза в год (август, октябрь).

Отбор и хранение проб отобранных вод были выполнены в соответствии с требованиями ГОСТ Р 31861-2012, НД на методики измерений.

В ходе аналитического контроля лабораториями использовались методики, отвечающие требованиям, предъявляемым на сегодняшний день в Российской Федерации.

Выбор методик измерений для проведения аналитических работ осуществлялся с учетом их назначения, области распространения, диапазонов определяемых компонентов, а также информации о наличии влияющих факторов и установленных показателей качества.

Анализ результатов экоаналитических исследований и оценка состояния природных вод осуществлялся по следующим направлениям:

- анализ текущего состояния относительно установленных нормативов качества – ПДК, ОДК, ОБУВ и др. (проводился при наличии установленных федеральных и региональных экологических нормативов качества);

- анализ годового изменения состояния компонента окружающей среды;

- анализ изменения состояния контролируемого компонента окружающей среды относительно уровня загрязнения 2014 г.;

- анализ изменения состояния природных вод в контрольных точках относительно фоновых точек;

- оценка уровня загрязненности природных вод.

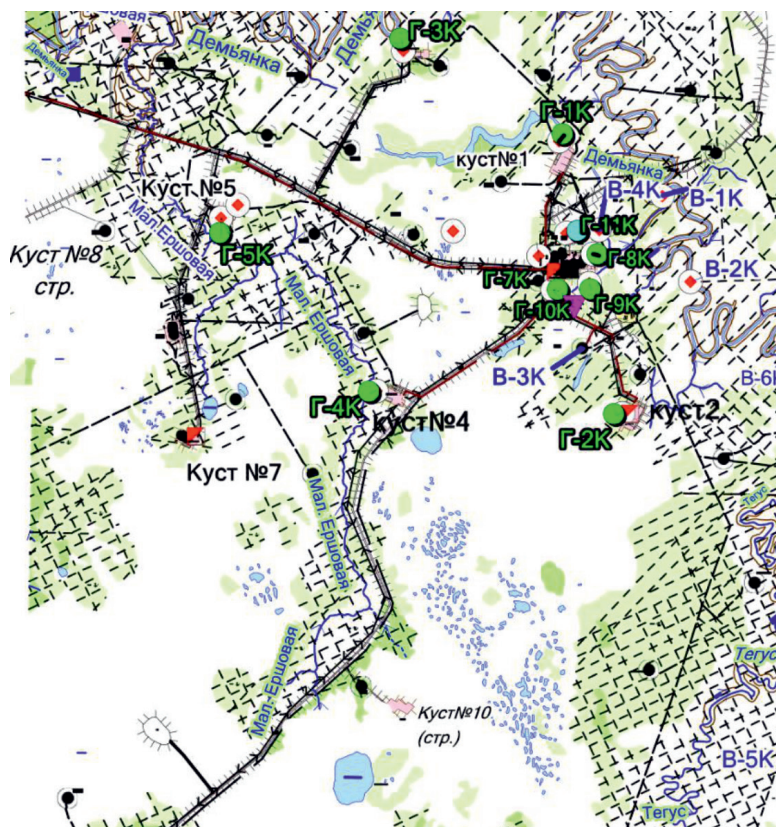


Схема расположения точек отбора проб

Результаты исследования и их обсуждение

Поверхностные воды. За период наблюдения за качеством поверхностных вод, начиная с 2013 г., изменялись контролируемые показатели. В 2018 г. в поверхностных водах контролировались следующие показатели: рН, аммоний-ион, нитраты, гидрокарбонаты, хлориды, сульфаты, БПКполн., фосфаты, нефть и нефтепродукты, фенолы, АПАВ, железо общее, никель, марганец, медь, цинк, ртуть, свинец, кобальт, хром.

При этом общими показателями за весь период наблюдения были: нефть и нефтепродукты, медь, цинк, ртуть, свинец, кобальт, токсичность хроническая. В связи с этим сравнение в динамике проводилось по семи вышеуказанным показателям.

Действующим законодательством в области охраны поверхностных вод четко определено, что фоновый створ назначается выше места водопользования, контрольный – ниже места водопользования. В связи с этим были назначены следующие точки:

– фоновая – точка В-5К, расположенная выше места водопользования;

– контрольные – точки В-1К, В-2К, В-3К, В-4К, расположенные ниже места водопользования.

В 2018 г. в контрольных точках по сравнению с фоном зафиксировано увеличение значений следующих показателей:

– в точке В-1К – незначительное превышение по показателям БПКполн., аммоний-ион, нитрат-ион, фосфат-ион, фенол, нефтепродукты, никель, по показателям кобальт и марганец выявленные концентрации соответствуют фоновым значениям. Значения остальных показателей ниже фоновых;

– в точке В-2К незначительные превышения значений рН, хлоридов, нефтепродуктов, железа общего, превышения нитрат-иона. Значения остальных показателей ниже фоновых;

– в точке В-3К выявлен незначительный рост рН, при этом значения кислотности приблизились к нейтральным. Содержание железа общего, кобальта и никеля несколько выше фоновых; выявлен значительный рост концентраций нитрат-ионов

и фосфат-ионов. Значения остальных показателей ниже фоновых;

– в точке В-4К незначительный рост рН, хлорид-иона, железо общее; повышенное содержание нитрат-ионов.

Для дальнейшей оценки состояния контролируемых поверхностных вод были проведены вычисления значений коэффициента комплексной загрязненности воды (ККЗВ) и удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ).

Значения коэффициента комплексности загрязненности воды в разных точках в разные периоды года варьировались от 0 до 33,33. Значения индекса УКИЗВ в 2018 г. варьировались от 1,39 до 1,8. С учетом коэффициента запаса (коэффициент запаса равен 1) и числа критических показателей загрязненности (количество КПЗ 0) поверхностная вода соответствует 2 классу загрязненности (слабо загрязненная) во всех контролируемых точках.

Грунтовые воды. Одним из распространённых источников химического загрязнения территории нефтяного месторождения традиционно являются шламовые амбары-накопители, заполняемые отходами бурения [6]. Для оценки их негативного воздействия были проведены лабораторные исследования качества грунтовых вод в 2018 г. В целях оценки годовых и многолетних изменений качества грунтовых вод был проведен сравнительный анализ данных 2018 г. с данными наблюдений за 2017 и 2013 гг.

Сравнительный анализ результатов исследований выявил незначительный рост значений следующих показателей:

1) в 2018 г. по сравнению с уровнем 2013 г.:

в точке Г-1К – рН, сухой остаток, БПК₅, нефтепродукты, магний, медь; в точке Г-2К – нефтепродукты, барий, магний, мышьяк, цианиды; в точке Г-3К – превышений не обнаружено; в точке Г-4К – БПК₅, нефтепродукты, свинец, хром, цианиды; в точке Г-5К – БПК₅, нефтепродукты, медь, свинец, цианиды;

2) в 2018 г. по сравнению с уровнем 2017 г.:

в точке Г-1К – рН, сухой остаток, БПК₅, нефтепродукты, магний; в точке Г-2К – барий, магний; в точке Г-3К – кадмий; в точке Г-4К – БПК₅, нефтепродукты, медь, хром; в точке Г-5К – нефтепродукты, медь, свинец, цианиды;

2.1) в точке Г-6К по сравнению с уровнем 2017 г.:

в августе – рН, сухой остаток, БПК₅, нефтепродукты, барий, кадмий, магний, медь, хром, радон-222; в октябре – рН, сухой остаток, БПК₅, хлориды, нефтепродукты, барий, кадмий, магний, кислотность, содержание сухого остатка, гидрокарбонатов, хлоридов, нефтепродуктов, хрома.

По результатам исследований в 2017–2018 гг. в воде контролируемых проб превышений по бактериологическим показателям и гельминтам не выявлено.

Среднегодовые значения остальных контролируемых показателей во всех точках не изменились либо их значения снизились. При этом некоторый рост значений контролируемых параметров, очевидно, обусловлен природными факторами (инфильтрация поллютантов с осадками, привнос их с заболоченных территорий с поверхностным и грунтовым стоком, размывом горных пород) и связан с сезонными колебаниями уровня грунтовых вод, температуры воды, активацией или затуханием процессов разложения органических веществ и т.д. Неудовлетворительное качество грунтовой воды также могло быть обусловлено недостаточным уровнем воды в наблюдательных скважинах и изношенностью материала скважин.

В связи с тем что санитарно-гигиенические нормативы качества грунтовых вод для территорий, расположенных вне населенных мест, не установлены, расчет коэффициента комплексности загрязненности воды и оценка их качества по индексу УКИЗВ не производился.

Сведения о качестве грунтовых вод в районе комплекса по закачке отходов в 2013–2018 гг. В целях оценки годовых и многолетних изменений качества грунтовых вод на территории комплекса по закачке отходов в результате хозяйственной деятельности проведен сравнительный анализ данных 2018 г. с данными 2017 и 2013 гг. В качестве фоновых значений приняты результаты исследований качества грунтовых вод в точках за 2013 г.

Сравнительный анализ результатов исследований выявил рост значений следующих показателей:

1) в 2018 г. по сравнению с уровнем 2013 г.:

в точках Г-7К, Г-8К, Г-9К, Г-10К, Г-11К – хлориды, фенол, железо общее, марганец;

2) в 2018 г. по сравнению с уровнем 2017 г.:

в точке Г-7К, Г-8К, Г-11К – хлориды, фенол, железо общее, марганец; нефтепродук-

ты; в точке Г-9К – хлориды, нефтепродукты; в точке Г-10К – фенол, нефтепродукты.

В качестве фоновой точки была принята точка Г-8К. Сравнивая полученные значения контролируемых показателей со значениями в фоновой точке, расположенной в районе комплекса по закачке отходов, зафиксировали следующее:

в точке Г-7К – отклонения по показателям мутность, запах, перманганатная окисляемость, фенол, нефтепродукты, железо общее, азот аммония; в точке Г-9К – отклонения по показателям запах, перманганатная окисляемость, хлориды, железо общее, азот аммония; в точках Г-10К, Г-11К – отклонения по всем контролируемым показателям.

Учитывая, что степень загрязненности водных объектов зависит не только от природных, но и от антропогенных факторов, дополнительно было проведено исследование состояние природных вод в целом по Усть-Тегусскому лицензионному участку (ЛУ).

В соответствии с Планом-графиком контроля отбор проб поверхностных вод в 6 точках (2 раза в год – в мае, сентябре):

точка В1 – р. Демьянка, на выходе с ЛУ; точка В2ф – р. Демьянка, на входе в ЛУ; точка В3 – р. Мал. Ершова, 100 м выше по течению от кустовой площадки № 4; точка В4 – р. Мал. Ершова, в 100 м ниже по течению от кустовой площадки № 4; точка В5ф – р. Тегус, на входе в контур ЛУ; точка В6 – р. Тегус, в месте впадения в р. Демьянку.

По результатам анализа отобранных проб в 2018 г. установлено, что речная вода не соответствовала установленным нормативам качества по следующим показателям:

– в мае: в точках В1, В3, В4, В5, В6 – по фенолу; в точке В2 – по фосфатам, меди; в точках В4, В5 – по фенолу, нефтепродуктам;

– в сентябре: в точках В1, В3, В4 – по меди; в точке В5 – по фенолу; в точке В6 – по фосфатам, фенолу;

– в среднем за год: в точках В5, В6 – по фенолу. Значения остальных контролируемых показателей во все периоды в обеих точках не превышают соответствующих нормативов.

Для оценки уровня воздействия хозяйственной деятельности на водные объекты проведен анализ состояния поверхностных вод в контрольных точках относительно фоновой точки. В качестве фоновой точки на р. Демьянка определена точка В2ф, на р. Тегус – точка В5ф; точки В1 и В6 соот-

ветственно являются контрольными. Фоновая и контрольная точка на р. Мал. Ершовой назначены следующим образом:

– фоновая – точка В3 в 100 м выше по течению от кустовой площадки № 4;

– контрольная – точка В4 в 100 м ниже по течению от кустовой площадки № 4.

В р. Демьянке в 2018 г. в контрольной точке В1 по сравнению с фоном (точка В2ф) зафиксировано увеличение значений в среднем за год по следующим показателям: рН, сульфаты, нефтепродукты, медь.

В р. Мал. Ершова в 2018 г. в контрольной точке В4 по сравнению с фоном (точка В3) зафиксировано увеличение значений в среднем за год по следующим показателям: хлориды, нефтепродукты, никель.

В р. Тегус в 2018 г. в контрольной точке В6 по сравнению с фоном (точка В5ф) зафиксировано увеличение значений в среднем за год по следующим показателям: рН, фенол.

Уровень загрязненности воды оценивался посредством использования следующих коэффициентов.

Коэффициент комплексности загрязненности воды (ККЗВ) был рассчитан для 12 показателей. Полученные значения ККЗВ варьировались в пределах от 0 до 16,67 и составили:

– в точках В1, В3, В4, В5ф: в мае и в сентябре – 8,33 (вода относится к I категории загрязненности);

– в точке В2ф: в мае и в сентябре – 0,00 (загрязненность отсутствует);

– в точке В6: в мае – 8,33, в сентябре – 16,67 (вода относится ко II классу загрязненности).

Индексы КИЗВ и УКИЗВ рассчитаны по 12 показателям. Согласно расчетам, в 2018 г. УКИЗВ варьировался от 0,00 до 1,26. С учетом коэффициента запаса (К варьировался в диапазоне от 0,9 до 1) и числа критических показателей загрязненности (КПЗ варьировался от 0 до 1) речная вода соответствует:

– в точках В1, В2ф, В3, В4, В5ф – 1 классу загрязненности (условно чистая);

– в точке В6 – 2 классу загрязненности (слабо загрязненная).

В целях оценки качества воды также проведены токсикологические исследования. Все исследованные пробы не оказывали острого токсического действия.

В целях оценки годовых изменений качества поверхностных вод в результате хозяйственной деятельности был проведен сравнительный анализ данных 2018 и 2017 гг.

Анализ многолетнего изменения состояния рек проведен в сравнении с данными о фоновом загрязнении речной воды, полученными в 2014 г. В качестве фоновых значений для рек Демьянки и Мал. Ершовой применены результаты наблюдений в точках В1, В2ф, В6, В7 сети наблюдений 2014 г.

Анализ многолетнего изменения состояния р. Тегус в точках В5ф и В6 не проводится в связи с отсутствием результатов наблюдений за пятилетний период.

Сравнительный анализ результатов исследований выявил незначительный рост значений по следующим показателям:

1) в 2018 г. по сравнению с уровнем 2014 г.:

– в мае: в точке В1 – БПКполн., сульфаты, хлориды, фенол, хром; в точке В2ф – БПКполн., сульфаты, хлориды, фенол, нефтепродукты, марганец, хром; в точке В3 – рН, БПКполн., сульфаты, хлориды, фенол, нефтепродукты, хром; в точке В4 – БПКполн., хлориды, фенол, нефтепродукты, хром;

– в сентябре: в точке В1 – аммоний, сульфаты, хлориды, фенол, нефтепродукты, медь, никель; в точке В2ф – БПКполн., аммоний, нитраты, сульфаты, хлориды, фенол, нефтепродукты, железо, марганец; в точке В3 – рН, БПКполн., аммоний, сульфаты, фенол, нефтепродукты, медь, никель; в точке В4 – рН, БПКполн., аммоний, сульфаты, фенол, нефтепродукты, медь, никель;

2) в 2018 г. по сравнению с уровнем 2017 г.:

– в мае: в точке В1 – БПКполн., хлориды, фенол, нефтепродукты, хром; в точке В2ф – хлориды, фенол, нефтепродукты, железо, марганец, свинец, хром; в точке В3 – рН, БПКполн., сульфаты, хлориды, нефтепродукты, железо, марганец, никель, хром; в точке В4 – БПКполн., сульфаты, хлориды, нефтепродукты, железо, марганец, никель, хром; в точке В5ф – БПКполн., сульфаты, фенол, никель, хром; в точке В6 – рН, БПКполн., сульфаты, хлориды, фенол, никель, хром;

– в сентябре: в точке В1 – сульфаты, хлориды, фосфаты, нефтепродукты; в точке В2ф – БПКполн., аммоний, нитраты, сульфаты, хлориды, фосфаты, фенол, железо; в точке В3 – сульфаты, хлориды; в точке В4 – БПКполн., сульфаты, хлориды, нефтепродукты; в точке В5ф – аммоний, нитраты, сульфаты, хлориды, фосфаты, железо; в точке В6 – рН, аммоний, нитраты, хлориды, фосфаты, нефтепродукты, железо.

Значения остальных контролируемых показателей во всех точках во все периоды наблюдений не изменились или снизились.

Повышенное содержание примесей может быть связано как с загрязнением речной воды отводимыми сточными водами (в т.ч. сторонних организаций, осуществляющих водопользование на участках рек, расположенных выше по течению), так и с приносом примесей из других природных сред при взаимодействии в системах «атмосферный воздух – поверхностная вода», «снежный покров – поверхностная вода», «грунтовая вода – поверхностная вода», «донные отложения – поверхностная вода», «почвы – поверхностная вода», т.е. с природным фактором. При этом повышенное содержание поллютантов может отмечаться даже на тех территориях, которые не подвержены какому-либо антропогенному воздействию, что в целом характерно для водных объектов Западной Сибири.

Выводы

Экологический мониторинг и сравнительный анализ общего состояния природных вод на Усть-Тегусском месторождении в рассматриваемый период (2013–2018 гг.) показали прогрессирующее загрязнение водной среды при волнообразном характере содержания загрязняющих компонентов, обусловленный влиянием климатических факторов в годовом режиме.

Применительно к поверхностным водам значения коэффициента комплексности загрязненности воды в разных точках в разные периоды года варьировались от 0 до 33,33, при этом результаты испытаний соответствуют слабому загрязнению водной среды во всех контролируемых точках.

Для грунтовых вод характерен рост значений контролируемых поллютантов, обусловленный инфильтрацией с осадками, поверхностным и грунтовым стоком с заборочных территорий.

Сравнительный анализ результатов исследований выявил незначительный рост содержания примесей в пробах *грунтовых вод в районе комплекса по закачке отходов и водных объектов*.

Наряду с этим в воде контролируемых проб превышений по бактериологическим показателям и гельминтам не выявлено.

В качестве рекомендаций и основных мероприятий по охране природных вод, с целью

уменьшения концентраций загрязняющих веществ, рекомендуется:

– усилить контроль за соблюдением нормативов сброса сточных вод;

– усилить контроль за работой очистных сооружений сточных вод, за соблюдением технологического регламента их работы;

– реализовать комплекс мер по расчистке русла реки от завалов, образованных естественным путем (обвалы берегов, завалы сухих деревьев и др.), с целью предотвращения застоя поверхностной воды и зарастания русла;

– ежегодно обследовать шламовые амбары на предмет нарушения целостности обвалования, гидроизоляции дна и стенок для исключения розлива и фильтрации загрязняющих веществ.

Список литературы / References

1. Поршакова А.Н., Старостин С.В., Котельников Г.А. Экологический мониторинг районов нефтяных и газовых месторождений: проблемы и перспективы // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=13090> (дата обращения: 10.07.2020).
2. Porshakova A.N., Starostin S.V., Kotelnikov G.A. Environmental monitoring of oil and gas fields: problems and prospects // Modern problems of science and education. 2014. № 3. [Electronic resource]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=13090> (date of access: 10.07.2020) (in Russian).
3. Серпуховитина Т.Ю., Ернеев Р.Ю., Жилинкова А.П. Геоэкологический мониторинг техногенного воздействия горных предприятий на территории Губкинского района // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2011. № 8. С. 231–236.
4. Serpukhovitina T.Yu., Erneeov R.Yu., Zhilinkova A.P. Geoeological monitoring of the technogenic impact of mining enterprises on the territory of the Gubkinsky district // Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten' (nauchno-tehnicheskii zhurnal). 2011. № 8. P. 231–236 (in Russian).
5. Легостаева Я., Ксенофонтова М., Попов В. Геоэкологический мониторинг на территории подземных полигонов утилизации высокоминерализованных вод в Западной Якутии // Экология и промышленность России. 2019. Т. 23. № 4. С. 58–63. DOI: 10.18412/1816-0395-2019-4-58-63.
6. Legostaeva Ya., Ksenofontova M., Popov V. Geoeological monitoring in the territory of underground disposal sites for highly mineralized waters in Western Yakutia // Ekologiya i promyshlennost' Rossii. 2019. № 4 (23). P. 58–63 (in Russian).
7. Казьмин С.П., Климов О.В. Экологический мониторинг на нефтяных месторождениях Новосибирской области // Гео-Сибирь-2011: сборник материалов VII Международного Научного Конгресса (19–29 апр. 2011 г.). Т. 4. Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология. Новосибирск, 2011. С. 227–231.
8. Kazmin S.P., Klimov O.V. Ecological monitoring at oil fields of the Novosibirsk Region // Geo-Siberia-2011: collection of materials of the VII International Scientific Congress (April 19-29, 2011). V. 4. Distantionnyye metody zondirovaniya Zemli i fotogrammetriya, monitoring okruzhayushchey sredy, geoeekologiya. Novosibirsk, 2011. P. 227–231 (in Russian).
9. Акселевич В.И. Система геоэкологического мониторинга и его организация в интересах обеспечения безопасности мегаполисов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 8–1. С. 70–74.
10. Akselevich V.I. The system of geoeological monitoring and its organization in the interests of ensuring the safety of megacities // Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy. 2015. № 8–1. P. 70–74 (in Russian).
11. Лунев Б.С., Красильников П.А., Иларионов С.А., Спасский Б.А., Наумов В.А. Картирование территории при проведении геоэкологического мониторинга средствами ГИС // Фундаментальные исследования. 2014. № 11–1. С. 89–93.
12. Lunev B.S., Krasilnikov P.A., Ilarionov S.A., Spassky B.A., Naumov V.A. Territory mapping during geoeological monitoring by means of GIS // Fundamental research. 2014. № 11–1. P. 89–93 (in Russian).