

**ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ,
ПРОЕКТНЫХ И ТВОРЧЕСКИХ РАБОТ ОБУЧАЮЩИХСЯ
«ОБРЕТЁННОЕ ПОКОЛЕНИЕ»**

Направление: Экология живых систем

Тема: Значение показателей микробного загрязнения в комплексной оценке экологического состояния полигона промышленных отходов

Соискатель: Малеева Ксения Александровна, студент.

Научный руководитель: Алексеева Татьяна Николаевна, преподаватель.

Место выполнения работы: Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение Самарской области "Губернский колледж г. Сызрани".

АННОТАЦИЯ

В последнее время экологические проблемы стоят остро, в особенности проблема по утилизации отходов. К сожалению, ни одна страна в мире не решила эту проблему в данный момент. Негативное воздействие твердых отходов заключается в поступлении в водные объекты и окружающую среду.

При эксплуатации промышленных отходов особое внимание необходимо уделять вопросам складирования отходов с возможностью их утилизации и захоронения. Отходы производства по большей части включают в себя ряд опасных веществ, которые токсично будут влиять на состояние окружающей среды.

Интенсивное образование и складирование небезопасных отходов способствует активизации экзогенных геологических процессов, изменению физико-механических свойств и состава, микробиологических показателей грунтов, поверхностных и подземных вод.

Полигоны захоронения промышленных отходов (ПЗПО) являются существенным источником химического загрязнения геологической среды. Одним из таких полигонов стал нашим объектом исследования, где для мониторинга была организована сеть наблюдательных скважин.

Было использовано три метода исследования, которые проводились в производственной лаборатории ООО «Сызраньводоканал»:

1. Методы определения микробного загрязнения
2. Химические и санитарно-гигиенические методы
3. Статистические методы

По полученным данным были выполнены графики и сделаны выводы, которые в дальнейшем можно использовать для решения некоторых экологических проблем.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема утилизации отходов в настоящее время стоит очень остро: ни одна страна в мире не решила её полностью. Урбанизация и рост хозяйственной деятельности человека создали одну из острейших проблем XX века — защиту природной среды от негативного воздействия отходов производства и потребления.

Цель — проанализировать проблему утилизации промышленных отходов, оценить их влияние на окружающую среду и представить результаты исследования загрязнения подземных вод в районе полигона захоронения промышленных отходов ОАО «Пластик».

Задачи исследования:

1. Определить степень и характер химического загрязнения воды из контрольных скважин в зоне полигона захоронения отходов.
2. Изучить содержание тяжелых металлов в пробах геологической среды, полученных на территории полигона.
3. Провести сезонный и годовой эколого-микробиологический мониторинг в санитарно-технической зоне полигона захоронения отходов.
4. Определить влияние химического загрязнения на численность и биологические особенности микроорганизмов, выделенных в различных участках природной среды полигона.
5. Дать оценку эффективности процесса очистки промышленных отходов в санитарно-технической зоне ЗППО для выработки рекомендаций по его оптимизации.

Объектом исследования являлась вода из наблюдательных скважин, расположенных на территории полигона, за его пределами и в санитарно-защитной зоне, характеризующая загрязнение геологической среды (рис.1).

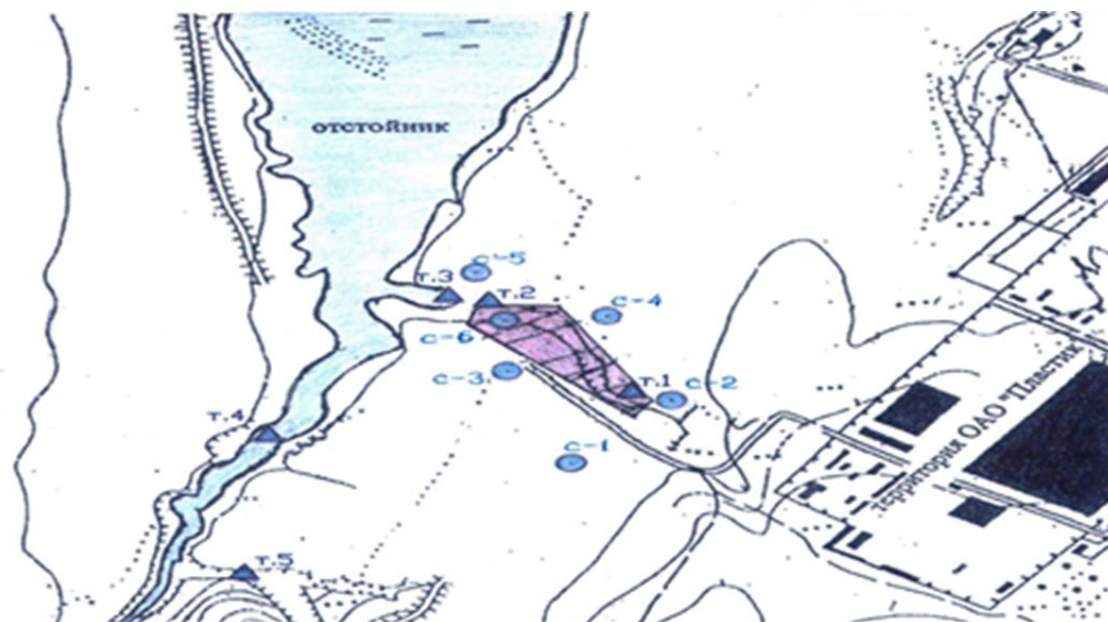


Рис. 1 Схема расположения режимно-наблюдательных скважин на ЗППО

Для мониторинга состояния полигона была организована сеть наблюдательных скважин, которая расположена следующим образом: скважина №1 находится за пределами полигона (в ней определяли фоновые значения геологической среды), скважина №2 располагается на территории полигона, скважины №3, №4 и №5 в санитарно-защитной зоне. Эти скважины характеризуют загрязнение геологической среды по площади.

Методы исследования:

1. Методы определения микробного загрязнения
2. Химические и санитарно-гигиенические методы
3. Статистические методы

Все аналитические исследования проводились в:

1. Производственной лаборатории ООО «Сызраньводоканал»,
2. Аккредитованной лаборатории санитарно-гигиенических исследований и охраны природы ОАО «Пластик» г. Сызрань.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Аннотация.....	2
2.	Введение.....	3
3.	Содержание.....	5
4.	ГЛАВА 1. Проблемы утилизации отходов и мониторинг полигонов.....	6
4.1.	1.1 Проблема утилизации отходов и их воздействие на окружающую среду.....	6
4.2.	1.2 Полигоны захоронения отходов: требования и мониторинг.....	6
5.	ГЛАВА 2. Исследование и результаты.....	8
5.1.	2.1 Методика и организация исследования.....	8
5.2.	2.2 Результаты исследования.....	9
6.	Выводы.....	13
7.	Заключение.....	14
8.	Список литературы.....	15
9.	Приложения.....	16

ГЛАВА 1. Проблемы утилизации отходов и мониторинг полигонов

1.1 Проблема утилизации отходов и их воздействие на окружающую среду

Проблема утилизации отходов в настоящее время стоит очень остро. Ни одна страна в мире не решила эту проблему к настоящему времени. Негативное воздействие твердых отходов заключается в поступлении загрязнения, связанного с твердыми отходами, в водные объекты и окружающую среду. Урбанизация городов и постоянно возрастающая хозяйственная деятельность человека создают одну из острых проблем XX столетия – проблему защиты природной среды от негативного воздействия отходов производства и потребления.

Уровень негативного воздействия отходов на природную среду определяется степенью их токсичности. В местах образования и размещения отходов наблюдаются:

- загрязнение воздушной среды, воды, почв, геологической среды;
- нарушение ландшафта с изменением отдельных элементов геологической среды
- истощение природных ресурсов;
- деградация экосистем;
- изменение среды обитания и ухудшение здоровья человека.

При эксплуатации промышленных объектов особую актуальность приобретают вопросы удаления и складирования, а в дальнейшем – утилизация и захоронение отходов производства. На промышленные отходы производства приходится весомая доля всех продуктов жизнедеятельности человека. В тоже же время твердые промышленные отходы являются самыми опасными для окружающей среды. Отходы производства могут включать в себя опасные отходы - отходы, которые содержат вредные вещества, обладающие опасными свойствами:

- токсичностью;
- взрывоопасностью;
- пожароопасностью;
- высокой реакционной способностью;
- наличием возбудителей инфекционных болезней.

Проблема складирования отходов заключается и в резком отличии характера воздействия различных вредных веществ, содержащихся в отходах на состояние окружающей среды. Промышленные отходы загрязняют вредными веществами, пылью, газообразными выделениями атмосферу, территорию, особенно сильным негативным воздействием обладают отходы предприятий химической, топливной и металлургической промышленности. Интенсивное образование и складирование небезопасных отходов способствует активизации экзогенных геологических процессов, изменению физико-механических свойств и состава, микробиологических показателей грунтов, поверхностных и подземных вод. Последующая миграция веществ может привести к негативной трансформации качества подземных вод на значительных территориях, которые часто используются населением для питьевых нужд. Загрязнение поверхностных и подземных вод является одним из самых вредных и опасных негативных воздействий человеческой деятельности на водные объекты, которое приводит не только к необратимым неблагоприятным изменениям качества вод и водных экосистем, но и непосредственно влияет на все живые организмы нашей планеты.

1.2 Полигоны захоронения отходов: требования и мониторинг

Полигоны для захоронения отходов — природоохранные сооружения для централизованного сбора, удаления, обезвреживания и хранения не утилизируемых отходов.

Захоронение отходов должно происходить на специально организованных площадках. Полигоны для захоронения отходов являются природоохранными сооружениями,

предназначенные для централизованного сбора, удаления, обезвреживания и хранения не утилизируемых отходов.

В местах захоронения отходов необходим мониторинг природной среды, что связано с загрязнением компонентов окружающей среды: поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха, почвенного покрова и в целом ухудшением общей экологической обстановки. Целью данных наблюдений является определение любых нежелательных видов воздействия на окружающую среду для принятия необходимых корректирующих действий. Мониторинг загрязнения окружающей среды проводится на основании требований Федерального закона «Об отходах производства и потребления» № 89-ФЗ от 24.06.1998г., СанПиН 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления», Федерального закона «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» № 52-ФЗ от 30.03.1999г. Объем мониторинга зависит от вида отходов и устройства полигона.

В нашей стране катастрофически не хватает полигонов промышленных отходов, оборудованных с учетом правил, поэтому чаще всего практикуется захоронение таких отходов совместно с твердыми бытовыми отходами.

В структуре предприятия ОАО «Пластик» с 1965 года находится в эксплуатации собственный объект размещения отходов - полигон для захоронения промышленных отходов (ПЗО).

Основной деятельностью ОАО «Пластик» является выпуск изделий из полимерных материалов для автомобильной промышленности, а также товаров народного потребления (пленка, ведра, тазы и др.). Основным видом отходов являются отходы полимерных материалов: поливинилхлорида, полиэтилена, полистирола, пенополиуретана. Площадь полигона составляет 8,78 га, вместимость – 400,0 тыс. м³, мощность объекта по размещению отходов составляет 8000м³/год. Условия размещения санитарно-защитной зоны (СЗЗ) соблюдены: размер СЗЗ составляет 500 м от жилой застройки. Полигон промышленных отходов построен без гидроизоляции. В настоящее время на полигоне складировались сухие отходы 4 и 5 класса опасности. В геологическом отношении полигон представлен породами мелового и четвертичного возраста.

Целью нашего исследования была оценка состояния подземных вод, включающая химико-аналитическое исследование состава подземных вод из сети контрольно-наблюдательных скважин в районе полигона захоронения промышленных отходов ОАО «Пластик».

Задачей исследования было определение содержания тяжелых металлов в пробах подземных вод. Тяжелые металлы относятся к приоритетным загрязняющим веществам, наблюдения за которыми обязательны во всех средах. Они характеризуются высокой токсичностью для живых организмов в относительно низких концентрациях.

Исходным материалом явились результаты исследований, полученные лично автором совместно с сотрудниками аккредитованной лаборатории санитарно-гигиенических исследований и охраны природы ОАО «Пластик», сотрудниками отдела лабораторных испытаний и исследований ООО «СЭД Сызрань».

ГЛАВА 2. Исследование и результаты

2.1 Методика и организация исследования

Целью нашего исследования была оценка состояния подземных вод, включающая химико-аналитическое исследование состава подземных вод из сети контрольно-наблюдательных скважин в районе полигона захоронения промышленных отходов ОАО «Пластик».

Задачей исследования было определение содержания тяжелых металлов в пробах подземных вод (медь, цинк, хром, никель). Тяжелые металлы относятся к приоритетным загрязняющим веществам, наблюдения за которыми обязательны во всех средах. Они характеризуются высокой токсичностью для живых организмов в относительно низких концентрациях.

В сеть режимно-наблюдательных скважин входили 6 скважин, которые располагались следующим образом:

- скважина № 1 — за пределами полигона (фоновые значения);
- скважина № 2 — на территории полигона;
- скважина № 6 — в теле полигона;
- скважины № 3, 4, 5 — в санитарно-защитной зоне.

Эти скважины характеризуют загрязнение геологической среды по площади. Изучение загрязнения геологической среды и оценка масштабов ее загрязнения базируется на наблюдениях за режимом подземных вод и изменением их качества. Загрязнение подземных вод в большой степени обусловлено загрязнением окружающей среды – атмосферы, атмосферных осадков, поверхностных вод и почвы. Грунтовые воды на участке полигона практически не защищены от попадания загрязнения с поверхности, т.е. имеют низкую категорию защищенности. Питание подземных вод происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков и производственных вод, вместе с которыми в подземные воды и попадают загрязняющие вещества. При этом часть вредных веществ, проходя через зоны аэрации может сорбироваться и накапливаться в них.

Для объективной оценки негативных воздействий высоконагружаемого ПЗПО на подземные и поверхностные воды экологом ОАО «Пластик» были разработаны нормативы качества подземных и поверхностных вод. Данные нормативы качества подземных и поверхностных вод разрабатывались с учетом действующих документов на основе СанПин 2.1.4.1175-02 «Гигиенические требования к качеству воды централизованного водоснабжения», ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно- бытового водопользования», а также с учетом средних значений показателей за период 2013-2015гг. Разработанные нормативы ПДК были согласованы с Куйбышевской ГГЭ.

Для изучения изменения химического состава подземных вод проведено опробование слабоводоносного нижнемелового горизонта. Проведенные исследования показали, что подземные воды в районе полигона характеризуются весьма широким диапазоном изменений определяемых компонентов как во времени, так и по площади.

Ежеквартально пробы подземных вод анализировались по следующим показателям: как медь, цинк, хром, никель.

Исследование было проведено в два этапа. Первый в период 2021-2022 года где мы утвердили тему работы, провели поиск, поработали с литературой, освоили методики и исследовали пробы воды. Второй этап был проведён в 2022-2023 году, в этот период мы оформили результаты исследования для публикации, поработали статистику полученных результатов, сделали выводы.

Исходным материалом явились результаты исследований, полученные лично автором совместно с сотрудниками аккредитованной лаборатории санитарно-гигиенических исследований

и охраны природы ОАО «Пластик», сотрудниками отдела лабораторных испытаний и исследований ООО «СЭД Сызрань».

Все аналитические исследования проводились в аккредитованной лаборатории санитарно-гигиенических исследований и охраны природы ОАО «Пластик», аккредитованной лаборатории отдела лабораторных испытаний и исследований ООО «СЭД Сызрань» по аттестованным методикам.

2.2 Результаты исследования

Анализ полученных данных показал, что среднемесячная температура воды в скважинах 1,2,3,4,5 колебалась в пределах 6,8-8,30С. Максимальные значения температуры отмечаются в летне-осенний период 8,3-8,70С, минимальные – в весеннее-зимний период – 6,8-7,90С. В районе скважины 6 сохранялось тепловое загрязнение за период наблюдений.

Для объективной оценки воздействия полигона на окружающую среду (подземные и природные воды) было проведено опробование подземных вод. Одновременно с отбором воды из скважин были отобраны пробы воды из поверхностных источников и пробы атмосферного воздуха. Анализ полученных проб в атмосферном воздухе показал, что содержание формальдегида, азота диоксида, аммиака, фенола находится в пределах допустимых концентраций.

Проведенные исследования показали, что подземные воды характеризуются широким диапазоном определяемых компонентов по площади. Из 24-х показателей качества подземных вод по 9 компонентам выявлено превышение нормативных значений: железо, минерализация, хлориды, сульфаты, ион аммония, никель, кадмий, мутность, перманганатная окисляемость. Количество таких тяжелых металлов как медь, цинк, хром, марганец в подземных водах не превышает техногенный фон. Кадмий в пробах воды, взятых на ПЗО, отсутствует, однако в санитарно-технической зоне зафиксировано превышение его содержания. В химическом составе поверхностных вод (фильтрат из «тела» полигона) выявлено высокое содержание сульфатов-2,5 ПДК, иона аммония-26 ПДК, никеля – 2,6 ПДК, марганца – 98 ПДК. Концентрация хрома, меди, кадмия не превышает нормативных значений.

Содержание в воде большинства определяемых компонентов превышало предельно допустимые концентрации. Исключение лишь составляли марганец, нефтепродукты, фенолы и ХПК.

Содержание никеля стабильно превышало предельно допустимую концентрацию в 4 раза. Количество кадмия непостоянно как в годовом цикле водоотбора, так и по площади изучаемой территории. В целом отмечалось значительное повышение по среднегодовым значениям до 1,6-25,0 ПДК.

Содержание тяжелых металлов в пробах воды определяли согласно ПНД Ф 14.1:2.48-96, ПНД Ф 14.1:2.52-96, ПНД Ф 14.1:2.46-96, ПНД Ф 14.1:2.60-96, ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.36-02.

Результаты исследования: Содержание хрома³⁺ и хрома⁶⁺ в пробах воды из всех шести скважин было менее 0,01 мг/л (по нормативным данным - 0,5мг/л и 0,05 мг/л соответственно, $p < 0,005$). Медь при норме 1,0 мг/л в скважине №1 обнаружена в количестве 0,0048 мг/л, №2 – 0,0029 мг/л, №3 – 0,0216 мг/л, №4 – 0,0048 мг/л, №5 -0,0249 мг/л, №6 – 0,0549 мг/л (во всех случаях $p < 0,005$). Показатели содержания цинка в пробах из всех скважин были также достоверно ниже нормативных (1,0 мг/л): 0,3616 мг/л; 0,0463 мг/л; 0,0199 мг/л; 0,0251 мг/л; 0,2574 мг/л; 0,0553 мг/л. Марганца в скважине №1, №2 и №5 выявлено в 1,5-1,6 раза; №3 и №4 – в 4,3-4,6 раза; №6 – в 1,9 раза меньше фонового значения (6,5мг/л). Уровень никеля в исследованных пробах также не превышал нормативного показателя (0,02мг/л), однако различия были не достоверны ($p > 0,01$). Кадмий в скважинах №1 и №2 не обнаружен, однако в остальных пробах его содержание превышало нормативы в 5,9; 2,0; 7,7 и 4,7 раза.

По химическому типу подземные воды хлоридно-сульфатные со смешанным катионным составом от слабосолоноватых до солоноватых, очень жесткие, рН-нейтральные.

В целом по площади наиболее загрязненными являются подземные воды в районе скважины 2.

При исследовании качества поверхностных вод были проведены исследования по 2-м точкам. Точка 2 расположена на северо-западной окраине полигона. Здесь происходит периодическое высачивание фильтрата из-под тела свалки. В связи с прекращением сброса вод в тело полигона, фильтрат в этой точке был обнаружен лишь в конце октября. По данным химического анализа все определяемые компоненты, за исключением кадмия, превышали предельно допустимые концентрации, установленные для поверхностных вод.

Точка 4 находится в ручье, протекающем по оврагу М.Кубра, в 400-450 м по потоку выше ПЗПО. По химическому составу вода хлоридно-сульфатная со смешанным катионным составом. Вода слабосолоноватая с минерализацией 1,6 ПДК, очень жесткая -2,6 ПДК, рН - нейтральная. Кроме того, в воде отмечалось высокое содержание сульфатов – 5,6 ПДК, железа – 24 ПДК, марганца – 3 ПДК, нефтепродуктов – 1,8 ПДК, фенолов -3 ПДК, показатель ХПК составил 3,7 ПДК. Содержание хлоридов и кадмия находилось в пределах допустимых концентраций.

По полученным результатам и опираясь на статистику были построены графики (рис.2, рис.3, рис.4, рис.5), несколько из которых можно выделить и отметить следующее:

1. Первый график показывает изменения минерализации по годам разными цветами для каждой скважины в подземных водах полигона ЗППО. Как мы можно увидеть предельная допустимая концентрация чуть больше 4000 мг/л и показатели 2 и 4 скважин сильно превышают эти значения.

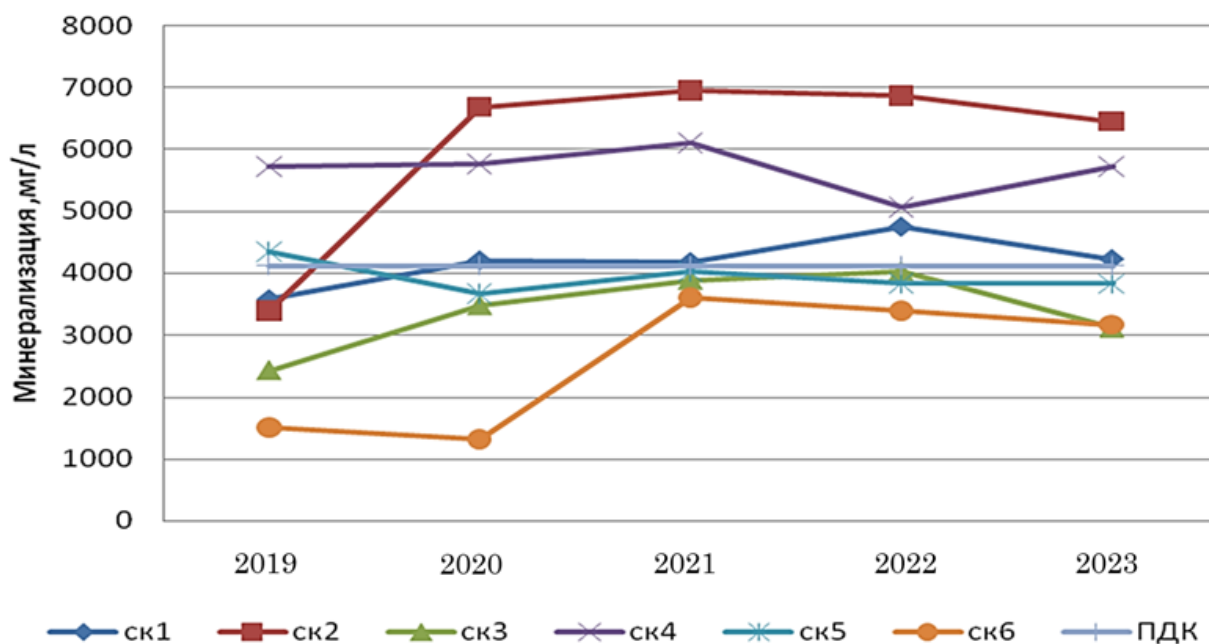


Рис.2. График изменения минерализации в подземных водах полигона ЗППО.

2. Далее представлена динамика содержания тяжелых металлов, а именно хрома, меди, никеля и цинка в воде озера, расположенного ниже полигона захоронения промышленных отходов. Так же было выявлено в химическом составе поверхностных вод высокое содержание сульфатов-2,5 ПДК, иона аммония-26 ПДК, никеля – 2,6 ПДК, марганца – 98 ПДК. И несмотря на резкое увеличение концентрации хрома и никеля в 2022 году, они не превысили нормативных значений.

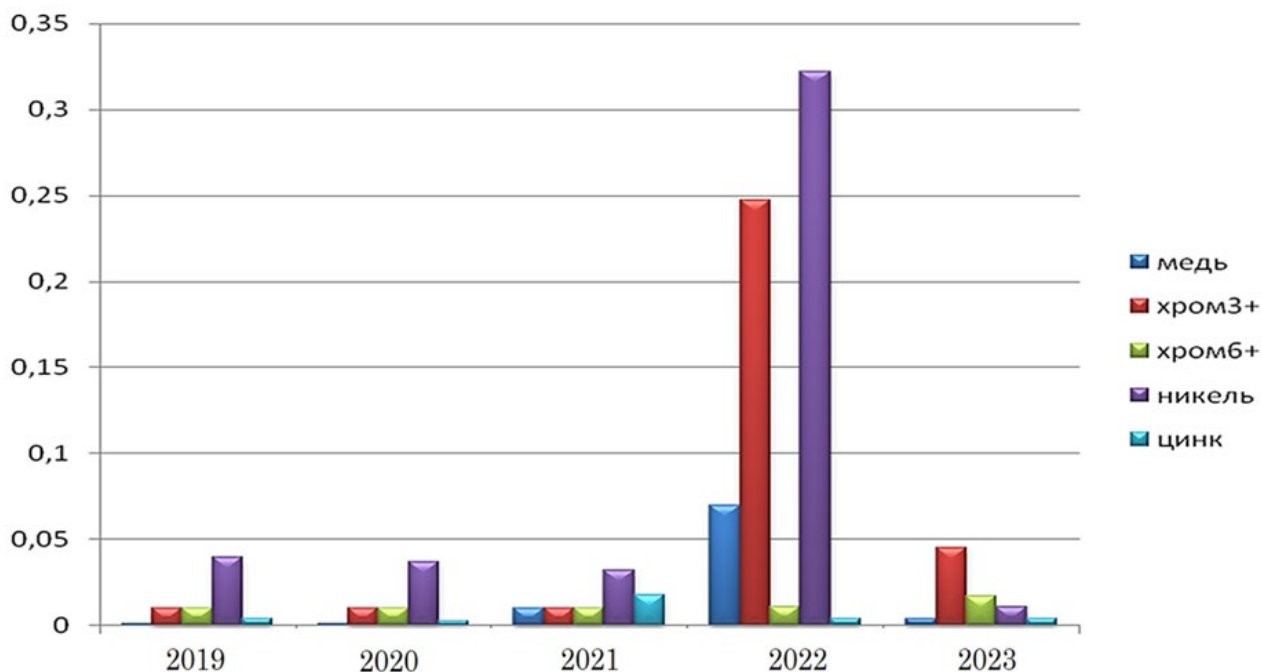


Рис.5 Динамика содержания тяжелых металлов в воде озера, расположенного ниже полигона захоронения промышленных отходов.

- Далее разберем график изменения окисляемости в подземных водах полигона ЗППО. Значение ПДК в данном случае равно чуть больше 6 мг/л. По графику видно, что во всех скважинах в разные года была превышена норма, а в 2020 году показатели во второй скважине достигли максимального значения превысив норму в 2,5 раза, но уже к 2023 году ситуация стала лучше, показатели снизились до предела допустимой концентрации.

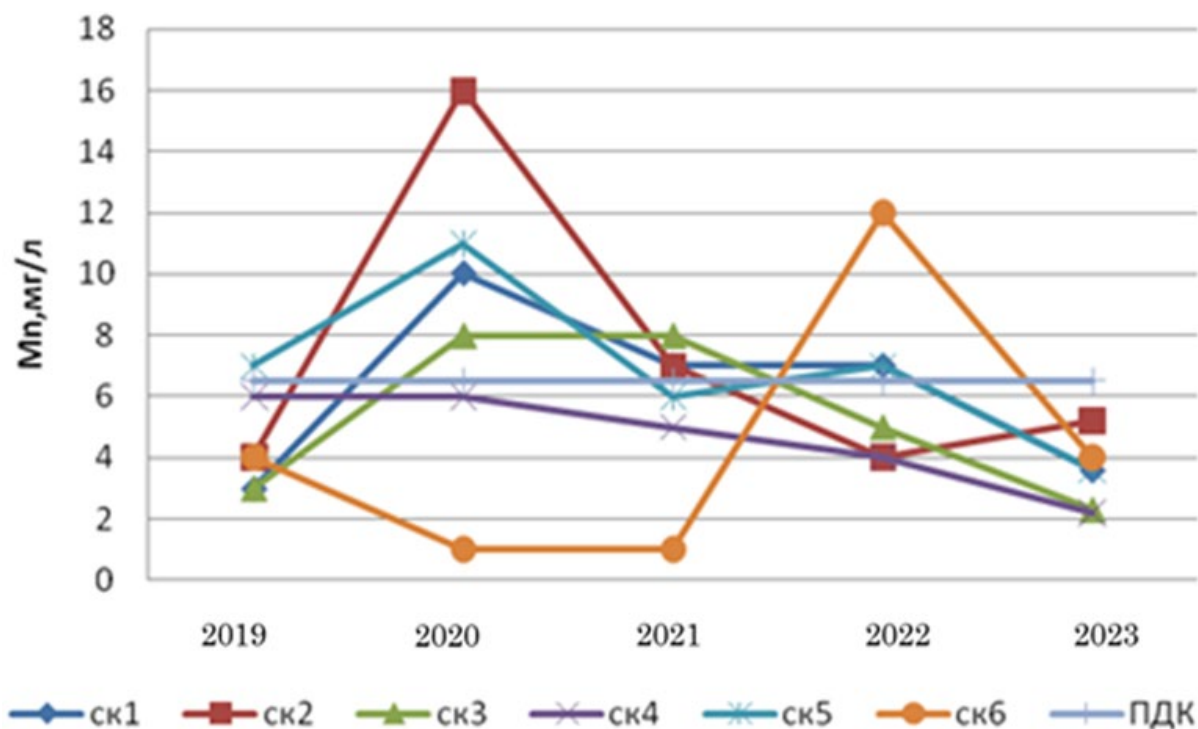


Рис.3 График изменения окисляемости в подземных водах полигона ЗППО.

4. Последний график, который хотелось бы рассмотреть - это график изменения концентрации нефтепродуктов в подземных водах ЗППО. По нему мы видим, что ПДК равна примерно 0,3 мг/л. С 2019 года показатели 6 скважины постепенно падали, остальные же не сильно превышали норму и к 2022 году показатели всех скважин снизились до предельной допустимой концентрации.

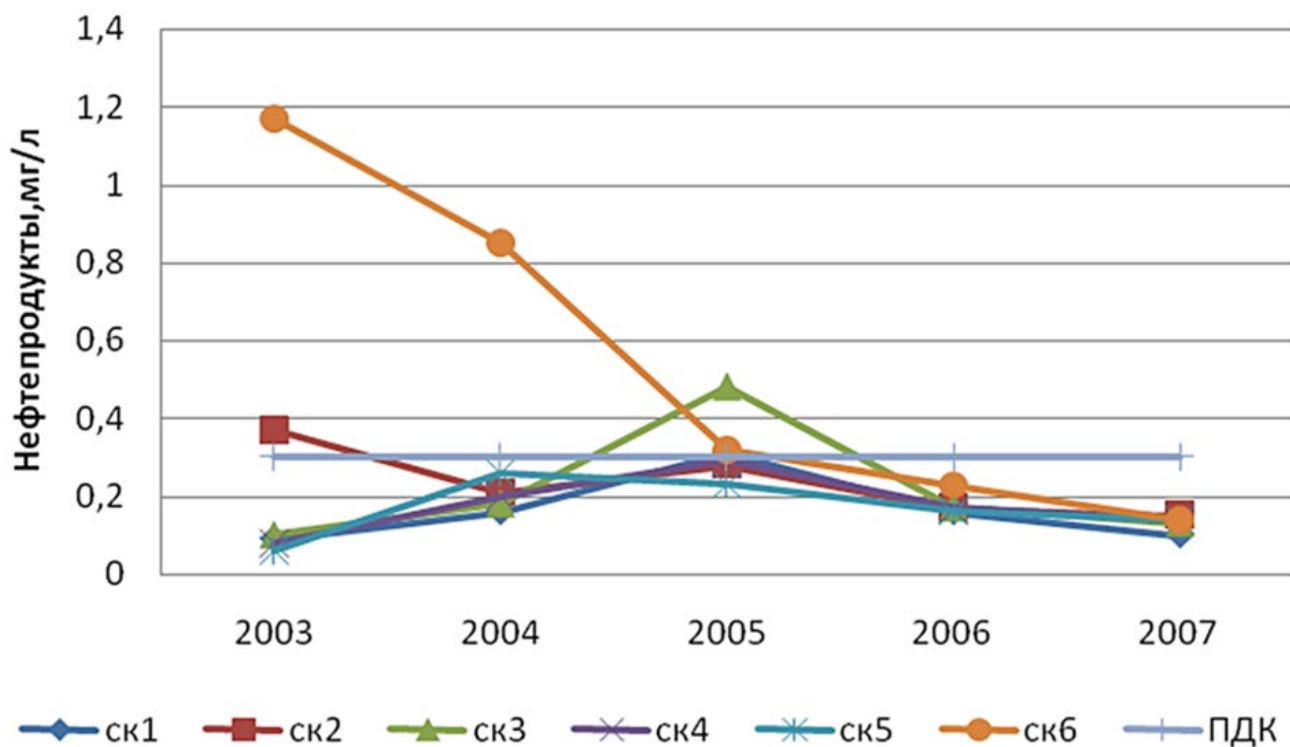


Рис.4 График изменения концентрации нефтепродуктов в подземных водах ЗППО.

ВЫВОДЫ

Подведя итоги можно сделать следующие выводы:

1. Выявленное ранее тепловое загрязнение в скважине 6 сохраняется, температура воды по частным замерам достигает 11,0-13,0 0С, при среднегодовом значении 12,30С. В остальных скважинах среднегодовая температура воды 7,9-8,20С.
2. Подземные воды на участке ПЗПО солоноватые, очень жесткие с высоким содержанием железа и значительными показателями органического загрязнения. За 2007г. в подземных водах относительно 2006г. во всех скважинах (кроме скв. 2) отмечается снижение концентрации марганца, нефтепродуктов, частично минерализации и фенолов.
3. Концентрация определяемых компонентов находилась в пределах многолетних наблюдений, наиболее резкие колебания значений определяемых загрязнителей отмечались в скважине 6. По площади распространения грунтовых вод участок скважины 2 оставался по-прежнему наиболее загрязненным.
4. В поверхностных водах выше полигона захоронения промышленных отходов содержались значительные концентрации сульфатов, железа, марганца, нефтепродуктов, фенолов, превышающие ПДК, а также были зафиксированы высокие показатели органического загрязнения. Поверхностные воды на входе в пределы ПЗПО ОАО «Пластик» имеют следы техногенной нагрузки.
5. Результаты полученных исследований показали, что техногенный фон, созданный предыдущей бесконтрольной деятельностью предприятия, на ПЗПО сохраняется и носит стабильный характер.
6. Содержание меди, цинка, хрома, никеля и марганца в подземных водах не превышает техногенный фон. Кадмий в пробах воды, взятых на ПЗО, отсутствует, однако в санитарно-технической зоне зафиксировано превышение его содержания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Интенсивное развитие промышленного производства в последние десятилетия приводит к неуклонному росту объёмов промышленных отходов различного происхождения и состава. Эти отходы, попадая в окружающую среду, существенно влияют на химический состав почвы, вызывая ухудшение её качества и плодородия.

В результате длительного накопления вредных веществ в почвенном профиле формируется устойчивый техногенный фон загрязнения. Со временем концентрация токсичных соединений (тяжёлых металлов, нефтепродуктов, хлорорганических соединений и других загрязнителей) может превысить предельно допустимые уровни, что создаёт реальную угрозу для экосистем и здоровья человека.

Опасность заключается не только в непосредственном токсическом воздействии загрязнителей, но и в их способности мигрировать по пищевым цепям: из почвы — в растения, затем — в организмы животных и человека. Это может приводить к хроническим заболеваниям, нарушениям репродуктивной функции, онкологическим заболеваниям и другим серьёзным последствиям.

Полученные в ходе исследований данные о характере и масштабах загрязнения почв промышленными отходами могут служить научной основой для дальнейшего развития природоохранных мероприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобович Б.Б., Девяткин В.В. Переработка отходов производства и потребления.- М.: «Интермет Инжиниринг», 2000.- 496 с.
2. Сметанин В.И. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления. – М.: Колос, 2000.- 232 с.
3. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия: Учебник.-М.: Логос, 2000.-627 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

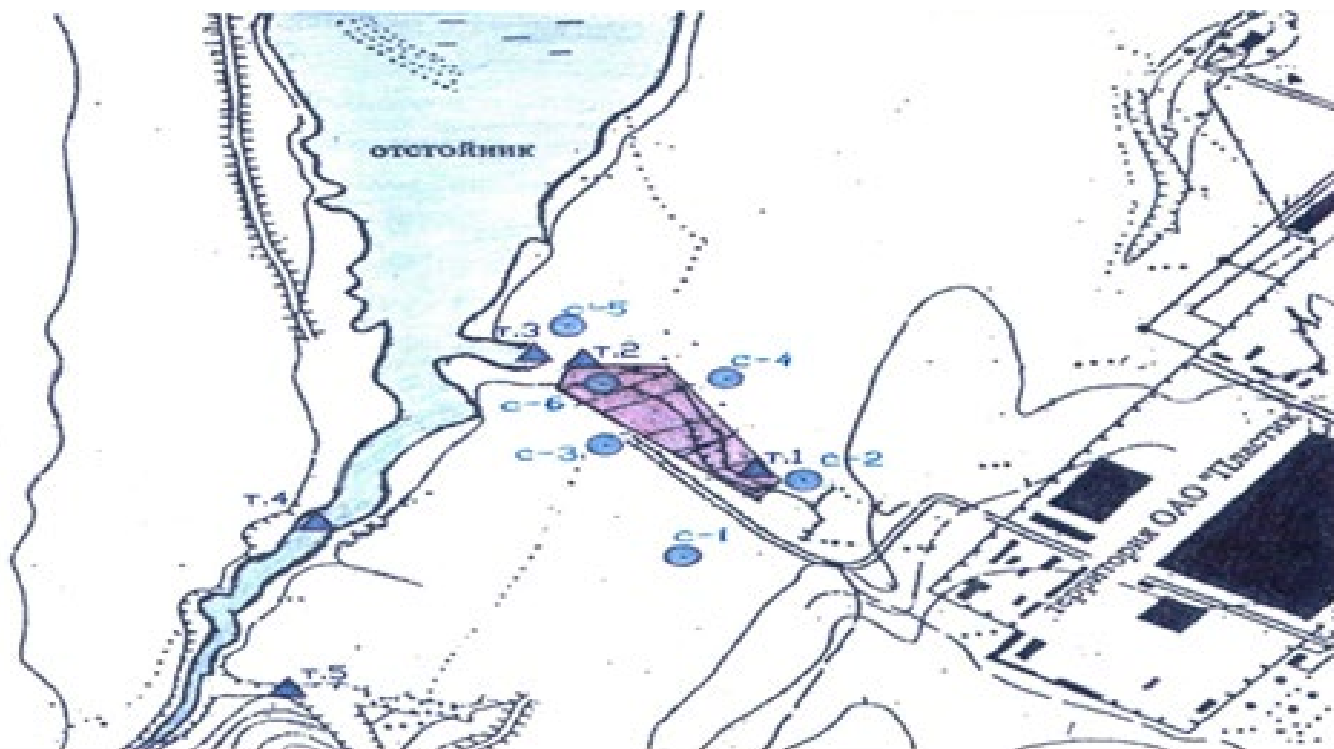


Рис. 1 Схема расположения режимно-наблюдательных скважин на ПЗПО

Условные обозначения



-площадка полигона захоронения промышленных отходов



-режимно-наблюдательная скважина, ее номер



-место отбора проб воды из поверхностных источников, номер точки отбора

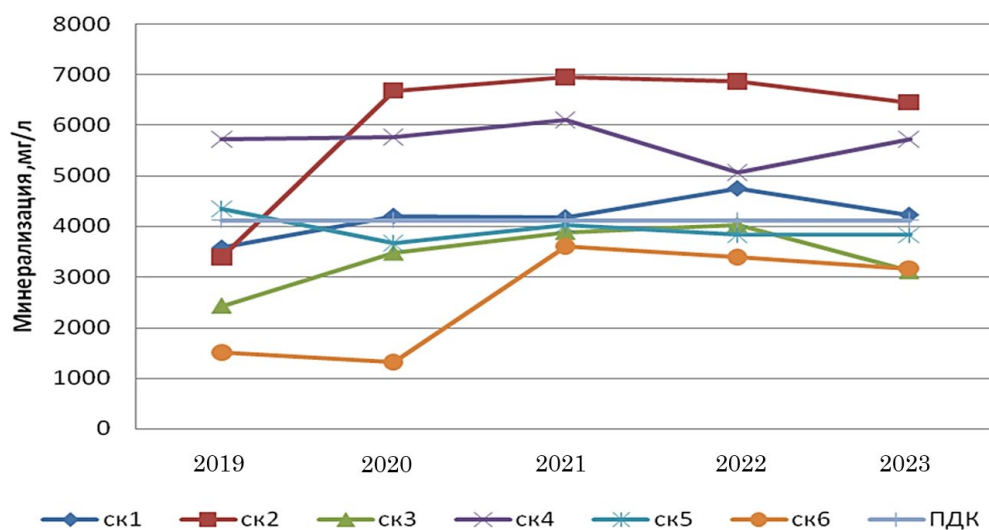
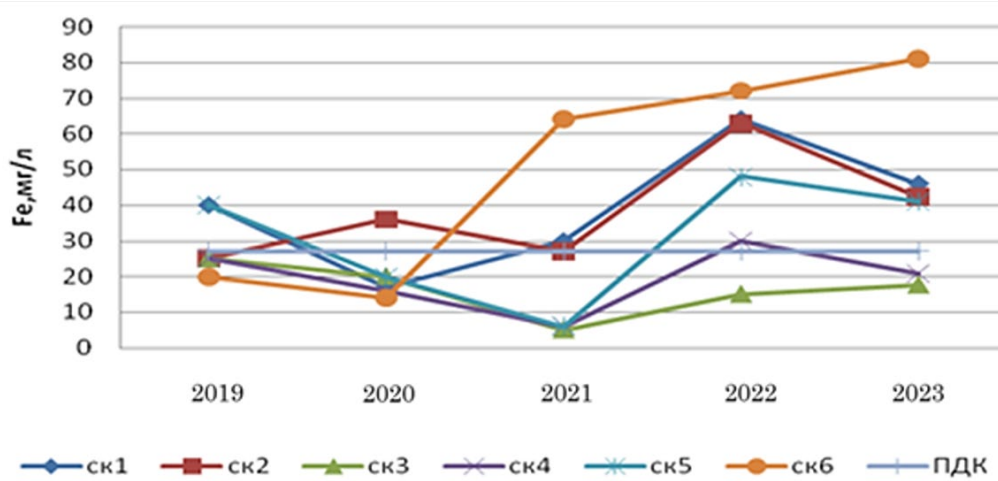
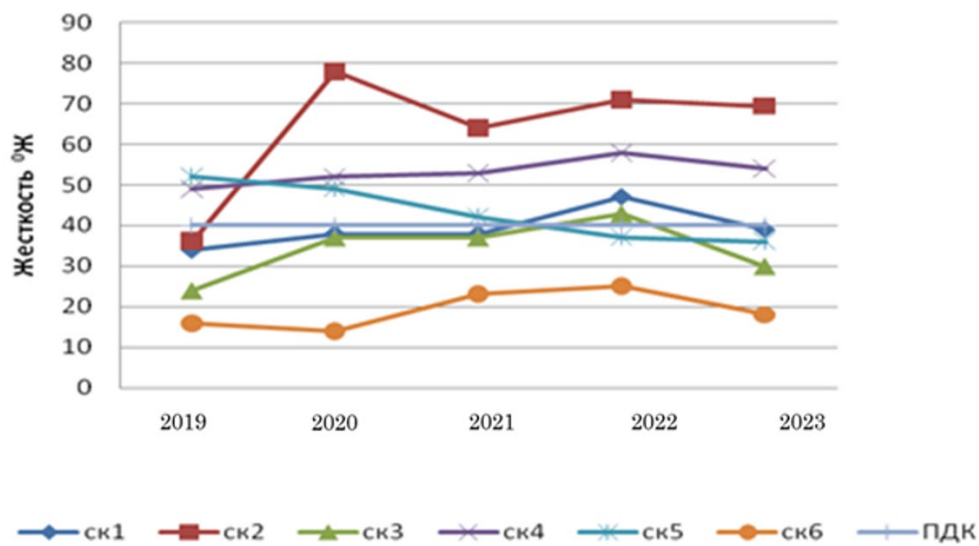


Рис.2 Графики изменения минерализации, жесткости, концентрации железа в подземных водах полигона захоронения промышленных отходов.

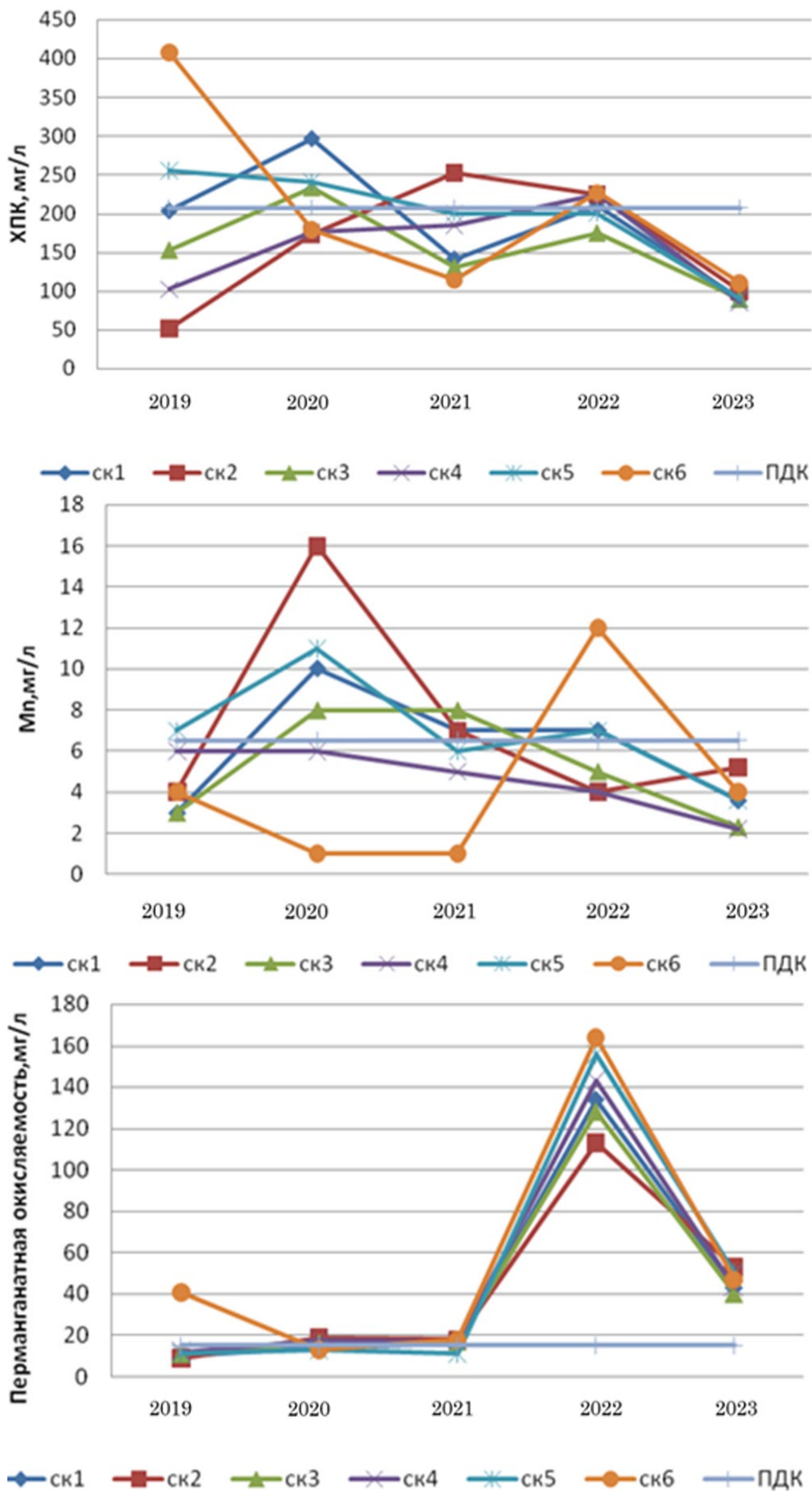


Рис.3 Графики изменения марганца, ХПК, перманганатной окисляемостив поземных водах полигона захоронения промышленных отходов.

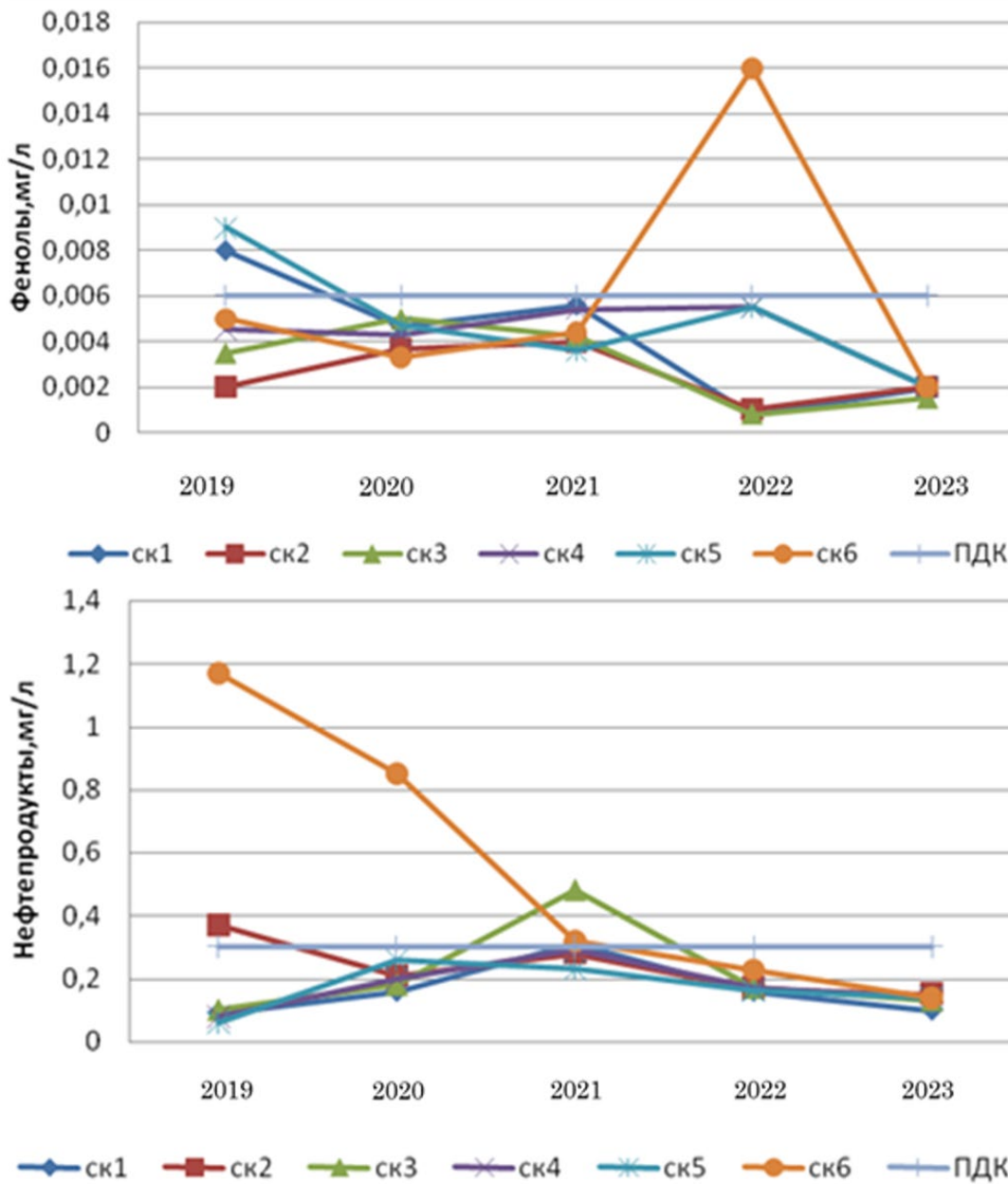


Рис.4 Графики изменения концентрации нефтепродуктов, фенолов в подземных водах полигона захоронения промышленных отходов.

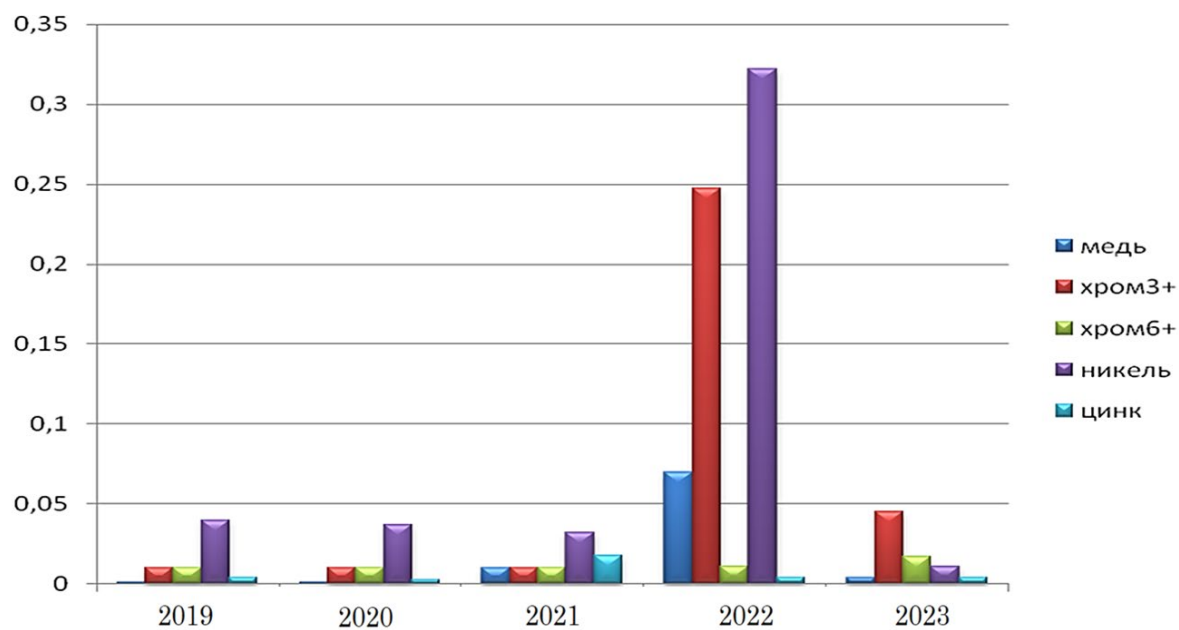


Рис.5 Динамика содержания тяжелых металлов в воде озера, расположенного ниже полигона захоронения промышленных отходов.