Московский экономический журнал. № 5. 2022
Moscow economic journal. № 5. 2022

Научная статья

Original article

УДК 502/504

doi: 10.55186/2413046X_2022_7_5_282

ВЛИЯНИЕ ПОЛИГОНА ЗАХОРОНЕНИЯ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ НА ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ

THE IMPACT OF THE LANDFILL OF MUNICIPAL SOLID WASTE ON SURFACE WATER BODIES

Макарчев Андрей Олегович, инженер, НИУ ИТМО, E-mail: makarchev1995@yandex.ru

Агаханянц Полина Феликсовна, кандидат технических наук, доцент практики, НИУ ИТМО, E-mail: pfagakhaniantc@itmo.ru

Динкелакер Никита Фридрих Йоргович, инженер, Университет ИТМО, E-mail: nfdinkelaker@inbox.ru

Динкелакер Наталья Владимировна, преподаватель, Университет ИТМО, E-mail: nvdinkelaker@mail.ru

Makarchev Andrey Olegovich, Engineer, ITMO Research Institute, E-mail: makarchev1995@yandex.ru

Agakhaniants Polina Feliksovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Practice, NRU ITMO, E-mail: pfagakhaniantc@itmo.ru

Dinkelaker Nikita Fridrich Yorgovich, Engineer, ITMO University, E-mail: nfdinkelaker@inbox.ru

Dinkelaker Natalia Vladimirovna, Lecturer, ITMO University, E-mail: nvdinkelaker@mail.ru

Аннотация. Для оценки сезонной динамики качества воды в водных объектах возле полигона захоронения отходов «Полигон ТБО» у д. Лепсари (Всеволожский район Ленинградской области) в 2020 и2021 гг. был применен покомпонентный метод и интегральная оценка с использованием удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ).

Между водными объектами наблюдались значительные различия по концентрации загрязняющих веществ, в то время как характер сезонных изменений показателей качества воды для искусственных водных объектов был сходный. Исследование сезонных изменений отдельных компонентов показало следующие результаты: реакция среды (pH) в течение сезона значительно не изменялась. Во всех исследованных водных объектах в течение периода исследований фиксировался дефицит растворенного в воде кислорода. В водных объектах у полигона обнаружены многократные превышения значения показателей «биохимическое потребление кислорода» (БПК5) и «химическое потребление кислорода» (ХПК). Превышение ПДК для этих показателей характерно для всех исследованных водных объектов в весенний период после половодья. В остальные периоды года стабильное многократное превышение ПДК наблюдается для искусственных водных объектов.

Содержание ионов аммония в воде многократно превышало ПДК. За весь период наблюдений постоянно фиксировались повышенные концентрации ионов аммония (с неоднократным превышением 50 ПДК в разные годы). По рассчитанным значениям указанных индексов воды естественного водного объекта – р.Лепсари - на протяжении года характеризовались как «умеренно загрязненные» (кроме периода после паводка). Вода искусственных водных объектов у полигона захоронения твердых коммунальных отходов (ТКО) во все сезоны характеризовалась как «чрезвычайно грязная», качество воды – «очень плохое». Применение УКИЗВ для мониторинга негативного воздействия полигона на водные объекты не информативно из-за высокого содержания большого числа загрязнителей.

Abstract. Water quality in water bodies near the landfill at the Lepsari village (Vsevolozhsky district, Leningrad region) was studied in 2020 and 2021. To assess the seasonal dynamics of pollution, a component-wise method and an integral assessment were applied. Combinatorial water pollution index (SCWPI) is widely used for assessment purposes. Significant differences in the concentration of pollutants were observed between natural water bodies, while the seasonal changes in artificial water bodies were uniform. The acidity did not change significantly between seasons. A deficiency of dissolved oxygen was recorded in all the studied water bodies during the research period. In the water bodies near the landfill, BOD5 and chemical oxygen consumption (COD) exceeded ecological and sanitary limits (MPC) significantly. These parameters exceeded MPC in all the studied water bodies after spring flood. In other seasons, BOD5 and COD greatly exceeded the MPC in artificial water bodies. The ammonium ions content in water was many times higher than the MPC. During the observation period, ammonium content was high, repeatedly more than 50 times higher than the MPC limits. According to the calculated indices, the Lepsari River water is evaluated as "moderately polluted" throughout the year (except for the period after the flood). The artificial water bodies near the landfill was characterized as "extremely dirty" in all seasons, the water quality was "very poor". The SCWPI index is not informative to monitor the negative impact of the landfill due to the high content of a large number of pollutants.

Ключевые слова: полигоны ТКО, негативное воздействие на гидросферу, загрязнение, водные объекты, УКИЗВ

Keywords: MSW landfills, negative impact on the hydrosphere, pollution, water bodies, Combinatorial water pollution index

Введение

Мониторинг состояния водных объектов, расположенных вблизи полигонов ТКО, имеет важнейшее значение для сохранения континентальных пресных вод. Все полигоны захоронения отходов ведут его в обязательном порядке [2].

Нормативными документами предусмотрен обязательный мониторинг показателей качества воды в водных объектах вблизи полигонов ТК не реже, чем 1 раз в квартал (гидрологическую фазу) [3].

Оценка степени загрязненности водных объектов производится по гидрохимическим и микробиологическим показателям, а также по токсичности. Анализ по гидрохимическим данным обычно выполняется в виде покомпонентного анализа, что в случае данных мониторинга водных объектов у полигонов ТКО затруднено ввиду большого количества показателей, большого числа превышений ПДК, нестабильности показателей [4, 5]. Такая ситуация характерна практически для всех водных объектов возле полигонов и объясняется тем, что состав отходов неоднороден, а происходящие в теле полигона процессы разложения и образования фильтрата неравномерны [6]. В связи с этим отдельные гидрохимические характеристики не могут дать полного представления о состоянии водного объекта. Большое число гидрохимических показателей, характерное для программ мониторинга водных объектов возле полигонов, создает проблему, связанную со сложностью анализа большого объема данных, и, соответственно, трудностями в объективной оценке степени и динамики негативного влияния полигона ТКО на водные объекты. Это, в свою очередь, негативно сказывается на качестве принятия решений по эксплуатации полигонов ТКО, необходимости реконструкции или рекультивации.

Для анализа подобных массивов гидрохимических данных в гидрометеорологической практике используются различные интегральные оценки и гидрохимические индексы. При их использовании систематизируются результаты покомпонентной оценки, приобретают наглядность и облегчают комплексное восприятие ситуации на водном объекте [7]. В настоящее время в системе Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) при оценке степени загрязненности водных объектов в России используется удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ). Также УКИЗВ широко распространен при проведении

исследований [8, 9]. Тем не менее, для анализа результатов мониторинга негативного влияния полигонов на малые водные объекты интегральные характеристики практически не применяются [10].

Вода водных объектов возле полигонов ТКО может иметь высокий уровень загрязнения. Существующие методы интегральной оценки загрязненности сточных вод трудно применимы к воде из водных объектов вблизи полигонов [11]. В первую очередь, это связано с высоким уровнем загрязненности вод по многим показателям и вариабельностью показателей содержания отдельных загрязнителей [12]. В то же время, большинство полигонов ТКО в Ленинградской области расположены вблизи малых водных объектов, что связано с густотой гидрологической сети в регионе. Распространению загрязнителей от полигона способствует заболоченность, увеличивающая связность водных объектов между собой [13]. Для сохранения водных объектов вблизи полигонов и предотвращения распространения загрязнителей по гидрологической системе необходимо совершенствование системы мониторинга поверхностных вод.

Материалы и методы

Исследования проведены в 2019-2021 гг. на малых водных объектах в 1000-метровой зоне вокруг полигона ТКО, расположенного во Всеволожском районе Ленинградской области («Полигон ТБО» у д. Лепсари) (далее – Полигон), в пределах 50-километровой зоны от границ Санкт-Петербурга, в 25,8 км на восток от г. Санкт-Петербурга, в 15 км восточнее г. Всеволожск, на местах старых торфоразработок, в обводненных выработках. Эксплуатация полигона площадью 10 га ведется с 1999 года по настоящее время. В 500-метровой зоне вокруг Полигона расположены 2 искусственных водных объекта и р. Лепсари, приток р. Морье, впадающей в Ладожское озеро в районе пос. им. Морозова. Ввиду негативного воздействия на р. Лепсари Полигон может оказывать негативное воздействие на качество питьевой воды в Санкт-Петербурге и густонаселенных приневских районах Ленинградской области. Настоящее исследование основано на результатах полевых работ на водных объектах у Полигона, проведенных в

2020-2021 гг. Исследования качества воды проводилось в 3 водных объектах: р. Лепсари, искусственный канал у карт, расположенный с северо-восточной стороны полигона, обводная канава после очистных сооружений для очистки ливневых стоков (ЛОС). Периодичность - 1 раз в квартал в бесснежные периоды года, что соответствовало утвержденной программе мониторинга Полигона. Перечень гидрохимических показателей включал 33 характеристики(pH, БПК5, ХПК, содержание взвешенных веществ, сухого остатка, ионов аммония, нитритов, нитратов, хлоридов, сульфатов, фторидов, гидрокарбонатов, цианидов), нефтепродуктов, АПАВ (анионные поверхностно-активные вещества), НПАВ (нейтральные поверхностно-активные вещества), о-крезола, 2,6-ксиленола, фенолы, ионов - железо, кадмий, свинец, барий, кальций, магний, марганец, литий, никель, медь, хром, цинк, ртуть, мышьяк,).

Результаты гидрохимических исследований были сопоставлены с нормативными значениями, установленными приказом Министерства сельского хозяйства РФ от 13.12.2016 № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» [14].

Интегральная оценка качества воды проводилась с использованием удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ) в соответствии с РД 52.24.643-2002 [9]. Данный показатель применяется в мониторинге состояния водных объектов при необходимости выявления ситуаций с появлением опасных загрязнителей в разные временные периоды.

Результаты

Для оценки загрязненности поверхностных вод возле полигонов были использованы данные гидрохимического анализа по 31 показателю. На первом этапе была проведена оценка загрязненности водных объектов по кратности превышения ПДК, выявлено превышения ПДК по 22 характеристикам (табл. 1).

Таблица 1. Максимальное превышение ПДК загрязняющих веществ в водных объектах возле Полигона

Показатель	Канал						Обводная канава			р. Лепсари					
	2020 г.			2021 г.			2020 г.		2021 г.	2020 г.			2021 г.		
	V	VIII	IX	V	VIII	IX	V	IX	IX	V	VIII	IX	V	VIII	IX
БПК 5	61	150	187	386	395	27	3,8	22	45	0,9	2,3	3,1	12	1,7	2,6
ХПК	83	76	100	106	147	141	6	16	16	5	3,7	3,1	4,9	1,8	2,2
Взвешенные вещества	19	55	35	75	181	11	7,7	427	109	14	27	4,8	4	6,8	16
Сухой остаток	5,3	7,1	5,5	5	3,3	4,9		1,5	2,1						
Аммоний-ионы	514	400	341	533	525	843	21	37	120						
Хлорид-ионы	4	6,5	4,9	3,3	3,8	2,5			3,5						
Нефтепродукты	8,3	4	3,7	153	10	12			1,9				14	0,1	0,2
Фенол	3	56	108	47	130	140			16						
о-крезол		21	23	4,4				5,2							
Железо	16	17	7	17	8,7	8,3	20	25	37	12	27	19	20	16	6,4
Кадмий	2,9	4,4	2,3	1,3	1,7	1,5									
Литий	22	23	12	15	25	19									
Магний	2,7	3,1	2	2,2	2,7	2,6			2						
Марганец	9,8	7,4	4,9	7,3	5,4	5,8	6,3	15	37	1,9	2,9	1,4	2,1	0,8	2,1
Мышьяк	2,1	2,9	0,5	0,8	3,5	2,5									
Свинец	1,9	2,5	1	1,1	0,9	0,2									
Хром	10	13	6,2	8	15	16									
Ртуть		1,2													

В р. Лепсари наибольшие устойчивые превышения ПДК отмечались для таких показателей, как ионы железа (до 27-кратного превышения), взвешенные вещества (до 27-кратного), БПК5 (до 12-кратного), ХПК (до 4,9), содержания марганца (до 2,9), превышение ПДК по нефтепродуктам отмечено только в 2021 году.

Загрязненность воды в искусственных водных объектах у Полигона значительно выше, чем в р. Лепсари как по числу показателей, превышающих ПДК, так и по кратности превышения. Канал, расположенный вдоль полигона, на протяжении периода наблюдения имел очень высокий уровень загрязнения воды ионами аммония (до 860-кратного), высокий уровень превышения ПДК по показателю БПК5 (до 390 раз), ХПК (до 154 раз), содержания взвешенных веществ (до 185 раз) и фенола (до 137 раз). Однократно отмечалось высокое значение превышения ПДК нефтепродуктов в мае 2021 года (157 раз). Для остальных исследованных показателей были характерны более низкие значения превышения ПДК (до 20 раз) и слабо выраженные сезонные и межгодовые колебания. Также высокие уровни загрязнения воды отмечены в обводной канаве

по показателям: содержание взвешенных веществ (до 200 ПДК), ионов аммония (до 120 ПДК), БПК5 (до 90 ПДК), ионов железа (до 46 ПДК), ХПК и фенолов (до 20 ПДК). Число превышений ПДК в обводной канаве в 2021 году возросло по сравнению с 2020 годом (рис.1).

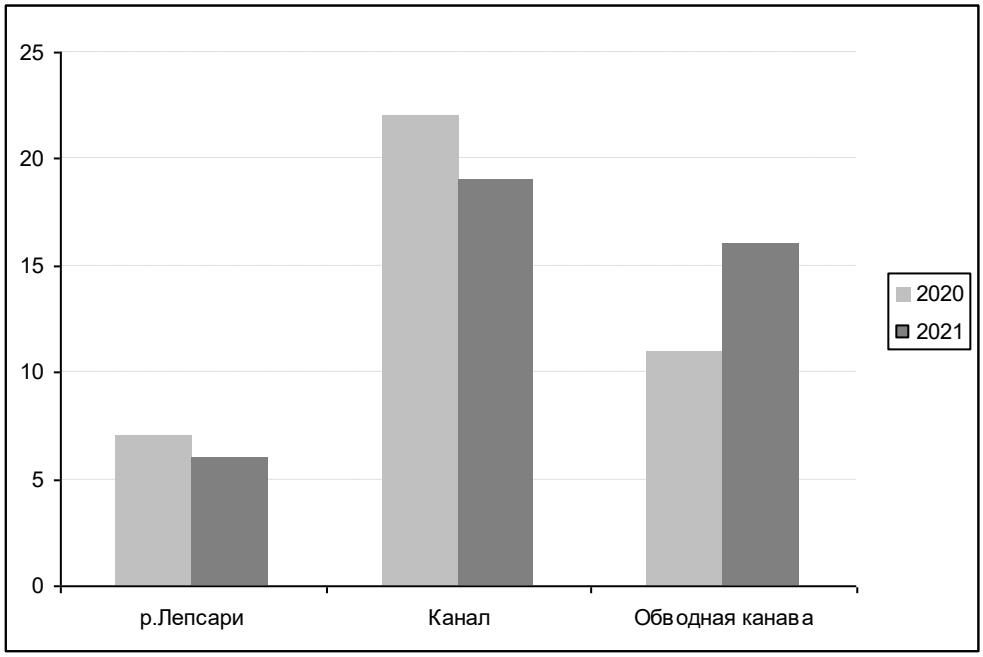

Рисунок 1. Максимальное число превышений ПДК загрязняющих веществ в водных объектах у Полигона

На водных объектах превышение ПДК по отдельным показателям качества воды наблюдалось в 90 случаях в 2020 году (39 % измерений), и в 86 случаях в 2021 году (37% измерений), при оно наблюдалось как в естественном водотоке (р. Лепсари), так и в искусственных водных объектах. Наибольшее число превышений ПДК отмечено в искусственных водных объектах – поверхностных водотоках вблизи мест захоронения отходов. В естественном водном объекте – р. Лепсари – превышение ПДК наблюдается в течение сезона и варьирует от 14 до 21 % от общего числа измерений.

Оценка степени загрязненности воды водных объектов с помощью удельного комбинаторного индекса загрязненности воды

Расчет УКИЗВ выполнен для 3 водных объектов, расположенных возле Полигона ТБО: р. Лепсари, канала, проходящего вдоль карт и обводной канавы после сооружений для очистки ливневых сточных вод. Были рассчитаны превышения ПДК, повторяемость результатов анализа и основные компоненты показателя УКИЗВ: частные оценочные баллы по повторяемости и частные оценочные баллы по кратности превышения ПДК.

Результаты расчета удельного комбинаторного индекса загрязненности воды показали значительные различия между естественным водным объектом (р. Лепсари) и искусственными водными объектами вблизи полигона - канала, примыкающего к картам полигона, и обводного канала после очистных сооружений очистки поверхностных ливневых вод полигона (рис.2).

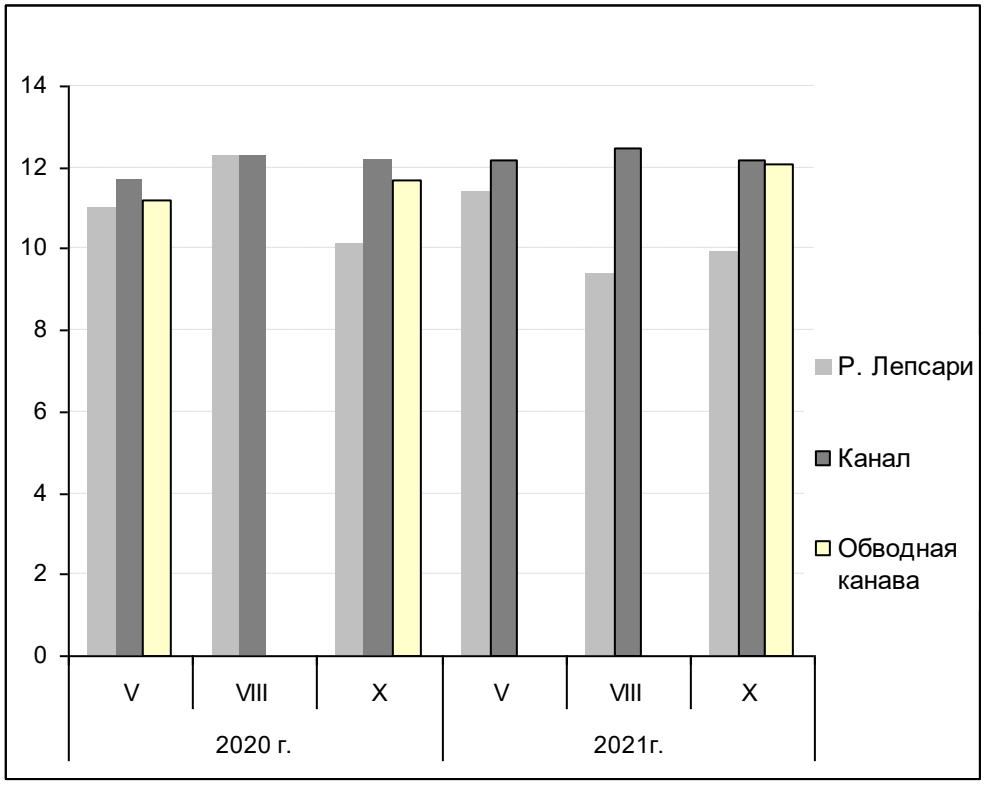

Рисунок 2. Значение удельного комбинаторного индекса загрязнения воды в водоемах у Полигона

Критические показатели загрязненности воды

К критическим показателям загрязненности воды относятся показатели, для которых удельный комбинаторный индекс загрязнения воды выше 9, что наблюдается по всех исследованных водоемах у полигона.

«Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям» [9] дополнительно к УКИЗВ для ужесточения оценки в случае обнаружения концентраций, близких или достигающих уровней высокого или экстремально высокого загрязнения вводит «коэффициент запаса». Коэффициент запаса используется в градации классов загрязненности воды при количестве критических показателей меньшем или равном 5 [9].

Когда наблюдается устойчивая либо характерная загрязненность высокого или экстремально высокого уровней загрязненности и вода по своему качеству оценивается как «очень загрязненная» и «экстремально грязная». Число критических показателей в искусственных водоемах и в р. Лепсари в мае 2021 года больше 5 (таб. 2), в этом случае согласно РД 52.24.643-2002, расчет коэффициента запаса не производится и воду относят к классу «экстремально грязная».

Таблица 2. Критические показатели загрязненности воды и расчет коэффициента запаса

Водный объект	Число критических показателей						Коэффициент запаса					
	2020 г.			2021г.			2020 г.			2021г.		
	V	VIII	X	V	VII I	IX	V	VIII	X	V	VIII	X
Р. Лепсари	5	5	5	6	5	5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
Канал у карт Полигона	19	21	19	19	18	18	-1,1	-0,9	-0,9	-0,8	-0,8	-1,0
Обводная канава	6	-	9		-	9	0,4	-	0,1	-	-	0,1

В случае когда число критических показателей загрязнения воды больше 6, а коэффициент запаса составляет 0,4 и менее, воду без расчетов относят к 5-му классу и оценивают как «экстремально грязную». В соответствии с полученными значениями показателя УКИЗВ и коэффициента запаса, на основе референтных значений, приведенных в методике РД 52.24.643-2002, р. Лепсари вода

классифицируется как «грязная» (4 класс загрязненности разряд «г» - «очень грязная») во все сроки исследования, кроме периода половодья, когда класс загрязненности воды соответствует 5 классу «экстремально грязная» (табл. 3).

Таблица 3. Класс загрязненности воды в водных объектах у полигона ТБО, определенный с использованием УКИЗВ

Водный объект	Класс загрязненности					
	2020 г.			2021г.		
	V	VIII	X	V	VIII	X
р.Лепсари	4	4	4	5	4	4
канал у карт	5	5	5	5	5	5
обводная канава после ЛОС	5	-	5	-	-	5

Определение класса загрязненности воды с использованием индикаторного показателя загрязненности воды по методике, утвержденной 52.24.643-2002, оказалось мало информативно в отношении искусственных водоемов у полигона в связи с преобладающим экстремально высоким уровнем загрязнения по 6 и более показателям, не имеющим оценочных шкал по данной методике. Для информативного использования УКИЗВ на водных объектах, расположенных возле полигонов ТБО, необходимо введение более тонких градаций в пределах 4 и 5 классов загрязненности воды.

Заключение

Определение уровня загрязненности поверхностных вод возле полигона ТКО показало, что водные объекты естественного и искусственного происхождения имеют высокий класс загрязненности, что указывает на необходимость разработки дополнительных мероприятий по предотвращению попадания загрязняющих веществ в гидросферу. Водные объекты вблизи Полигона имеют устойчивый высокий уровень превышения ПДК по многим показателям, некоторые гидрохимические показатели повышаются в определенные моменты времени. Для искусственных водных объектов характерен экстремально высокий уровень загрязнения, естественный водный объект – р. Лепсари в районе полигона – характеризуется как грязная. Ввиду большого

числа гидрохимических показателей, подлежащих мониторингу, при покомпонентном анализе уровня загрязнения поверхностных вод у полигона ТКО возникают трудности интерпретации данных. В то же время, полигоны ТКО – источники опасных загрязнителей, прогнозировать повышение концентрации для которых практически невозможно. Для мониторинга негативного воздействия на водные объекты необходимо применение интегральных показателей. Исследования возможностей применения наиболее распространенного метода комплексной оценки с применением показателя УКИЗВ показало его низкую информативность для водных объектов возле полигона ТКО, имеющих высокий уровень загрязненности по многим показателям. Тем не менее, этот показатель может быть адаптирован для применения на данных объектах путем увеличения числа градаций в пределах 4 и 5 классов загрязненности воды, что позволит получать обобщенную информацию о динамике состояния водоемов, необходимую для своевременного проведения технических мероприятий на Полигоне.

Список источников

1. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Ленинградской области в 2020 году. Санкт-Петербург. Администрация Ленинградской области. - 2014. - 263 с.

2. ГОСТ Р 56060-2014. Национальный стандарт Российской Федерации Производственный экологический мониторинг. Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды на территориях объектов размещения отходов. М.: Стандартинформ. – 2019. – 4 с.

3. Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов. Утверждена Министерством строительства Российской Федерации 2 ноября 1996 г.

4. Шарова О.А., Бармин А.Н. Экологический мониторинг на полигонах твердых бытовых и коммунальных отходов //Научные ведомости. Серия Естественные науки. - 2013. - № 3 (146). – в.22 – С.166-169

5. Грибанова Л.П., Гудкова В.Н. Экологический мониторинг на полигонах твердых бытовых и промышленных отходов Московского региона // Инженерная экология. – 1999. – № 4. – С. 48–51.

6. Левкин Н.Д., Мухина Н.Е. Загрязнение территорий стоками полигонов твердых бытовых отходов // Известия ТулГУ. Науки о земле. -2012. - в. 1. - С.19-24

7. Белякова А. М., Зуева Н. В. Оценка качества воды городской реки по гидрохимическим индексами (река Охта, Санкт-Петербург) // Труды Карельского научного центра РАН. -2021.- № 9. - С. 72–84 DOI: 10.17076/lim1458

8. Методические рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. М.: Госкомитет СССР по гидрометеорологии, 1988. - 9 с.

9. РД 52.24.643-2002. Руководящий документ. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. Ростов-на-Дону: Росгидромет, 2002. - 55 с.

10. Зубарев В.А Гидрохимические индексы оценки качества поверхностных вод // Региональные проблемы. - 2014, т. 17, № 2. - с. 71-77

11. Дрововозова Т.И., Паненко Н.Н., Лещенко А В. Интегральный показатель качества сточных вод, отводимых в водный объект // Инженерный вестник Дона. - 2019. - №3. С. 31-36

12. Дуброва С. В., Подлипский И. И. Эколого-геологическая оценка парагенетических геохимических ассоциаций поллютантов полигонов бытовых отходов Ленинградской области // Вестник СПбГУ. - 2014. - Сер. 7. - в. 1. – С 22-35

13. Родионов В. З., Дрегуло А. М., Кудрявцев А. В. Влияние антропогенной деятельности на экологическое состояние малых рек Ленинградской // Вода и экология: проблемы и решения. -2019. -№ 4 (80) - С. 96-106

14. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 13.12.2016 № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных

веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения». М.: Минсельхоз РФ, 2016. -153 с

References

1. Report on the state and environmental protection of the Leningrad Region in 2020. Saint-Petersburg. Administration of the Leningrad region. - 2014. - 263 p.

2. GOST R 56060-2014. National Standard of the Russian Federation Industrial Environmental Monitoring. Monitoring of the state and pollution of the environment in the territories of waste disposal facilities. Moscow: Standartinform. – 2019. – 4 p.

3. Instructions for the design, operation and reclamation of landfills for solid household waste. Approved by the Ministry of Construction of the Russian Federation on November 2, 1996 .

4. Sharova O.A., Barmin A.N. Environmental monitoring at landfills of solid household and municipal waste //Scientific bulletin. Natural Sciences series. - 2013. - № 3 (146). – v.22 – pp.166-169

5. Gribanova L.P., Gudkova V.N. Environmental monitoring at landfills of solid household and industrial waste in the Moscow region // Engineering ecology. – 1999. – No. 4. – pp. 48-51.

6. Levkin N.D., Mukhina N.E. Pollution of territories by effluents of landfills of solid household waste // Izvestiya TulSU. Earth sciences. -2012. - v. 1. - p.19-24

7. Belyakova A.M., Zueva N. V. Assessment of the water quality of the city river by hydrochemical indices (Okhta River, St. Petersburg) // Proceedings of the Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. -2021.- No. 9. - pp. 72-84 DOI: 10.17076/lim1458

8. Methodological recommendations for a formalized comprehensive assessment of the quality of surface and marine waters by hydrochemical indicators. Moscow: USSR State Committee for Hydrometeorology, 1988. - 9 p

. 9. RD 52.24.643-2002. Guidance document. The method of complex assessment of the degree of contamination of surface waters by hydrochemical indicators. Rostov-on-Don: Roshydromet, 2002. - 55 p.

10. Zubarev V.A. Hydrochemical indices of surface water quality assessment // Regional problems. - 2014, vol. 17, No. 2. - pp. 71-77

11. Drovovozova T.I., Panenko N.N., Leshchenko A V. Integral indicator of the quality of wastewater discharged into a water body // Engineering Bulletin of the Don. -2019. - No. 3. pp. 31-36

12. Dubrova S. V., Podlipsky I. I. Ecological and geological assessment of paragenetic geochemical associations of pollutants of landfills of household waste of the Leningrad region // Bulletin of St. Petersburg State University. - 2014. - Ser. 7. - v. 1. – From 22-35

13. Rodionov V. Z., Dregulo A.M., Kudryavtsev A.V. The influence of anthropogenic activity on the ecological state of small rivers of Leningrad // Water and ecology: problems and solutions. -2019. -No. 4 (80) - pp. 96-106

14. Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation No. 552 dated December 13, 2016 "On approval of water quality standards for water bodies of fishery significance, including standards for maximum permissible concentrations of harmful substances in the waters of water bodies of fishery significance". Moscow: Ministry of Agriculture of the Russian Federation, 2016. -153 s

Для цитирования: Макарчев А.О., Агаханянц П.Ф., Динкелакер Н.Ф.Й., Динкелакер Н.В. Влияние полигона захоронения твердых коммунальных отходов на поверхностные водные объекты // Московский экономический журнал. 2022. № 5. URL: https://qje.su/rekreacia-i-turizm/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-5-2022-18/

© Макарчев А.О., Агаханянц П.Ф., Динкелакер Н.Ф.Й., Динкелакер Н.В., 2022.