

СОСТОЯНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ВБЛИЗИ ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

А. А. Волчек¹, А. В. Безручко²

¹УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь, volchak@tut.by

²Брестский областной комитет природных ресурсов и охраны окружающей среды, Брест, Беларусь, alena-bezruchko@yandex.by

Аннотация

В работе рассмотрена экологическое состояние подземных вод вблизи полигонов твердых коммунальных отходов при осуществлении локального мониторинга.

Оценка воздействия объектов на состояние подземных вод проводилась в период с 2019 по 2021 годы путем сравнения фактических концентраций загрязняющих веществ в наблюдательных и фоновых скважинах. Полученные данные позволили оценить динамику загрязнения подземных вод вблизи объектов захоронения, способность к миграции и разбавлению тех или иных химических элементов.

Вопрос усовершенствования системы локального мониторинга компонентов окружающей среды на сегодняшний день является актуальным.

Ключевые слова: полигон твердых коммунальных отходов, подземные воды, локальный мониторинг, наблюдательные скважины, химический элемент.

THE STATE OF GROUNDWATER NEAR MUNICIPAL SOLID WASTE LANDFILLS

A. A. Volchak, A. V. Biazruchka

Abstract

The paper considers the ecological state of groundwater near solid municipal waste landfills in the implementation of local monitoring.

The assessment of the impact of objects on the state of groundwater was carried out for 2015-2019 by comparing the actual concentrations of pollutants in observation and background wells. The data obtained made it possible to assess the dynamics of groundwater pollution near the landfills, the ability to migrate and dilute certain chemical elements.

The issue of improving the system of local monitoring of environmental components is relevant today.

Keywords: municipal solid waste landfill, groundwater, local monitoring, observation wells, chemical element.

Введение. Мониторинг окружающей среды представляет собой систему наблюдений за её состоянием, оценкой и прогнозом изменений этого состояния под воздействием природных и антропогенных факторов. В целях обеспечения взаимодействия систем наблюдения за состоянием окружающей среды, получения и предоставления полной, достоверной и своевременной

экологической информации создана Национальная система мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь (далее – НСМОС) [1].

Исследование и оценка риска загрязнения подземных вод является важным техническим средством для понимания уровня воздействия объектами захоронения отходов окружающей среды, а также прогнозирования тенденций и оценки риска загрязнения [2].

Мониторинг подземных вод представляет собой систему регулярных наблюдений за состоянием подземных вод по гидрогеологическим, гидрохимическим и другим показателям, оценки и прогноза его изменения в целях своевременного выявления негативных процессов, предотвращения их вредных последствий и определения эффективности мероприятий, направленных на рациональное использование и охрану подземных вод.

Пунктами наблюдений государственной сети за состоянием подземных вод (далее - пункты наблюдений) являются наблюдательные скважины, оборудованные на разные водоносные горизонты и слабопроницаемые разделяющие отложения и включенные в государственный реестр Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь [3, 4].

Объектами мониторинга подземных вод являются грунтовые и артезианские подземные воды.

Цель работы – изучение экологического состояния подземных вод вблизи полигонов твердых коммунальных отходов при осуществлении локального мониторинга.

Методы исследования и исходные данные. Анализ результатов произведен на основании полученных данных лабораторией ГУ РЦАК Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и статистического отчета захораниваемых отходов производства на полигонах Брестского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Оценка воздействия объекта захоронения на состояние подземных вод, в соответствии с требованием, проводилась за последние четыре года, путем сравнения фактических концентраций загрязняющих веществ в наблюдательных и фоновых скважинах (показатель $C_{\text{набл.}}/C_{\text{фон}}$).

Результаты наблюдений. Одной из крупных экологических и социальных проблем урбанизированных территорий является снижение негативного воздействия полигонов твердых коммунальных отходов на объекты гидросферы.

Полигоны твердых коммунальных отходов являются объектами высокого экологического риска загрязнения окружающей среды. Важным фактором, определяющим негативное воздействие полигонов захоронения, является свалочный фильтрат [11]. На протяжении всей эксплуатации объекта захоронения твердых коммунальных отходов фильтрат является постоянным источником загрязнения подземных вод [5].

В целях снижения вредного воздействия на компоненты окружающей среды полигоны оборудуются специальными инженерными сооружениями, согласно действующего природоохранного законодательства Республики Беларусь.

Проектирование, строительство полигонов твердых коммунальных отходов на территории области регламентируется Законом Республики Беларусь «Об обращении с отходами» и иными нормативно-правовыми актами, действующими на территории республики [6].

В настоящее время для захоронения твердых коммунальных отходов на территории Брестской области действует 28 полигонов твердых коммунальных отходов.

Химический состав подземных вод, формирующийся под влиянием многих природных и антропогенных факторов характеризуется большим разнообразием. Информация о загрязнении подземных вод в местах размещения потенциальных и выявленных источников их загрязнения крайне важна. Полигон твердых коммунальных отходов является таким источником. Данная информация необходима для принятия решений по снижению загрязнения и оценки эффективности природоохранных мероприятий.

Под пунктом наблюдения необходимо понимать фоновую скважину (колодец) и наблюдательные скважины полигонов. Периодичность наблюдений составляет не реже 1 раза в год на каждом объекте захоронения. Пробы отбирают как представители лаборатории аналитического контроля при Министерстве природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, так и само предприятие, которое эксплуатирует объект захоронения [3, 4, 7]. Предприятие может приглашать и иные аккредитованные лаборатории республики для контрольного анализа отобранных проб.

С целью постоянного мониторинга качества подземных вод вблизи 28 полигонов твердых коммунальных отходов в области насчитывается 120 пунктов наблюдений локального мониторинга. На каждую скважину имеются документы в которых содержится исчерпывающая информация о глубине пробуренной скважины, времени установки, залегания подземных вод, периодичность отбора проб и т.д.

Параметры наблюдений установлены для всех пунктов наблюдений одинаковые. Качество подземной воды в республике контролируется по 20 показателям.

Параметры наблюдений, периодичность наблюдений, количество пунктов наблюдений вблизи объектов захоронения в разрезе административных районов области приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Количество и местонахождение пунктов наблюдений локального мониторинга окружающей среды, перечень параметров, периодичность наблюдений и перечень юридических лиц, осуществляющих проведение локального мониторинга окружающей среды

№ п/п	Административно территориальная единица	Пункты наблюдений локального мониторинга	
		количество	наименование и местонахождение, источник вредного воздействия на окружающую среду
1	Барановичский район	10	Фоновая и наблюдательные скважины, полигон твердых коммунальных отходов (далее - полигон ТКО), г. Барановичи, н.п. Деревная

2	Березовский район	3	Фоновая и наблюдательные скважины, полигон ТКО, н.п. Пески
3	Березовский район	3	Фоновая и наблюдательные скважины, полигон ТКО, н.п. Первомайская
4	Брестский район	4	Фоновая и наблюдательные скважины, полигон ТКО д.Медно Брестского района
5	г. Брест	4	Фоновая и наблюдательные скважины, полигон ТКО г. Брест, Знаменский с/с, 60
6	Брестский район	2	Фоновая и наблюдательные скважины, полигон ТКО, н.п. Омелино
7	Ганцевичский район	3	Фоновая и наблюдательные скважины, полигон ТКО, 5 км от н.п. Ганцевичи
8	Дрогичинский район	3	Фоновая и наблюдательные скважины полигон ТКО, н.п. Семеновщина
9	Жабинковский район	3	Фоновая и наблюдательные скважины, полигон ТКО, н.п. Саки
10	Жабинковский район	3	Фоновая и наблюдательные скважины, полигон ТКО г. Жабинка, в урочище «Боры», 10 км западнее г. Жабинка
11	Ивановский район	12	Фоновая и наблюдательные скважины, полигон ТКО н.п. Снитово, 2,8 км южнее г. Иваново
12	Ивацевичский район	3	Фоновая и наблюдательные скважины, полигон ТКО н.п. Телеханы, 0,7 км юго-западнее д. Краглевичи
13	Ивацевичский район	4	Фоновая и наблюдательные скважины, полигон ТКО, 0,9 км южнее н.п. Михновичи
14	Ивацевичский район	3	Фоновая и наблюдательные скважины, полигон ТКО, 0,5 км южнее н.п. Косово
15	Каменецкий район	3	Фоновая и наблюдательные скважины, полигон ТКО г. Каменец, 1,5 км от н.п. Кукольчицы
16	Каменецкий район	4	Фоновая и наблюдательные скважины, полигон ТКО г. Высокое, 0,6 км от д. Суходол
17	Кобринский район	3	Фоновая и наблюдательные скважины, полигон ТКО г. Кобрин, н.п. Каташи
18	Лунинецкий район	6	Фоновая и наблюдательные скважины, полигон ТКО г. Лунинец, н.п. Ракитно, 6 км восточнее г. Лунинца
19	Лунинецкий район	6	Фоновая и наблюдательные скважины, полигон ТКО г. Микашевичи, 9 км северо-западнее г. Микашевичи
20	Ляховичский район	3	Фоновая и наблюдательные скважины, полигон ТКО г. Ляховичи, н.п. Грушевка
21	Малоритский район	7	Фоновая и наблюдательные скважины, полигон ТКО г. Малорита, 2,5 км от г. Малорита и 0,3 км севернее от н.п. Збураж

22	г.Пинск	5	Фоновая и наблюдательные скважины, полигон ТКО г. Пинск, н.п. Вулька Городищенская
23	Пинский район	3	Фоновая и наблюдательные скважины, полигон ТКО, н.п. Логишин
24	Пружанский район	3	Фоновая и наблюдательные скважины, полигон ТКО г. Пружаны, 6 км от н.п. Слобудка
25	Пружанский район	3	Фоновая и наблюдательные скважины, полигон ТКО н.п. Ружаны, н.п. Близная (2 км от н.п. Ружаны)
26	Столинский район	4	Фоновая и наблюдательные скважины, полигон ТКО г. Столин, н.п. Глинка
27	Столинский район	3	Фоновая и наблюдательные скважины, полигон ТКО г. Давид-Городок
28	Столинский район	5	Фоновая и наблюдательные скважины, полигон ТКО г. Давид-Городок - аг. Олышаны

Все объекты захоронения твердых коммунальных отходов находятся на балансе службы жилищно-коммунального хозяйства.

На 28 полигонах ТКО захораниваются отходы производства 3-го, 4-го и неопасного класса опасности, согласно полученным разрешениям на хранение и захоронение отходов производства выдаваемых территориальными органами Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и отходы потребления, которые образуются от населения [8, 9].

Мониторинг подземных вод представляет собой систему регулярных наблюдений за состоянием подземных вод возле объектов захоронения твердых коммунальных отходов Брестской области, в целях своевременного выявления негативных процессов, предотвращения их вредных воздействий на окружающую среду и определения эффективности мероприятий, направленных на сохранение биоразнообразия.

Качество подземных вод анализируется по 20 показателям: уровень воды, температура, рН, минерализация воды, концентрация аммоний-иона (в пересчете на азот), нитрат-иона (в пересчете на азот), сульфат-иона, хлорид-иона, фосфат-ион (в пересчете на фосфор), СПАВ, железа общего, кадмия, марганца, меди, никеля, ртути, свинца, хрома, цинка, нефтепродуктов.

Локальный мониторинг окружающей среды, является одним из 12 видов мониторинга в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь и проводится юридическими лицами за счет собственных средств. Наблюдения проводятся лабораториями природопользователей либо другими аккредитованными лабораториями. Организацию и координацию работ по проведению локального мониторинга осуществляет Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, контроль за проведением локального мониторинга осуществляют территориальные органы Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь [10].

Сбор, хранение, обобщение данных локального мониторинга, подготовку информации по результатам проведения локального мониторинга осуществляет информационно - аналитический центр локального мониторинга, функционирующий на базе государственного учреждения «Республиканский центр аналитического контроля в области охраны окружающей среды».

Проведение наблюдений локального мониторинга, объектом наблюдения которого являются подземные воды, при установленной периодичности наблюдений 1 раз в год осуществляется в период спада весеннего половодья (постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 01.02.2007 № 9 в редакции постановления Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 11.01.2017 № 4). Вместе с тем, стоит отметить что все 28 полигонов оснащены наблюдательными скважинами, однако количество их на объектах захоронения отлично.

Так, на полигоне ТКО д. Омелино Брестского района размещено 2 наблюдательные скважины. Полигон д. Омелино мощностью 15,25 тыс. т/год эксплуатируется с 2007 года. На баланс КПУП «Брестский мусороперерабатывающий завод» объект передан в 2017 году. Согласно проектно-сметной документации и акту ввода в эксплуатацию на полигоне находится две скважины для проведения локального мониторинга.

Наблюдательные колодцы в районе полигона ТКО г.п. Ружаны Пружанского района размещаются на значительном расстоянии от объекта захоронения. Согласно информации Пружанского КУПП «Коммунальник» в качестве пунктов наблюдения за состоянием подземных вод используются шахтные колодцы, расположенные в г.п. Ружаны, д. Близная (расстояние от полигона 5,4 км) и д. Ковали (расстояние от полигона 6,3 км). Строительство полигона ТКО в г.п. Ружаны (1-ая карта) осуществлялось в 1997 году, второй карты – в 2015 году. При проектировании полигона ТКО в г.п. Ружаны строительство наблюдательных скважин не предусматривалось. Изначально проектно-сметной документацией было предусмотрено, что локальный мониторинг за состоянием подземных вод в зоне возможного неблагоприятного влияния полигона будет осуществляться из шахтных колодцев.

На полигоне ТКО г. Бреста локальный мониторинг за состоянием подземных вод ведется из 4 наблюдательных скважин, полигон ТКО г. Барановичи – 10, полигон ТКО г. Иваново – 12.

Это связано с тем, что пункты наблюдений должны быть расположены по течению естественного потока подземных вод выше и ниже источника вредного воздействия. Также для оценки влияния полигона на состав подземных вод один из пунктов наблюдений должен располагаться выше по направлению грунтового потока с целью отбора проб воды, на которую не оказывает влияния фильтрат с полигона. Пробы воды из пунктов наблюдений, расположенных выше полигона по течению грунтовых вод, характеризуют их исходное состояние. Для отбора проб воды с целью выявления влияния на нее полигона, ниже по течению грунтовых вод закладывают не менее двух пунктов наблюдений: один на границе полигона, второй на расстоянии 50 – 100 м, согласно требованиям ТКП 17.06-01-

2007 «Правила размещения пунктов наблюдения за состоянием подземных вод для проведения локального мониторинга окружающей среды» [12–14].

При этом, оценка воздействия объектов на состояние подземных вод проведена в соответствии с требованием ЭкоНиП 17.01.06-001-2017, путем сравнения фактических концентраций загрязняющих веществ в наблюдательных и фоновых скважинах (показатель $C_{набл.}/C_{фон}$, мг/дм³) на всех объектах.

Превышения фоновых показателей по определенным химическим элементам представлены в таблице 2. Полученные данные свидетельствуют о неоднозначной динамике увеличения или снижения химических элементов в подземных водах вблизи полигонов. Динамика обнаружения в подземных водах анализируемого химического элемента видна в таблице 2 и рисунке 1

Таблица 2 – Анализ качества подземных вод по отдельным показателям, вблизи объектов захоронения, объединенных по группам исследования, мг/дм³

Группа полигонов/ химический показатель	Аммоний-ион	Нитрат-ион	Сульфат-ион	Хлорид-ион	Фосфат-ион	Железо общее	Марганец	Медь	Цинк	Хром	Минерализация воды	Нефтепродукты	Кобальт	Свинец	Кадмий	Ртуть	Фенолы
Группа 1	1,67	2,77	1,87	1,4	2,04	3,11	3,55	1,93	1,88	2,14	5,97	2,64	0,37	1,3	1,4	1,5	0,54
Группа 2	2,4	2,92	10,34	5,78	1,56	2,29	3,02	3,15	3,67	0,46	1,68	2,91	1,36	0,27	0,58	0,34	0,61

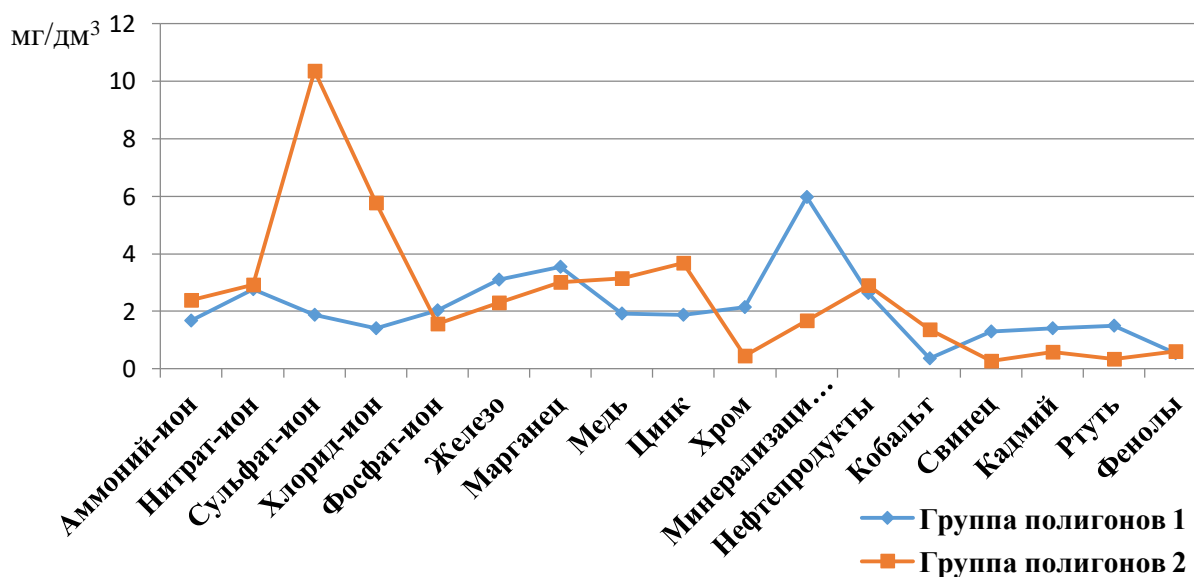


Рисунок 1 – Данные по каждому показателю в разрезе двух групп полигонов, полученные в результате локального мониторинга качества подземных вод по отношению к фоновым показателям, мг/дм³

Полигоны твердых коммунальных отходов, на которых отсутствует противифльтрационный экран (далее – полигоны группы 1): полигон г. Березы, полигон г. Белоозерска, полигон д. Медно Брестского района, полигон г. Ганцевичи, полигон д. Саки Жабинковского района, полигон г. Дрогичина, полигон г.п. Михновичи, полигон г. Косово, полигон д. Телеханы Ивацевичского района, полигон г. Высокое Каменецкий район, полигон г. Ляховичи, полигон г. Малориты, полигон г.п. Логишин Пинского района, полигон г. Давид-Городок Столинского района.

Полигоны твердых коммунальных отходов, на которых имеются противифльтрационный экран (далее – полигоны группы 2): полигон г. Барановичи, полигон г. Бреста, полигон д. Омелина Брестского района, полигон г. Жабинка, полигон г. Иваново, полигон г. Каменца, полигон г. Кобрин, полигон г. Лунинца, полигон г.п. Микашевичи, полигон г. Пинска, полигон г. Пружаны, полигон г.п. Ружаны Пружанского района, полигон г. Столина, полигон г.п. Ольшаны Столинского района.

В 2021 г., как и ранее, воздействие на подземные воды отмечалось в районе расположения большинства объектов захоронения отходов (Снабл/Сфон более 1,2 раза). В отдельных наблюдательных скважинах и по отдельным параметрам наблюдения большинства полигонов второй группы зафиксировано превышение фоновых показателей по таким ионам как: сульфат-ион в 10,34 раза от показателей фоновой скважины; хлорид-ион в 5,78 раза, нитрат-ион в 2,92 раза, нефтепродуктов в 2,91 раза, аммоний-ион в 2,4 раза, фенолы общие в 0,61 раза.

В подземных водах вблизи полигонов группы 1 зафиксировано превышение показателей от фоновых по: минерализация воды в 5,97 раза, марганец в 3,55 раза, железо в 3,11 раза, фосфор-ион в 2,04 раза. Полученные результаты показывают, что эксплуатируемые полигоны меняют качество подземных вод.

Следует отметить, что по мере удаленности скважин от полигона ТКО степень влияния на подземные воды гораздо меньше. Так, в наиболее отдаленных от объекта наблюдательных скважинах, расположенных в районе полигона ТКО г. Иваново наблюдается снижение фосфат-иона с 1,516 раза до 0,006 мг/дм³, сульфат-иона с 2,156 до 0,073 мг/дм³, нефтепродуктов с 1,1957 до 0,383 мг/дм³. Аналогично наблюдается и по другим полигонам ТКО.

Результаты локального мониторинга 2021 г. свидетельствуют о сохранении повышенного значения концентраций загрязняющих веществ на уровне предыдущих лет наблюдений, в большинстве наблюдательных скважин полигонов ТКО гг. Барановичи, Брест, Пинск.

Это в первую очередь связано с наибольшим количеством поступающих на данные объекты отходов 3-го класса опасности, которые чрезвычайно опасны и содержат большое количество вредных химических элементов (таблица 3).

Таблица 3 – Содержание загрязняющих веществ в наблюдательных скважинах на полигонах ТКО за период 2019-2021 гг.

Наименование предприятия	Наименование и местонахождение, источник вредного воздействия на окружающую среду	Название показателей	Результаты мониторинга (концентрации в наблюдательных скважинах по сравнению с фоновой), мг/дм ³		
			2021 год	2020 год	2019 год
КУМОП ЖКХ «Барановичское городское жилищно-коммунальное хозяйство»	Фоновая и наблюдательные скважины (полигон г. Барановичи)	Аммоний-ион	в 0,389-1,972 раза	в 0,254-1,379 раза	в 1,023-1,93 раза
		Нитрат-ион	в 0,971-1,229 раза	в 1,014-1,211 раза	в 1,012 раза
		Сульфат-ион	в 1,038-1,442 раза	в 0,953-1,451 раза	в 1,063-1,25 раза
		Хлорид-ион	в 1-4,917 раза	в 0,634-2,827 раза	в 1,063-2,83 раза
		Фосфат-ион	в 1,133-2 раза	в 1-1,529 раза	в 1,13-1,609 раза
		Железо общее	в 0,922-1,759 раза	в 0,736-1,35 раза	в 1,027 раза
		Марганец	в 2-58,333 раза	в 1,7-47,1 раза	в 1,065-6,0 раза
		Медь	в 0,9-2,1 раза	в 0,818-2,091 раза	в 1,33-2,22 раза
		Цинк	в 0,583-1 раза	в 0,727-1,182 раза	в 1,1-1,3 раза
		Хром	в 1,122-1,939 раза	в 1,111-2 раза	в 1,27-1,91 раза
		Минерализация воды	в 1,172-8,594 раза	в 0,947-11,404 раза	в 1,58-3,63 раза
		Нефтепродукты	в 0,625-1,375 раза	в 0,5-2,5 раза	в 1,5-3,5 раза
		СПАВ	в 1,036-15 раза	в 1-14,444 раза	в 1,21-20,36раза
КПУП «Брестский мусороперерабатывающий завод»	Фоновая и наблюдательные скважины, (полигон г. Брест)	Аммоний-ион	в 0,859-1,578 раза	в 2,862-34,828 раза	в 1,12 раза
		Нитрат-ион	в 0,417-1,667 раза	в 1,316-2,895 раза	в 1,45 раза
		Сульфат-ион	больше фона	в 1,167-1,696 раза	больше фона
		Хлорид-ион	в 0,943-1,115 раза	-	
		Фосфат-ион	в 1,25-1,75	в 0,824-0,882 раза	в 0,9-1,1 раза
		Железо общее	в 2,222-4,8 раза	в 1,747-2,967 раза	в 1,1-3,82 раза
		Марганец	в 0,836-1,309 раза	в 0,943-3,195 раза	в 2,78 раза
		Медь	в 0,612-1,038 раза	в 0,509-1,073 раза	-
		Цинк	в 0,648-0,863 раза	в 0,48-0,74 раза	в 1,25 раза
		Минерализация воды	в 0,694-0,925 раза	в 1,086-1,371 раза	в 1,2раза
		Нефтепродукты	в 0,805-0,927 раза	в 0,304-0,623 раза	-
		СПАВ	в 0,717-1,587 раза	в 0,48-0,6 раза	-

КУПП «Жилищно-коммунальное хозяйство» г.Пинска	Фоновая и наблюдательные скважины, полигон ТКО (г.Пинск), н.п.Вулька Городищенская	Аммоний-ион	в 0,933-1,133 раза	в 1,3-1,89 раза	в 1,131 раза
		Нитрат-ион	в 0,9-1,15 раза	в 1,596-2 раза	-
		Сульфат-ион	в 0,885-1,007 раза	в 1,177-1,213 раза	в 1,01-1,30 раза
		Хлорид-ион	в 0,593-0,813 раза	в 1,051-1,069 раза	в 1,02-1,31 раза
		Фосфат-ион	в 1-1,2 раза	в 1,485-2,212 раза	в 1,75 раза
		Железо общее	в 0,92-1,156 раза	в 0,455-0,741 раза	-
		Марганец	в 0,417-3,75 раза	в 0,875-1,25 раза	-
		Медь	в 0,75-0,833 раза	в 1,125-1,25 раза	в 1,13-1,25 раза
		Никель	-	-	-
		Цинк	в 1-1,2 раза	в 0,833-1,167 раза	в 1,2 раза
		Минерализация воды	в 1,037-0,959 раза	в 1,139-1,283 раза	в 1,1 раза
		Нефтепродукты	в 0,48-1,6 раза	в 0,889-1 раза	в 1,25 раза
		СПАВ	в 1,095-1,333 раза	в 1,233-1,467 раза	в 2,0-2,2 раза

Полученные нами результаты подтверждают имеющиеся в литературе сведения [15] о том, что в процессе эксплуатации полигонов образуется целый комплекс процессов, которые негативно воздействуют на окружающую среду.

Выводы. Данные локального мониторинга подземных вод за последние годы показывают, что ухудшение качества подземных вод происходит в основном за счет повышенных значений веществ связанных с антропогенным происхождением, которые специфичны для каждого объекта захоронения (таблица 3).

Полученные результаты локального мониторинга подземных вод требуют детального изучения морфологического состава твердых коммунальных отходов, поступающих на захоронение на конкретный объект, и как следствие, состава фильтрата, образующегося в результате физических и химических процессов, протекающих на полигонах твердых коммунальных отходов.

Следует отметить, что необходимо усовершенствовать систему мониторинга в части количества наблюдательных скважин на полигонах гг.Барановичи, Брест, Пинск, так как результаты оценки состава подземных вод по отдельным показателям имеют тенденцию к ухудшению. Кроме того, требуется определить максимальное расстояние распространения загрязнения от тела полигона, чтобы в дальнейшем выработать механизм действия по их ликвидации и недопущению попадания в подземные воды.

Список цитированных источников

1. Национальная система мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь: результаты наблюдений, 2016 год [Электронный ресурс] / М-во природ. ресурсов и охраны окружающей среды; Респ. центр по гидрометеорологии, контролю радиоактив. загрязнения и мониторингу окружающей среды Респ. Беларусь. – Минск : Белгидромет, 2017. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

2. Лысухо, Н. А. Отходы производства и потребления, их влияние на природную среду : моногр. / Н. А. Лысухо, Д. М. Ерошина. – Минск : МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2011.
3. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2017 год / Респ. центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды ; под общ. ред. Е. П. Богодяж. – Минск, 2018. – 450 с.
4. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2009 / М-во природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь ; под общ. ред. С. И. Кузьмина. – Минск : Бел НИЦ «Экология», 2010.
5. Новиков, Ю. В. Экология, окружающая среда и человек: учеб. пособие для вузов, сред. шк., колледжей / Ю. В. Новиков. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Гранд: ФАИР-ПРЕСС, 2002. – 560 с.
6. Об обращении с отходами: Закон Республики Беларусь, 20 июля 2007 г., № 271-3 // Нац. правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 23.07.2007, 2/1368.
7. Безручко, А. В. Состояние качества подземных вод вблизи полигона твердых коммунальных отходов / А. В. Безручко // Природа, человек и экология : сб. тез. докл. VI Респ. науч.-практ. конф. молодых ученых, Брест, 28 марта 2019 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: С. М. Ленивко, А. Н. Тарасюк, И. Д. Лукьянчик ; под общ. ред. С. Э. Карозы. – Брест, 2019. – С. 12–13.
8. Экологические аспекты захоронения твердых коммунальных отходов на полигонах: моногр. / М-во природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, РУП «Бел НИЦ «Экология»; Д. М. Ерошина [и др.]; под общ. ред. Д. М. Ерошиной. – Минск : Бел НИЦ «Экология», 2010. – 152 с.
9. Шимова, О. С. Экология и экономика природопользования: курс лекций: в 2 ч. / О. С. Шимова. – 2-е стер. изд. – Минск : Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь, 2005. – Ч. 2. – 183 с.
10. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2017 год / Респ. центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды; под общ. ред. Е. П. Богодяж. – Минск, 2018.
11. Фильтрат полигонов ТБО [Электронный ресурс] // ТОРОС: Инжиниринг в сфере проектирования и строительства очистных сооружений. – Режим доступа : <http://www.torosltd.ru/stati/filtrat-poligonov-tbo/>. – Дата доступа : 01.07.2022.
12. Предотвращение загрязнения окружающей среды посредством строительства полигона промышленных отходов предприятия ОАО «Себряковцемент» / Е. П. Ряскова [и др.] // Современные проблемы географии, экологии и природопользования : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Волгоград, 25–26 апр. 2012 г. / Волгоградский гос. ун-т ; редкол. : С. Н. Кириллов (отв. ред.) и др. – Волгоград, 2012. – С. 651–654.
13. Объекты захоронения твердых коммунальных отходов. Правила проектирования и эксплуатации = Аб'екты захавання цвердых камунальных

адыходаў. Правілы праектавання і эксплуатавання [Электронны ресурс] : ТКП 17.11-02-2009 (02120/02030). – Введ. 01.07.2009 // Нац. фонд техн. норматив. правовых актов / Гос. ком. по стандартизации Респ. Беларусь. – Режим доступа : <http://tnpa.by/#!/DocumentCard/228135/325662>. – Дата доступа : 01.07.2022.

14. Об утверждении Инструкции о порядке проведения мониторинга подземных вод [Электронный ресурс] : Постановление М-ва природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, 14 июня 2006 г., № 39 : в ред. от 29 апр. 2008 г. № 42 // КонсультантПлюс. Беларусь /ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.
15. Об утверждении перечня коммунальных отходов: постановление М-ва жилищ.-коммун. хоз-ва Респ. Беларусь, 30 нояб. 2001 г., № 21 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2001. – № 119. – 8/7531.

УДК 551.55 (476-14)

ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТНОГО РЕЖИМА ТЕРРИТОРИИ ВОСТОЧНО-БЕЛОРУССКОЙ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ПРОВИНЦИИ

А. А. Волчек¹, А. В. Гречаник²

¹УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь, volchak@tyt.by

²УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина», Брест, Беларусь, HrachanikA@tut.by

Аннотация

В работе представлена современная характеристика скорости ветра на территории Восточно-Белорусской провинции. Проведен сравнительный анализ изменений ветрового режима в период современного потепления климата. Рассмотрены годовой ход скорости ветра и распределения ветра по градациям скоростей.

Ключевые слова: ветер, скорость, изменения, градация, Восточно-Белорусская провинция.

CHANGES IN THE SPEED REGIME OF THE EASTERN-BELARUSIAN PHYSICAL-GEOGRAPHICAL PROVINCE

A. A. Volchak, A. V. Hrachanik

Abstract

The paper presents a modern characteristic of wind speed in the territory of the East Belarusian province. A comparative analysis of changes in the wind regime during the current climate warming has been carried out. The annual course of the wind speed and the distribution of the wind according to the speed gradations are considered.

Keywords: wind, speed, changes, gradation, East-Belarusian province.

Введение. Происходящие изменения климата вызывают интерес у широкого круга специалистов и общественности, так как оказывают влияние на многие сферы хозяйственной деятельности человека: от сельского хозяйства до энергетики. В национальном докладе «Уязвимость и адаптация к изменению климата