федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ ХИМИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ

Кафедра «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»

20.03.01 Техносферная безопасность

профиль «Инженерная защита окружающей среды»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: **Разработка технологического комплекса по очистке водонакопителя «Копань»**

Студент(ка) А.А. Жорина _____
(И.О. Фамилия) (личная подпись)

Руководитель В.В. Заболотских _____
(И.О. Фамилия) (личная подпись)

Допустить к защите
Зав. кафедрой
«Рациональное
природопользование
и ресурсосбережение» к.п.н., М.В.Кравцова _____
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) (личная подпись)
«_____»_____20_____г.

Тольятти 2016

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ ХИМИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ

Кафедра «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой «РПиР»
_____ М.В. Кравцова
(подпись) (И.О. Фамилия)
«____»_____20___г.

ЗАДАНИЕ
на бакалаврскую работу

Студент: Жорина Анна Алексеевна
1. Тема: Разработка технологического комплекса по очистке водонакопителя «Копань»
2. Срок сдачи студентом законченной бакалаврской работы 10.06.2016.
3. Содержание бакалаврской работы:
3.1 Анализ проблемы влияния сточных вод предприятий северного промузла на окружающую среду (природные водоёмы).
3.2 Сравнительный анализ методов и технологий очистки сточных вод предприятий и особенностей очистки водоёмов.
3.3 Экспериментальные исследования качества воды в накопительной ёмкости «Копань».
3.4 Разработка комплекса мероприятий по очистке воды в регулирующей ёмкости «Копань».
4. Дата выдачи задания 16.03.2016 г.

Руководитель бакалаврской работы _____ В.В. Заболотских
(подпись) (И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению _____ А.А. Жорина
(подпись) (И.О. Фамилия)

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ ХИМИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ

Кафедра «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой «РПиР»
_____ М.В. Кравцова
(подпись) (И.О. Фамилия)
«____»_____20___г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
бакалаврской работы

Студента: Жориной Анны Алексеевны
по теме: Разработка технологического комплекса по очистке водонакопителя «Копань»

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Введение	20.03.2016			
Анализ проблемы влияния сточных вод предприятий северного промузла на окружающую среду (природные водоемы)	21.03.2016			
Сравнительный анализ методов и технологий очист-	19.04.2016			

ки сточных вод предприятий и особенностей очистки водоёмов				
Экспериментальные исследования качества воды в накопительной ёмкости «Копань»	29.04.2016			
Разработка комплекса мероприятий по очистке воды в регулирующей ёмкости «Копань»	12.05.2016			
Заключение	29.05.2016			

Руководитель бакалаврской работы _____ (подпись) В.В. Заболотских (И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению _____ (подпись) А.А. Жорина (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Бакалаврскую работу выполнила: Жорина А.А.

Тема работы: Разработка технологического комплекса по очистке водонакопителя «Копань».

Научный руководитель: Заболотских В.В.

Цель работы: снижение антропогенной нагрузки на Саратовское водохранилище от сточных вод предприятий Северного промузла на основе разработки комплексных решений по очистке воды в ёмкости «Копань».

В соответствии с поставленной целью необходимо решить следующие задачи:

1. Провести анализ проблемы влияния сточных вод предприятий Северного промузла на окружающую среду (природные водоемы).

2. Провести анализ источников и факторов загрязнения регулирующей ёмкости «Копань», г.о. Тольятти.

3. Повести сравнительный анализ методов и технологий очистки сточных вод на предприятиях и особенности очистки водоёмов.

4. Провести анализ накопительного резервуара «Копань», как источника загрязнения Саратовского водохранилища.

5. Провести исследования качества воды регулирующей ёмкости «Копань».

6. Разработать комплекс мероприятий по очистке воды в регулирующей ёмкости «Копань».

Объектом исследования в бакалаврской работе является накопительная ёмкость «Копань».

Предметом исследования является разработка комплекса мероприятий по очистке воды в регулирующей ёмкости «Копань».

Информационной базой при выполнении бакалаврской работы являлись учебники, рассматриваемые теоретические аспекты темы, ГОСТы и СанПины, научно-исследовательские статьи по вопросам очистки промышленных вод.

Краткие выводы по бакалаврской работе: в работе была проанализирована схема очистки сточных вод от производства и способы очистки водоёма; проведены исследования по некоторым загрязняющим веществам и предложен комплекс мероприятий по очистке воды.

Бакалаврская работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованных источников.

Во введении обосновывается актуальность данной работы, описывается цель, задачи исследования.

В первой главе описывается влияние сточных вод на природные водоёмы и окружающую среду.

Во второй главе выполнен сравнительный анализ методов очистки вод на предприятии и природных водоёмов.

В третьей главе проведены исследования качества воды в накопителе «Копань».

В четвёртой главе предложен комплекс мероприятий по снижению негативного воздействия на Саратовское водохранилище.

Структура и объем работы. Данная работа состоит из введения, 4-х глав, заключения, списка из 62 использованных источников. Общий объем работы 55 страниц машинописного текста, в том числе таблиц – 4, рисунков – 16.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 9
ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ВЛИЯНИЯ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ СЕВЕРНОГО ПРОМУЗЛА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ (ПРИРОДНЫЕ ВОДОЕМЫ) 11
1.1 Анализ источников и факторов загрязнения регулирующей емкости «Копань», г.о. Тольятти 16
ГЛАВА 2. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ И ОСОБЕННОСТЕЙ ОЧИСТКИ ВОДОЕМОВ 20
2.1 Особенности очистки сточных вод предприятий 20
2.2 Особенности очистки природных водоемов 21
ГЛАВА 3. ЭКПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ В НАКОПИТЕЛЬНОЙ ЕМКОСТИ «КОПАНЬ» 27
3.1 Проведение исследований качества воды регулирующей ёмкости «Копань» 27
3.2 Определение массовой концентрации алюминия 27
3.3 Определение массовой концентрации общего железа 29
3.4 Определение массовой концентрации аммиака и ионов аммония (суммарно) 31
3.5 Определение массовой концентрации нитритов 32
ГЛАВА 4. РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОЧИСТКЕ ВОДЫ В РЕГУЛИРУЮЩЕЙ ЕМКОСТИ «КОПАНЬ» 34
4.1 Разработка комплекса мер по снижению концентрации загрязняющих веществ в регулирующей ёмкости «Копань» 35
4.2 Очистка воды от органических загрязняющих веществ 36
4.2.1 Фиторемедиация 36

4.2.2 Внесение макрофитов и водорослей 37
4.2.3 Разработка погружного биосорбционного фильтра 40
4.3 Разработка мероприятий по удалению тяжёлых металлов из водоёма 42
4.3.1 Извлечение илового осадка с тяжелыми металлами из водоёма 42
4.3.2 Извлечение тяжелых металлов из илового осадка методом электродиализа 43
4.3.3 Переработка обезвреженного илового осадка методом компостирования 44
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 48
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 49

ВВЕДЕНИЕ

Процесс освоения человеком природных ресурсов с целью увеличения объемов производства неизменно связан с преобразованиями окружающей среды и негативными изменениями экологического состояния планеты. Последствия антропогенного воздействия на окружающую среду заключаются в изменении природных экосистем, загрязнении биосферы, нарушении экологического равновесия в природе и истощении недр Земли. По этой причине все больше внимания уделяется изысканию и развитию новых путей ресурсосбережения.

Особую настороженность вызывает ситуация, которая сложилась в Тольятти, когда сточные воды нескольких предприятий (в основном химических) Северного промузла попадают в специальный резервуар-накопитель «Копань», и оттуда без предварительной очистки непосредственно в Саратовское водохранилище.

Таким образом, экосистема Саратовского водохранилища подвергается антропогенному воздействию токсичных веществ, содержание которых в «Копани» превышается в несколько раз. Особую сложность в решении этой проблемы представляет то, что существующие методы и технологии очистки наиболее эффективны в условиях производства, и неприменимы к очистке воды в водоемах.

Поэтому, для решения этой проблемы и снижения антропогенной нагрузки на Саратовское водохранилище, необходимо анализировать и принимать адекватные методы очистки воды в емкости «Копань» до нормативных показателей.

В рамках выполнения бакалаврской работы были поставлены цель и задачи.

Цель работы: снижение антропогенной нагрузки на Саратовское водохранилище от сточных вод предприятий Северного промузла на основе разработки комплексных решений по очистке воды в ёмкости «Копань».

Задачи:

- Провести анализ проблемы влияния сточных вод предприятий Северного промузла на окружающую среду (природные водоемы).

- Провести анализ источников и факторов загрязнения регулирующей ёмкости «Копань», г.о. Тольятти**.**

- Повести сравнительный анализ методов и технологий очистки сточных вод на предприятиях и особенности очистки водоёмов.

- Провести анализ накопительного резервуара «Копань», как источника загрязнения Саратовского водохранилища.

- Провести исследования качества воды регулирующей ёмкости «Копань».

- Разработать комплекс мероприятий по очистке воды в регулирующей емкости «Копань».

В результате данной работы предложены решения по снижению антропогенного воздействия регулирующей ёмкости «Копань», на основе комплекса биосорбционной очистке воды и очистке дна с утилизацией илового осадка.

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ВЛИЯНИЯ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ СЕВЕРНОГО ПРОМУЗЛА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ (ПРИРОДНЫЕ ВОДОЕМЫ)

Согласно статье 60 Водного кодекса Российской Федерации при эксплуатации водохозяйственной системы запрещается осуществлять сброс в водные объекты сточных вод, не подвергшихся санитарной очистке, обезвреживанию (исходя из недопустимости превышения нормативов допустимого воздействия на водные объекты и нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водных объектах), а также сточных вод, не соответствующих требованиям технических регламентов [7].

Водоотведение и очистка хозяйственно-бытовых, промышленных и поверхностных (ливневых) сточных вод - одна из наиболее значимых систем жизнеобеспечения любого населенного пункта. Согласно статье 18 ФЗ № 52, Водные объекты, используемые в целях питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также в лечебных, оздоровительных и рекреационных целях, в том числе водные объекты, расположенные в границах городских и сельских населенных пунктов, не должны являться источниками биологических, химических и физических факторов вредного воздействия на человека [24].

Севернее г.о. Тольятти, за Обводным шоссе, располагается регулирующая емкость (так называемая Копань) (рисунок 1), в которую сбрасываются собственные стоки ОАО «КуйбышевАзот», а также ливневые и промышленные воды предприятий Северного промузла и жилых кварталов Тольятти.

Регулирующая емкость принадлежит ОАО «КуйбышевАзот». Насосная станция №1, на которую подается сточная вода из регулирующей емкости, также принадлежит ОАО «КуйбышевАзот». Загрязненные стоки, стоки от ВОЦ и поверхностные стоки поступают в ливневую канализацию и далее че-

рез коллектор стоков предприятий Северного промузла, насосные №№ 1,3 сбрасываются в Саратовское водохранилище в районе п.Фёдоровка.

В настоящее время в накопитель поступают производственные и дождевые сточные воды в количестве 10101,3 тыс.м^3/год, из них:

- ОАО «КуйбышевАзот» - 7500,0 тыс. м^3/год;

- ООО «Химзавод» - 360,0 тыс. м^3/год;

- ОАО «Волжская ТГК» филиал «Тольяттинская ТЭЦ» - 800,0 тыс. м^3/год;

- ОАО «Тольяттинский завод технологического оснащения» - 21,6 тыс. м^3/год;

- ОАО «Волгацеммаш» - 362,8 тыс. м^3/год (после модернизации в 2011 г. - 632,8 тыс.м^3/год);

- ООО «Тольяттинский Трансформатор» - 108,4 тыс. м^3/год;

- Департамент городского хозяйства мэрии г. о. Тольятти - 142,8 тыс. м^3/год;

- ООО «Тольяттикаучук» - 500,0 тыс. м^3/год (возможен только аварийный сброс);

- ООО «АТП-3-Стройтранс» - 5,7 тыс. м^3/год [25].

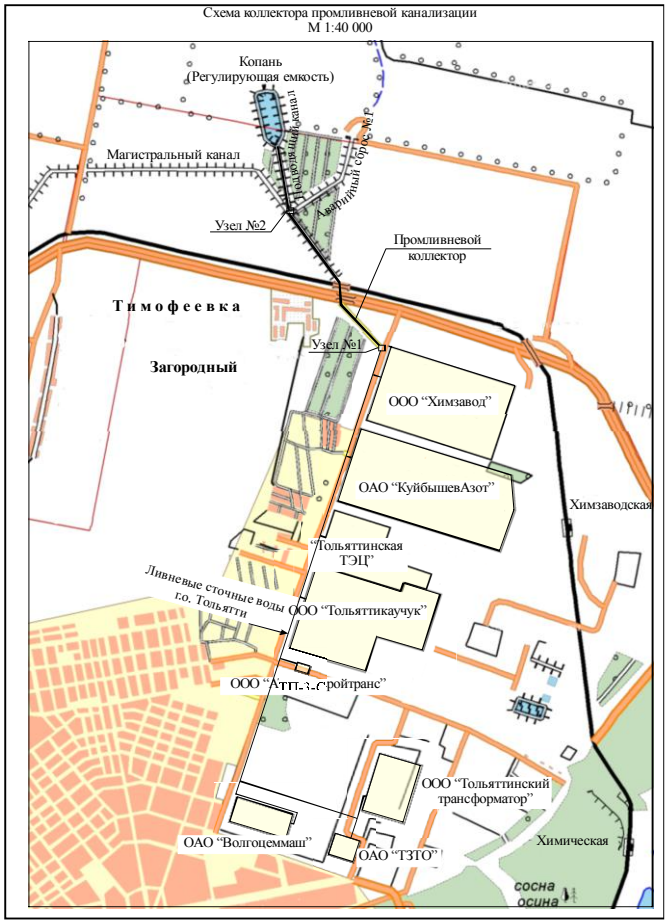


Рисунок 1 - Ситуационный план района размещения ОАО «КуйбышевАзот» и накопителя «Копань»

Показатели качества стоков по существующей схеме очистки сточных вод приведены в таблице 1 (данные лаборатории ООО «Центр мониторинга водной и геологической среды»).

Таблица 1 - Качество сточных вод при эксплуатации существующей отстойно-регулирующей емкости

Показатели	ПДК в пределах НДС, мг/дм^3	НДС, т/год	На входе в накопитель, мг/дм^3	На выходе из накопителя, мг/дм^3	Фактическая эффективность, %
1	2	3	4	5	6
$БПК_{полн}$	3,0	175,78	137,0	32,0	77
Взвешенные вещества	11,24	658,60	104,0	76,0	27
Сухой остаток	1316,75	77153,50	2813,0	2093,0	26

Продолжение таблицы 1

Хлориды	122,90	7201,19	108,0	87,0	19
Сульфаты	169,73	9945,14	1198,0	813,0	32
Азот аммонийный	**3,43**	**200,98**	**18,7**	**13,3**	**29**
Ион аммония	**4,40**	**257,81**	**24,0**	**17,0**	**29**
Азот нитратный	11,82	692,58	36,0	27,0	25
Нитрат ион	51,39	3011,14	155,0	118,0	24
Азот нитритный	0,02	1,17	1,05	0,84	20
Нитрит-ион	**0,08**	**4,69**	**3,5**	**2,8**	**20**
Железо общее	**0,622**	**36,45**	**2,9**	**2,0**	**31**
Медь	0,001	0,059	0,019	0,012	37
Нефтепродукты	0,158	9,26	0,38	0,33	13
Цинк	0,012	0,70	0,062	0,057	8
Фосфаты (по фосфору)	1,17	68,55	0,5	0,33	34
СПАВ (анион.)	0,036	2,11	0,38	0,21	45

Результаты контроля показали, что наблюдается превышение ПДК при НДС (разрешение № 10 от 18.07.2011 г.) по 13 из 17 веществ: $БПК_{полн.}$, взвешенные вещества, сухой остаток, сульфаты, азот аммонийный, ион аммония, азот нитратный, нитрат ион, железо общее, медь, нефтепродукты, цинк, СПАВ. В 10 и более раз превышают ПДК: азот аммонийный, нитрит-ион, БПК и взвешенные вещества [25].

Рассмотрим влияние основных загрязняющих веществ приоритетных загрязняющих веществ, регулирующей емкости «Копань» на окружающую среду и человека.

Ион аммония (NH4+) накапливается при растворении в воде газа - аммиака (NH3), образующегося при биохимическом распаде азотсодержащих органических соединений. Растворенный аммиак поступает в водоем с по-

верхностным и подземным стоком, атмосферными осадками, а также со сточными водами.

Попадая в почву ион аммония прикрепляется к почвенно-поглощающему комплексу, превращается в аммиачную воду и находится в состоянии гомеостаза (равновесия) с почвенной средой.

При наступлении благоприятных условий окружающей среды (нейтральном показателе pH, температуре почвы 22-25°C и достаточном насыщении воздухом почвы) стартует процесс нитрификации - преобразования иона аммония в нитрат при участии автотрофных аэробных бактерий-нитрификаторов.

Азот нитратный. Азот является основным элементом, обеспечивающим урожайность овощных культур. Но при достаточно большом содержании азота в почвах овощные растения в то же время, как правило, испытывают его недостаток. Это объясняется тем, что большая часть почвенного азота находится в недоступном для растений состоянии в виде органических веществ. Растения способны использовать только минеральный азот в аммонийной и нитратной форме.

Воздействия на здоровье человека и состояние экосистем. При потреблении в повышенном количестве нитраты (NO_3-) в пищеварительном тракте частично восстанавливаются до нитритов (NO_2-). Механизм токсического действия нитритов в организме заключается в их взаимодействии с гемоглобином крови и в образовании метгемоглобина, неспособного связывать и переносить кислород.

При регулярном употреблении продукции, содержащей нитриты или нитраты в желудочно-кишечном тракте человека способны образовываться нитрозамины. Они чаще всего к раку печени, пищевода, дыхательной системы, почек. В эксперименте на животных показано, что имеется прямая связь между возникновением опухолей и количеством поступивших в организм

нитрозосоединений, причем низкие однократные дозы их при повторном поступлении суммируются и становятся опасными. Кроме того, эти вещества разрушают витамины А и В, нарушают функцию щитовидной железы.

Рекомендуемый диапазон агрохимических показателей в почве 7 - 15 мг N/кг. Избыточное и особенно одностороннее азотное питание замедляет созревание урожая: растения образуют чрезмерно много зелени в ущерб товарной части продукции, у корне- и клубнеплодов происходит израстание в ботву, у злаков развивается полегание, в корнеплодах снижается содержание сахаров, в картофеле - крахмала, а в овощных и бахчевых культурах возможно накапливание нитратов выше предельно допустимых концентраций (ПДК). При избытке азота молодые плодовые деревья бурно растут, начало плодоношения отодвигается, затягивается рост побегов и растения встречают зиму с невызревшей древесиной.

Под БПК (мг O_2/л) понимается такое количество кислорода в воде, которое требуется живым организмам для окисления органических загрязнителей, присутствующих в воде, за определенный промежуток времени.

Нефтепродукты попадая в водоемы создают разные формы загрязнения: плавающую на воде нефтяную пленку, растворенные или эмульгированные в воде нефтепродукты, осевшие на дно тяжелые фракции и т. д. При этом изменяется запах, вкус, окраска, поверхностное натяжение, вязкость воды, уменьшается количество кислорода, появляются вредные органические вещества, вода приобретает токсические свойства и представляет угрозу для всего живого.

1.1 Анализ источников и факторов загрязнения регулирующей емкости «Копань», г.о. Тольятти

Основными источниками и факторами загрязнения гидросферы считаются:

- Сельское хозяйство. Силосные башни и навозохранилища – нитраты, фосфаты; рассыпанные и разлитые пестициды, поверхностный сток, частицы почвы.

- Добыча руды и выплавка металлов - сульфаты, цианиды, ионы металлов. Сток с хвостохранилищ - рудные минералы, сульфиды свинца, соли тяжелых металлов (свинец, медь, цинка, кадмий и др.).

- Производство электроэнергии - тепло, биоциды, растворимые соединения бора и мышьяка, полиароматические углеводороды, зола.

- Металлургическая промышленность - ионы металлов, кислотные потоки, растворители (летучие органические соединения), используемые при очистке металлических поверхностей.

- Химическая промышленность - разнообразные летучие органические и неорганические соединения, растворители, полиароматические углеводороды, ртуть и др.

- Коммунальные и промышленные сточные воды - летучие органические вещества, твердые частицы, ионы металлов (свинец, ванадий, медь, цинк, кадмий), полиароматические углеводороды, хлорированные бифенилы, диоксины, оксиды углерода, серы, азота, сульфаты, силикаты, фенольные соединения, нефтепродукты, поверхностно активные вещества и др.

- Транспорт - топливо, углеводороды, пестициды, продукты органического синтеза, нефтепродукты, антифризы, кислоты и щелочи, ионы тяжелых металлов, смазочные материалы, лакокрасочные покрытия. Например, вместе со сточными водами железнодорожного транспорта в водоемы поступают ежегодно несколько тысяч тонн загрязняющих веществ: нефтепродуктов - 40, взвешенных частиц - 1100, фосфора (общего) - 60, фенола - 0,2, детергентов (моющих средств) - 9, соединений меди - 1, железа - 51, цинка - 1,5.

Процессы загрязнения поверхностных вод обусловлены различными факторами. К основным из них относятся:

- сброс в водоемы неочищенных сточных вод;

- смыв ядохимикатов и минеральных удобрений с сельскохозяйственных угодий дождевыми водами;

- аэрозоли или газо-дымовые суспензии оседающие из атмосферы на поверхность, как самих водоемов, так и площади водосбора этих водоемов;

- утечки нефти и нефтепродуктов при их добыче, перевозке или сбросе с судов балластных вод.

Тольятти, раскинувшийся на левом берегу Волги, на сегодняшний день является одним из крупнейших промышленных центров Поволжья. На предприятия, находящиеся в Тольятти, приходится почти половина от общего объема продукции, которая производится в Самарской области. Все это не может не оставить следов на экологии города.

Список предприятий, которые осуществляют сброс промышленных вод в регулирующую емкость «Копань» указаны в таблице 2 , рисунок 2.

Таблица 2 – Состав предприятия Северного промузла

Наименование организации	**Направления деятельности**
1	2
ОАО «Тольяттинский Трансформатор»	Электротехническая отрасль
ОАО «ТЗТО»	Производство автокомплектующих деталей
ОАО «ВЦМ»	Машиностроительная отрасль
ООО «Тольяттикаучук»	Производство синтетических каучуков
ОАО «Волжская ТГК ф. Тольяттинская ТЭЦ»	Производство тепловой и электрической энергии для снабжения промышленных предприятий и коммунального хозяйства
ОАО «КуйбышевАзот»	Производство аммиака, минеральных удобрений, капролактама и продуктов его переработки
ООО «Химзавод», включая арендаторов	Не установлено
Департамент городского хозяйства мэрии г.о. Тольятти	Коммунальное хозяйство г.о. Тольятти
ООО АТП «Стройтранс»	Эксплуатация автотранспорта

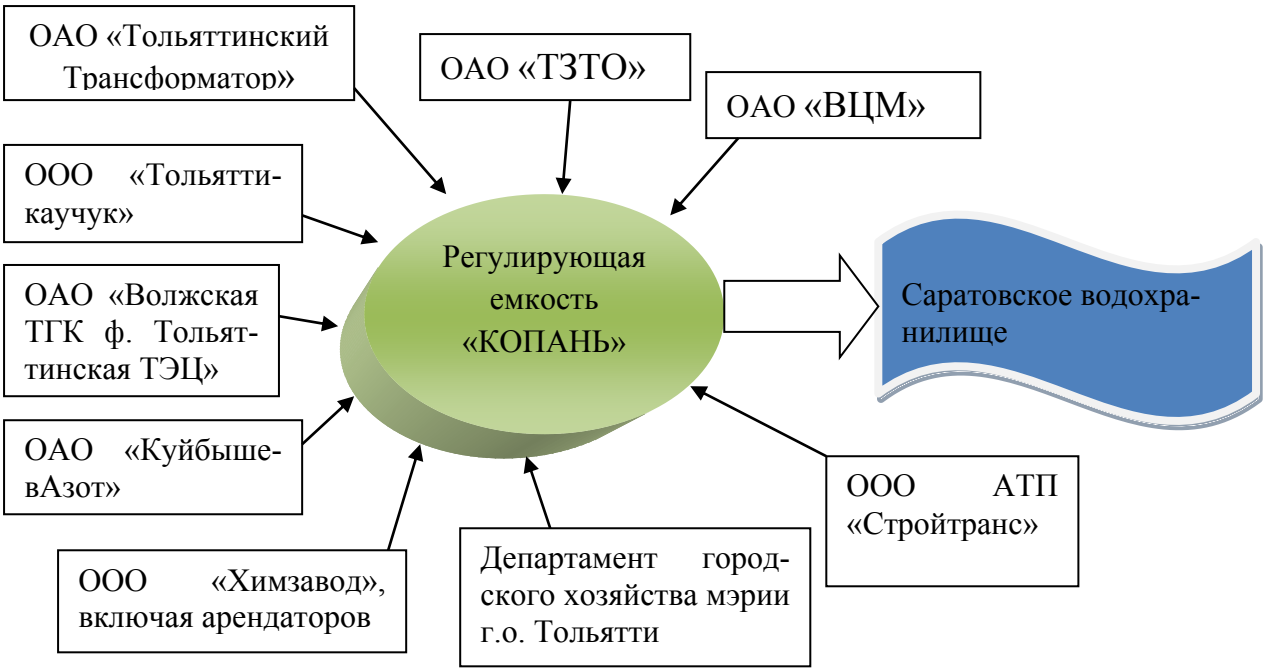


Рисунок 2 – Источники загрязнения регулирующей ёмкости «Копань»

ГЛАВА 2. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ И ОСОБЕННОСТЕЙ ОЧИСТКИ ВОДОЕМОВ

Особенности очистки сточных вод на предприятиях и природных водоёмах кардинально отличаются, поэтому необходимо подбирать индивидуальные методы и способы очистки для того или иного предприятия и водоема (рисунок 3).

В связи с тем, что любые стоки рано или поздно попадают в открытые природные водохранилища, к ним в полной мере применимы требования санитарных норм и правил, касающиеся таких водоемов. Любое промышленное предприятие, независимо от формы собственности, должно оснащаться очистными сооружениями. При этом станции очистки должны действовать весь жизненный период организации от постройки до ликвидации.

2.1 Особенности очистки сточных вод предприятий

По методам очистка делится на**:**

- химическая очистка;
- механическое очищение сточных вод;
- физико-химическая очистка;
- биологическая очистка сточных вод.

Химическая очистка.

Заключается химическая очистка в добавлении специальных реагентов в сточные воды. Эти элементы вступают в реакцию с веществами, загрязняющими воду, и осаждают их в виде нерастворимых в воде соединений, выпадающих в виде осадка. Уменьшение нерастворимых примесей при помощи химической очистки достигает 95%, а растворимых до 25%.

Механическое очищение сточных вод.

Механическая очистка сточных вод из бытовых стоков выделяет 60-70% нерастворимых примесей, а из промышленных до 95%. Многие нерастворимые примеси из промышленных вод используются затем при производстве.

Физико-химическая очистка.

Этот метод нужен для того, чтобы удалить из воды мелкодисперсные, неорганические и органические растворенные вещества. Применяются при этом такие методы как окисление, сорбция, коагуляция, флокуляция, ионообменный метод, электролиз, экстракция, электрокоагуляция.

Биологическая очистка сточных вод.

Биологическая очистка сточных вод использует несколько видов сооружений: метанреакторы, аэротенки, биофильтры, биологические пруды.

Этот метод во всей системе играет большую роль, основан он на использовании закономерностей биохимического и физиологического методов, которыми очищаются природные водоемы. Способность микроорганизмов использовать органические вещества и соединения как источник питания и окисление загрязняющих веществ в итоге на этом основана биологическая очистка сточных вод. Это результат функционирования системы активный ил - сточные воды.

2.2 Особенности очистки природных водоемов

Биопруд.

Самым эффективным и надежным способом очистки сточных вод является растительный мир. Это естественная способность растений, потому как для их роста и развития необходимы биогенные элементы, такие как азот, калий, фосфор и иные вещества. Помимо этого, в корневой системе растений скапливаются микроорганизмы, которые окисляют органические вещества.

Функции, которые выполняются растениями в проточных биологических прудах:

- Фильтрация.

- Поглощающая функция (удаляются биогенные элементы и определенные органические вещества).

- Накопительная (свойство задерживать металлы и органические элементы, которые с трудом разлагаются).

- Окислительная (во время реакции фотосинтеза вода наполняется кислородом).

- Интоксикационная (токсичные вещества путем преобразования изменяются в нетоксичные).

Перечень культур, которые наиболее подходят для природной фильтрации прудов (таблица 3):

- камыш обычный;

- тростник;

- рогоз широколистный;

- рогоз узколистный;

- аир болотный;

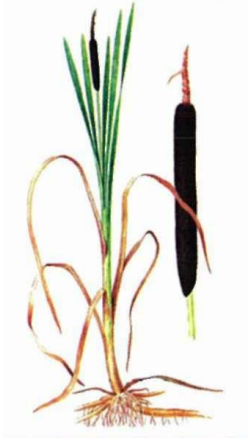
- водный гиацинт;

- телорез и другие культуры.

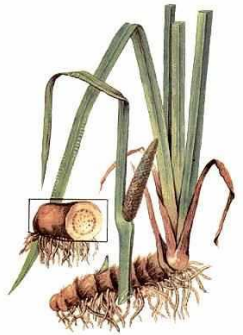
Таблица 3 - Перечень культур, которые наиболее подходят для природной фильтрации прудов

Название культуры	Латинское название культуры	Изображение культуры
1	2	3
Камыш обычный – Высокое многолетнее растение. Стебель цилиндрический или трёхгранный высотой до 2,5 м. Цветки обоеполые, в колосках, собранных в зонтиковидное, метельчатое или головчатое соцветие	Scírpus	
Тростник – род крупных широко распространённых многолетних травянистых растений семейства Злаки, или Мятликовые (Poaceae)	Phrágmites	

Продолжение таблицы 3

1	2	3
Рогоз широколистный, или Бочарная трава, или Куга, или Чакан - многолетнее земноводное травянистое растение; вид рода Рогоз. Растение легко узнаётся по толстым буровато-коричневым плотным, цилиндрическим соцветиям — початкам	Týpha latifólia	
Рогоз узколистный – многолетнее водное и болотное травянистое растение, вид рода Рогоз. Листья двурядные, размещённые в нижней трети стебля; листовые пластинки линейные, обычно выше соцветия, от 4 до 6 мм шириной, плоские, тёмно-зелёные	Týpha angustifólia	

Продолжение таблицы 3

1	2	3
Аир обыкновенный, или Аир болотный, или Аир тростниковый – вид прибрежных, водных и болотных многолетних трав из монотипного семейства Аирные (Acoraceae), типовой вид рода Аир	Acorus cálamus	
Водный гиацинт или эйхорния отличная – способна вбирать инсектициды, фенолы, фосфаты, поглощать тяжёлые металлы (кадмий, никель, серебро). Благодаря этим свойствам, растение часто используется для доочистки очищенных хоз-бытовых сточных вод	Eichhórnia crássipes	
Телорез обыкновенный, или телорез алоэвидный – вид травянистых растений монотипного рода Телорез (Stratiotes) семейства Водокрасовые (Hydrocharitaceae), произрастающих в умеренных областях Европы, на Северном Кавказе и в Западной Сибири	Stratiótes aloídes	

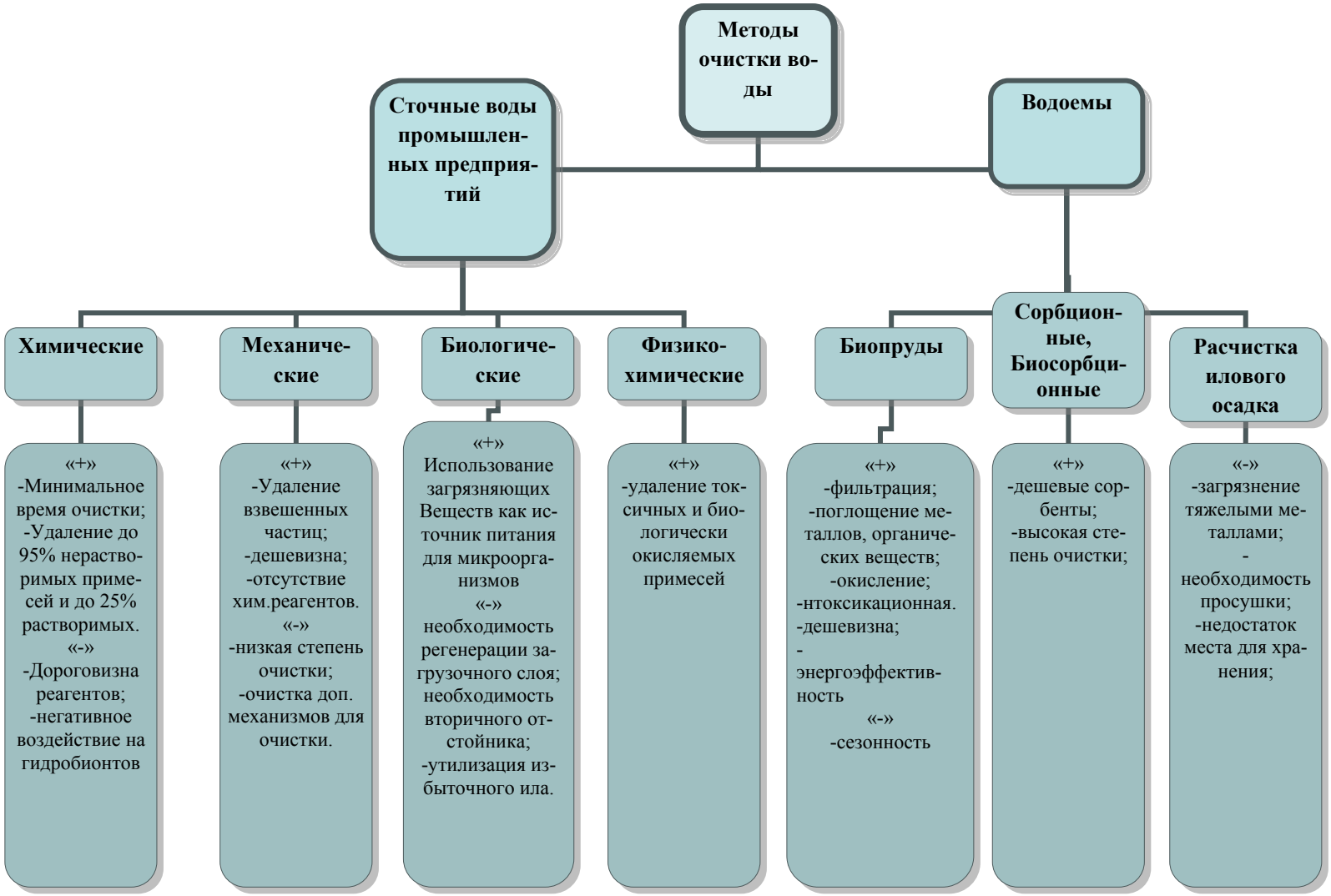


Рисунок 3 - Сравнительный анализ методов очистки сточных вод

ГЛАВА 3. ЭКПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ В НАКОПИТЕЛЬНОЙ ЕМКОСТИ «КОПАНЬ»

Общий объем отстойно-регулирующей емкости составляет 271 тыс. $м^3$: рабочей - 131,0 тыс. $м^3$ и резервной - 140,0 тыс.$м^3$. Площадь зеркала воды - 85055,0 $м^2$. Общая площадь отстойно-регулирующей емкости с учетом прилегающих хозяйственных строений - 142998,2 $м^2$ - 14,3 га.

В настоящее время от предприятий СПУ, в ёмкость «Копань» поступают промливнёвые сточные воды в размере 10101,3 тыс.$м^3$/год.

Перекачка воды осуществляется при помощи насосной станции №1 ОАО «КуйбышевАзот» по напорному трубопроводу, откуда они поступают по самотечному трубопроводу до емкости объединённой насосной станции №3 «ТольяттиАзот», и в Саратовское водохранилище в районе поселка Фёдоровка.

3.1 Проведение исследований качества воды регулирующей ёмкости «Копань»

Для определения реального состояния качества воды в регулирующей емкости «Копань» были проведены исследования по веществам, превышающие ПДК из таблицы 1 - метод определения массовой концентрации общего железа, алюминия, нитритов, нитратов и аммиака и ионов аммония (суммарно).

Результаты исследований представлены в сравнительной таблице 4.

3.2 Определение массовой концентрации алюминия.

В мерную колбу вместимостью 50 $см^3$ помещаем 25,0 $см^3$ исследуемой воды. Приливаем 25,0 $см^3$ реакционной смеси и раствор перемешивают. В случае отсутствия реакционной смеси к 25,0 $см^3$ пробы приливаем 1 $см^3$

сульфата аммония, добавляем 30 мг аскорбиновой кислоты, раствор хорошо перемешиваем и приливаем 2 $см^3$ раствора алюминона. Снова тщательно перемешиваем и доводим до метки разбавленным ацетатным буферным раствором.

Одновременно готовим нулевой раствор и далее измеряем оптическую плотность, как при построении градуировочного графика.

Построение градуировочного графика.

В мерные колбы вместимостью 50 $см^3$ помещаем 0; 0,1; 0,2; 0,4; 0,7; 1,0 и 1,4 $см^3$ рабочего стандартного раствора, что соответствует 0,0; 1,0; 2,0; 4,0; 7,0; 10,0 и 14,0 мкг алюминия или в расчете на 25 $см^3$ анализируемой пробы 0; 0,04; 0,08; 0,16; 0,28; 0,40 и 0,56 $мг/дм^3$ алюминия, добавляем соответственно 25,0; 24,9; 24,8; 24,6; 24,3; 24,0 и 23,6 $см^3$ подкисленной дистиллированной воды, тщательно перемешиваем и приливаем по 25,0 $см^3$ реакционной смеси. Хорошо перемешиваем и через 25-30 мин измеряем оптическую плотность растворов при 540 нм в кювете с расстоянием между рабочими гранями 30 мм относительно нулевого раствора. Определение повторяем еще два-три раза и вычисляем среднее значение оптических плотностей для каждого раствора. По полученным данным строим градуировочный график зависимости оптической плотности растворов от концентрации алюминия в $мг/дм^3$ [11].

Обработка результатов.

По градуировочному графику находим массовую концентрацию алюминия в воде в $мг/дм^3$ (рисунок 4).

Массовая концентрация алюминия по градуировочному графику С = 0, 295 $мг/дм^3$.

Массовую концентрацию алюминия (Х) в $мг/дм^3$ вычисляем по формуле 1:

$$X = C/V \qquad (1)$$

где С - количество алюминия в пробе, которое нашли по градуировочному графику, мкг;

V - объем воды, который взятый для анализа, мл.

$$X = 0{,}295/25$$

$$X = 0{,}012 \text{ мг/дм}^3.$$

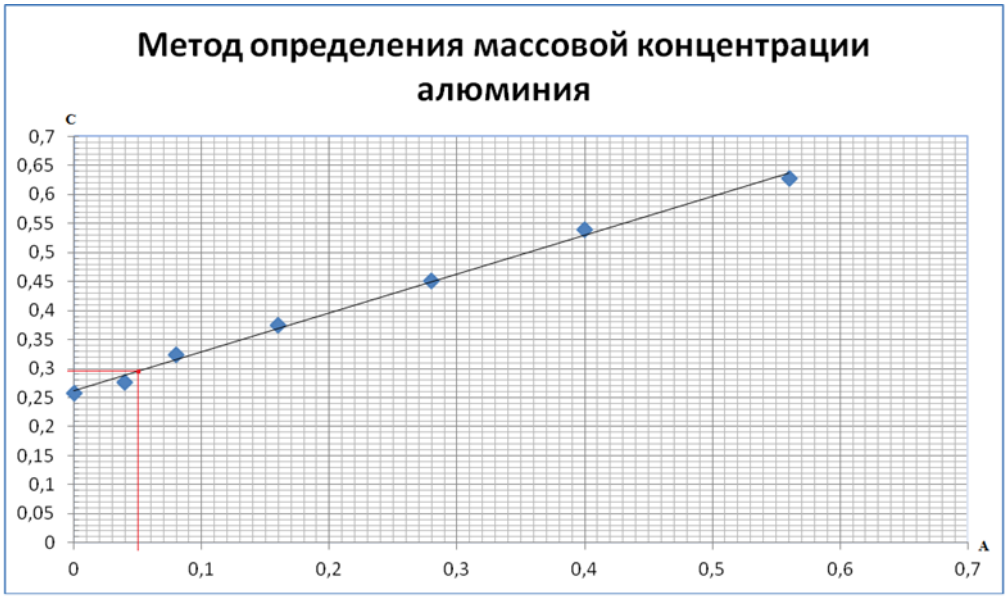


Рисунок 4 - Метод определения массовой концентрации алюминия

3.3 Определение массовой концентрации общего железа

При массовой концентрации общего железа не более 2,00 мг/дм^3 отбираем 50 см^3 исследуемой воды и помещаем в коническую колбу вместимостью 100 см^3. Пробу воды нагреваем до кипения и упариваем до объема 35 - 40 см^3. Раствор охлаждаем до комнатной температуры, переносим в мерную колбу вместимостью 50 см^3, ополаскиваем 2 - 3 раза по 1 см^3 дистиллированной водой, сливая эти порции в ту же мерную колбу. Затем к полученному раствору прибавляем 1,00 см^3 хлористого аммония, 1,00 см3 раствора аммиака (1:1), 1,00 см^3 сульфосалициловой кислоты, хорошо, тщательно перемешиваем после добавления каждого реактива. По индикаторной бумаге

определяем значение pH раствора, которое должно быть= 9. Если pH менее 9, то прибавляем еще 1 - 2 капли раствора аммиака (1:1) до pH = 9.

Объем раствора в мерной колбе доводим до метки дистиллированной водой, оставляем стоять 5 мин для развития окраски. Измеряем оптическую плотность окрашенных растворов, используем фиолетовый светофильтр (λ=400 - 430 нм) и кюветы с толщиной оптического слоя 2, 3 или 5 см, по отношению к 50 $см^3$ дистиллированной воды, в которую добавили те же реактивы. Массовую концентрацию общего железа находим по градуировочному графику.

Для построения градуировочного графика в ряд мерных колб вместимостью 50 $см^3$ наливаем 0,0; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0; 15,0; 20,0 $см^3$ рабочего стандартного раствора, доводим до метки дистиллированной водой, тщательно перемешиваем и анализируем, как исследуемую воду. Получаем шкалу растворов, соответствующих массовым концентрациям железа 0,0; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 $мг/дм^3$.

Строим градуировочный график, откладывая по оси абсцисс массовую концентрацию железа, а по оси ординат соответствующие значения оптической плотности (рисунок 5).

Обработка результатов.

Массовую концентрацию железа (X) в анализируемой пробе, $мг/дм^3$, с учетом разбавления вычисляем по формуле 2:

$$X=C\cdot 50/50 \qquad (2)$$

Где С - концентрация железа, найденная по градуировочному графику, $мг/дм^3$;

V- объем воды, который брали для анализа, $см^3$;

50 - объем, до которого разбавлена проба, $см^3$.

$$X = 0{,}095\cdot 50/50$$

$$X = 0{,}095 \text{ } мг/дм^3.$$

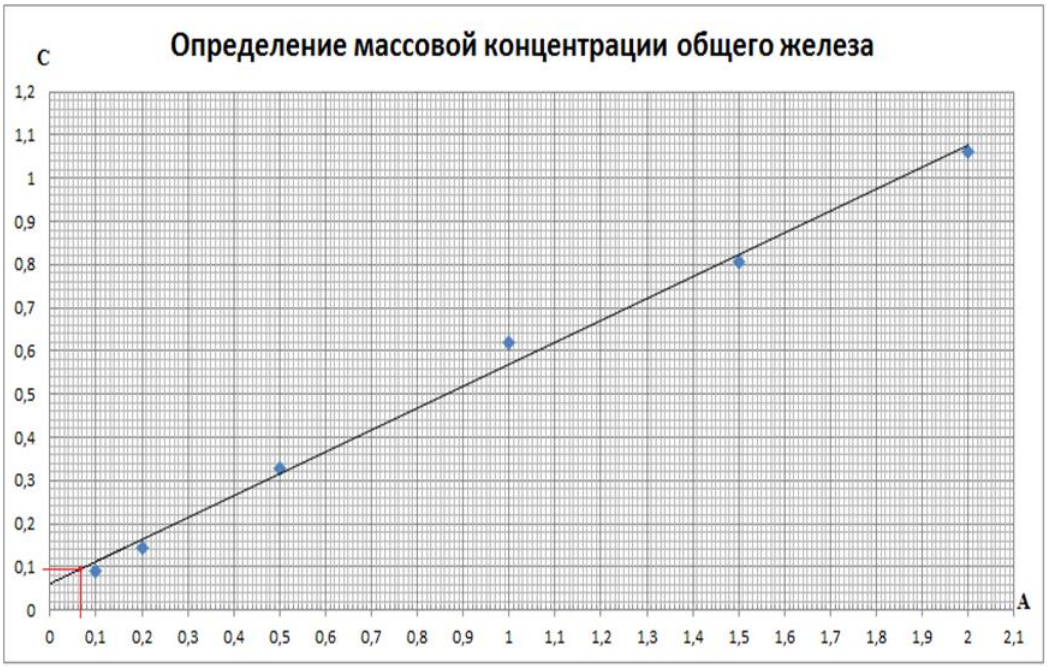


Рисунок 5 - Метод определения массовой концентрации общего железа

3.4 Определение массовой концентрации аммиака и ионов аммония (суммарно)

Метод основан на способности аммиака и ионов аммония образовывать окрашенное в желто-коричневый цвет соединение с реактивом Несслера. К 50 см^3 исследуемой пробы прибавляем 1 см^3 раствора виннокислого калия-натрия, тщательно перемешиваем, затем прибавляем 1 см^3 реактива Несслера и снова тщательно перемешиваем. Через 10 мин фотоколориметрируем при длине волны 400 - 425 нм по отношению к раствору сравнения (безаммиачной воде, в которую добавили те же реактивы, что и в пробу).

Построение градуировочного графика.

В мерные колбы вместимостью 50 см^3 вносим 0; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0 см^3 рабочего стандартного раствора и доводим объем до метки безаммиачной водой. Получаем растворы с содержанием 0; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0 мг NH_4^+/дм^3. Далее проводим анализ и фотоколориметрируем, как при исследовании пробы воды. По полученным результатам строим градуи-

ровочный график, откладывая по оси абсцисс массовые концентрации ионов аммония в мг/дм^3, а по оси ординат соответствующие значения оптической плотности (рисунок 6). График должен иметь прямолинейный характер.

Обработка результатов.

Массовую концентрацию аммиака и ионов аммония (X), мг/дм^3, вычисляем по формуле 3:

$$X=C\cdot 50/50 \qquad (3)$$

Где С - массовая концентрация, которую нашли по градуировочному графику, мг/дм^3 NH_4^+;

V - объем пробы, взятый для анализа, см^3;

50 - объем стандартного раствора, см^3.

$$X = 0{,}288\cdot 50 / 50$$

$$X = 0{,}288 \text{ мг/дм}^3.$$

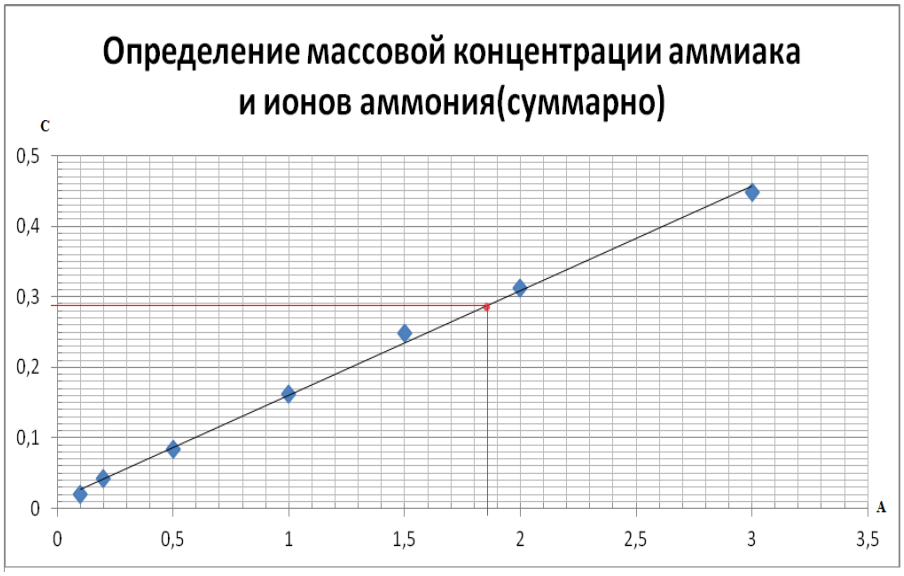


Рисунок 6 - Метод определения массовой концентрации аммиака и ионов аммония (суммарно)

3.5 Определение массовой концентрации нитритов

Способ базирован на способности нитритов диазотировать сульфаниловую кислоту и на образовании красно-фиолетового красителя диазосоеди-

нения с 1-нафтиламином. Интенсивность окраски, пропорциональная содержанию нитритов, измеряем на фотоколориметре при длине волны 520 нм.

Проведение анализа.

К 50 $см^3$ исследуемой прибавляем 2 $см^3$ раствора реактива Грисса, перемешиваем тщательно. Через 40 мин фотоколориметрируем при длине волны 520 нм по отношению к раствору сравнения (дистиллированной воде, в которую добавили реактив Грисса).

Массовую концентрацию нитритов находим по градуировочному графику или рассчитываем по уравнению регрессии.

Построение градуировочного графика.

В мерные колбы вместимостью 50 $см^3$ вносим 0; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0; 15,0 $см^3$ рабочего стандартного раствора и доводим объем до метки дистиллированной водой. Получаем растворы с содержанием 0; 0,002; 0,004; 0,01; 0,02; 0,04; 0,10; 0,20; 0,30 $мг/дм^3$ нитритов. Далее проводим анализ и фотоколориметрируем, как при исследовании пробы. По полученным результатам строим градуировочный график, откладывая по оси абсцисс массовые концентрации нитритов в $мг/дм^3$, а по оси ординат соответствующие им значения оптической плотности (рисунок 7). График должен быть прямолинейным.

Обработка результатов.

Массовую концентрацию нитритов (X), $мг/дм^3$ вычисляем по формуле 4:

$$X=C\cdot 50/50 \qquad (4)$$

где С - массовая концентрация, которую нашли по градуировочному графику, $мг/дм^3$ NO_2;

V - объем пробы, взятый для анализа, $см^3$;

50 - объем стандартного раствора, $см^3$.

$$X=0,06\cdot 50/50$$

X=0,06 мг/дм^3

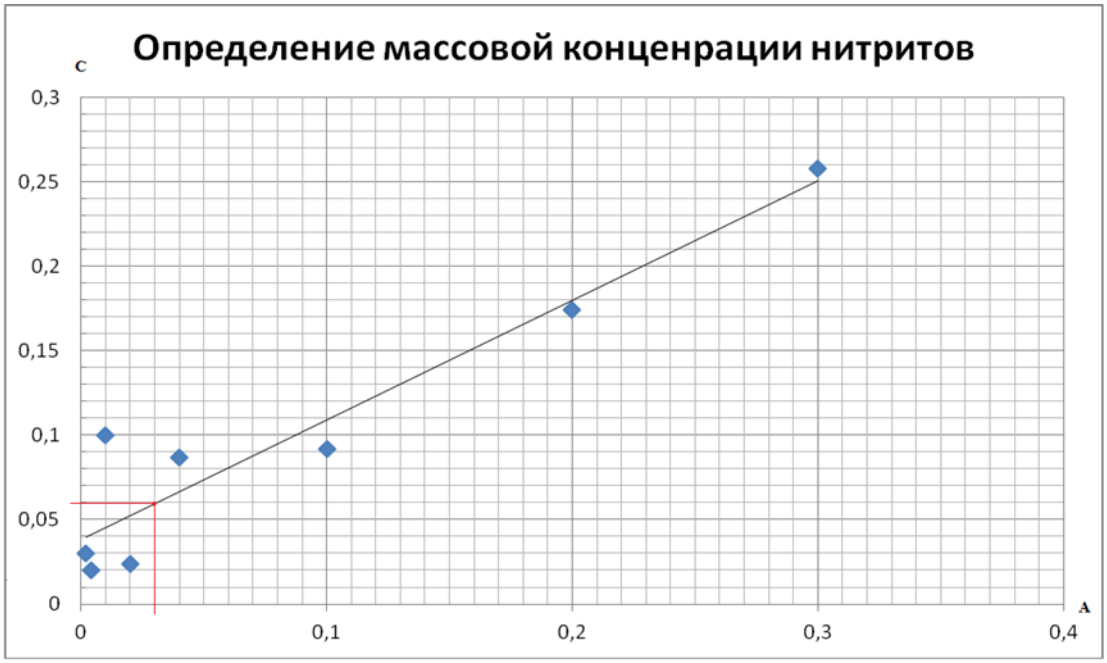


Рисунок 7 - Метод определения массовой концентрации нитритов

Таблица 4 - Сравнение результатов исследований качества воды регулирующей ёмкости «Копань»

Наименование исследуемого вещества	**Полученные результаты, мг/дм^3**	**ПДК загрязняющих веществ для рыбохозяйственных водоёмов, мг/дм^3**
1	2	3
Массовая концентрация алюминия	0,012	0,04
Массовая концентрация общего железа	0,095	0,1
Массовая концентрация аммиака и ионов аммония (суммарно)	0,288	0,5
Массовая концентрация нитритов	0,06	0,06

Вывод: по результатам сравнения данных исследований с ПДК веществ для рыбохозяйственных водоёмов, можно сделать вывод, что вещества не превышают, но близки к показателю ПДК. Это общее железо и нитриты.

ГЛАВА 4. РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОЧИСТКЕ ВОДЫ В РЕГУЛИРУЮЩЕЙ ЕМКОСТИ «КОПАНЬ»

4.1 Разработка комплекса мер по снижению концентрации загрязняющих веществ в регулирующей ёмкости «Копань»

Проведённый анализ накопительной ёмкости «Копань» как источника загрязнения Саратовского водохранилища показал, что основными загрязняющими веществами, поступающими и накапливающимися в водоёме, являются нефтепродукты, ионы аммония, нитраты, нитриты, фенолы – их концентрация близка или превышает значения ПДК для рыбохозяйственных водоёмов.

Анализ методов показал, что для снижения концентрации органических загрязняющих веществ наиболее эффективны биосорбционные методы очистки водоёмов. Для этих целей можно успешно применять макрофиты, биофильтры, внесение фиторемедиантов, озеленение и дернование береговой зоны.

Для удаления тяжёлых металлов, которые накапливаются в осадке и иле и служат источником вторичного загрязнения водоёма, наиболее применимы мероприятия по удалению ила и осадка с помощью специальных механических средств – земснаряда или экскаватора, и дальнейшее извлечение ионов тяжелых металлов из ила методами электродиализа. Это позволит вторично использовать осадок или ил, обезвреженный от тяжелых металлов, для получения компоста методом компостирования

На основе проведённого анализа были разработаны оптимальные, дешёвые, доступные и эффективные методы снижения антропогенного загрязнения в накопительной ёмкости «Копань».

4.2 Очистка воды от органических загрязняющих веществ

Очистка сточных вод в накопителе «Копань» будет осуществляться за счет комплекса мер, представленных на рисунке 8.

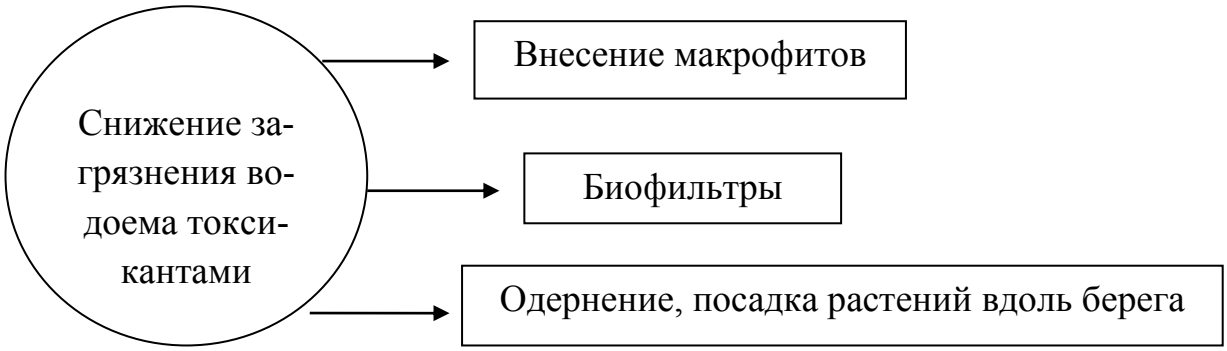


Рисунок 8 - Комплекс мер для снижение загрязнения в водоеме

4.2.1 Фиторемедиация

Фиторемедиация - комплекс методов очистки сточных вод, грунтов и атмосферного воздуха с использованием зеленых растений. Одно из направлений более общего метода биоремедиации. Восстановление экосистем при помощи растений используется на практике для очистки окружающей среды от металлов и радионуклидов. По сравнению с существующими физическими и химическими методами мелиорации почвы, очистка при помощи растений экономичнее и наносит меньший ущерб окружающей среде.

С помощью растений и водорослей загрязнения могут быть обезврежены, а так-же извлечены различными путями в результате деградации, экстракции (накоплением, аккумуляцией), изолирования или иммобилизации.

Для образования 1 тонны фитомассы растения поглощают более 200 кг различных минеральных веществ. Растения могут также поглощать различные загрязнения и трансформировать их. Однако в отличие от микроорганизмов, растения способны минерализовать лишь ограниченное количество таких загрязнений как органические ксенобиотики.

Достоинства фиторемедиации:

- относительно низкая себестоимость проводимых работ по сравнению с традиционными очистными сооружениями;

- безопасность для окружающей среды;

- теоретическая возможность экстракции ценных веществ (Ni, Au, Cu) из зеленой массы растений;

- возможность мониторинга процесса очистки;

- качество очистки не уступает традиционным методам, особенно при небольшом объёме сточных вод.

4.2.2 Внесение макрофитов и водорослей

Все растения нуждаются в биогенных элементах, в том числе и ряде металлов, относящихся к жизненно важным (Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, Co), и способны в той или иной степени извлекать тяжелые металлы из почв и водных сред. Однако растения различаются по своей способности извлекать металлы из среды и концентрировать их в листьях и стеблях. Растения, устойчивые к высоким концентрациям металлов и накапливающие повышенное их количество, относят к аккумуляторам металлов, в сверхвысоких концентрациях к гипераккумуляторам (металлофитам), а накапливающие селективно отдельные металлы к растениям-индикаторам. Менее чувствительны к загрязнениям растения, которые способны накапливать загрязнения в повышенных количествах и трансформировать. Проникновение загрязнений в растения (транслокационный перенос) происходит в основном через корни и листья. Для поступления в корни ксенобиотики должны проникнуть только через клеточную стенку, не имеющей кутикулы (компонент защитной стенки эпидермиса покровной ткани растений), в то время как в листья они проникают через устьице или кутикулу эпидермиса, поэтому в корни ксенобиотики поступают менее селективно, чем в листья. Загрязнения, попавшие в растения через корневую систему, переносятся в наземные части растений.

Легче всего растения извлекают металлы, находящиеся в виде свободных ионов и растворимых комплексов в почвенных растворах. Растения также могут извлекать ионы металлов, связанные с ионообменными группами минерального вещества почвы и адсорбированные на неорганических почвенных составляющих. Микроскопические протококковые водоросли (такие как *Chlorella pyrenoidosa, Chlorella vulgaris, Scenedesmus quadricauda, Scenedesmus ohliqums, Ankistrodesmus braunii, Selenastrum* sp. и др.), цианобактерии *(Oscillatoria* spp., *Anabaena variabilis, Phormidium foveolarum, Phormidium valuer* и др.) способны разлагать фенолы, нафталин, отдельные углеводороды, гербициды, цианиды и другие ксенобиотики. Освободившиеся в результате биодеструкции токсикантов углерод и азот утилизируются водорослями.

Фитопланктон, обильно развивающийся в прудах, может аккумулировать свыше 90% азота и фосфора, содержащихся в сточных водах. Для удаления тяжелых металлов эффективны водоросли-макрофиты. У этих водорослей коэффициенты накопления катионов тяжелых металлов, редкоземельных элементов достигают тысяч и десятков тысяч. Например, для цинка они составляют до 60000 (у *Fucus vesiculosus)* (рисунок 9), для марганца от 1000 до 200000 (у *Laminaria)* (рисунок 10). Диатомея *Synedra* способна поглощать ртуть в концентрациях, превышающих количество металла в воде в 50-60 раз. В тканях водорослей-макрофитов содержание тяжелых металлов обычно коррелируют с содержанием их в донных отложениях, а не в воде.

Рисунок 9 - Водоросль Fucus vesiculosus

Из высших водных и полуводных растений при очистке стоков в биопрудах и на гидроботанических площадках обычно используют рогоз *(Typha),* озерный камыш *(Scirpus lacustris),* осоку *(Carex),* тростник *(Phragmites),* манник *(Glyceria),* рдест *(Potamogeton),* водяной гиацинт *(Eichhornia crassipes),* ряску *(Lemna),* роголистник *(Ceratophyllum demersum),* болотный аир *(Acorns calamus),* желтый касатик *(Iris pseudacorus),* водяную мяту *(Mentha aquatica),* частуху *(Alisma)* и другие растения, которые при необходимости легко собирать и удалять из водоема. Большинство из этих растений широко распространены в водоемах средней полосы России; обычно они самопроизвольно заселяют канавы, ручьи, небольшие реки, в том числе с загрязненными водами [6].

Рисунок 10 - Водоросль Laminaria

Многие из водных растений устойчивы к тяжелым металлам, а некоторые из них являются гипераккумуляторами металлов: рогоз (*Typha)* накапливает медь, цинк и свинец, камыш *(Scirpus)* активно поглощает марганец, ирис *(Iris)* - кальций, осока *(Сагех)* — железо. Такие растения, как водяной гиацинт *(Eichhornia crassipes),* щитолистник *(Hydrocotyle umbellata),* ряска *(Lemna),* водяной бархат *(Azolla pinnata)* могут извлекать Pb, Си, Cd, Fe, Hg из загрязненных вод. Накопление тяжелых металлов, мышьяка, сурьмы камышом, тростником, рогозом активнее происходит в корнях растений, что способствует депонированию этих элементов в донных осадках.

4.2.3 Разработка погружного биосорбционного фильтра

Биофильтр - это специальный резервуар, который обеспечивает фильтрацию сточных вод посредством специального загрузочного материала - сорбента. Биофильтр представляет собой сетчатый цилиндр, закрытый с двух сторон крышкой - сеткой, и наполненный сорбентами послойно (рисунок 11). Между слоями сорбентов образуется биопленка, что способствует усилению процесса минерализации и очищению водоема [21].

Очистка осуществляется следующим образом: колонии микроорганизмов, которые питались веществами органического происхождения, получают новый источник энергии для продолжения своей жизнедеятельности. Часть органических веществ будут использованы микроорганизмами как материал для увеличения их численности. Так обеспечивается одновременно и очистка сточных вод, и рост численности микроорганизмов в колонии. Кислород, без которого невозможен данный биохимический процесс, поступает в загрузку путем естественной и искусственной вентиляции фильтра.

Следует отметить, что непрерывная вентиляция атмосферного воздуха через загрузку фильтра возможна за счет разницы в температурах между сточными водами и воздухом. Именно так обеспечивается тот уровень концентрации кислорода, который необходим для жизнедеятельности микроорганизмов.

В качестве наполнителя биофильтра, будут использоваться природные сорбенты:

- активированный уголь;
- цеолит;
- шунгит;
- керамзит;
- торф и др.

Достоинства биофильтра:

- экологичность;
- эффективность;
- дешевизна сорбентов;
- доступность;
- простота в эксплуатации;
- использование биопленки;
- регенерация.

- шунгит
- керамзит
- цеолит
- активированный уголь

Рисунок 11 – Модель погружного биофильтра с послойной загрузкой сорбентов

4.3 Разработка мероприятий по удалению тяжёлых металлов из водоёма

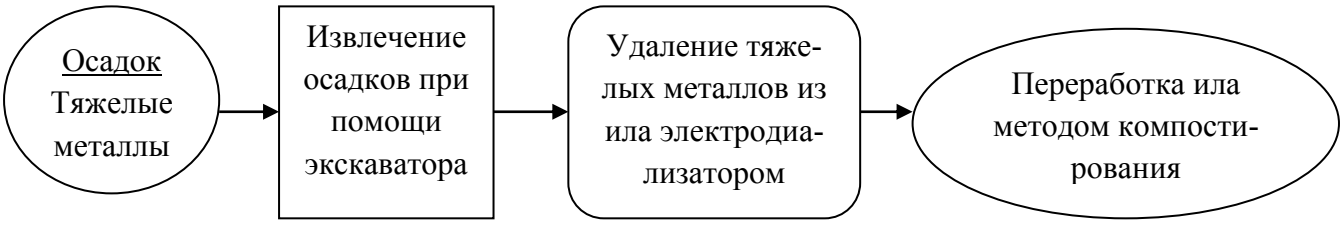


Рисунок 12 - Мероприятия для удаления тяжелых металлов из водоема

4.3.1 Извлечение илового осадка с тяжелыми металлами из водоёма

Извлечение илового осадка с тяжелыми металлами из водоёма происходит после их накопления на дне водоема и проводится для предотвращения выноса ила в водоемы, путем выгребания осадка экскаватором или земснарядом (рисунок 12).

Земснаряд - это землесосные машины, которые собирают иловые отложения со дна и по трубопроводу переправляют их в карты намыва – огражденные участки земли для сушки ила (рисунок 13). Будет понятнее, если называть эти карты котлованами, в которых происходит отстаивание водно-иловой массы.

Рисунок 13 - Извлечение илового осадка при помощи земснаряда

Извлечение осадка так же можно проводить при помощи обычного экскаватора (рисунок 14).

Рисунок 14 - Извлечение илового осадка при помощи экскаватора

4.3.2 Извлечение тяжелых металлов из илового осадка методом электродиализа

Электродиализ – метод разделения растворов электролитов путем их избирательного переноса через ионоселективные мембраны под действием электрического поля [12]. Электродиализ относится к электромембранным процессам и сочетает в себе черты как электрохимического, так и мембранного процессов. Движущей силой процесса является градиент электрического потенциала. Под действием электрического поля катионы перемещаются по направлению к отрицательному электроду (катоду). Анионы движутся по направлению к положительно заряженному электроду (аноду). Электрическое поле не оказывает влияния на незаряженные молекулы.

Электродиализ осуществляется в многокамерных электродиализаторах под действием постоянного электрического тока, направленного перпендикулярно плоскости мембран (рисунок 15). В простейшем случае электродиализатор состоит из двух - трех камер, отделенных одна от другой диафрагмами. Обрабатываемая вода поступает в одну из камер, в то время как в других камерах находятся растворы электролитов (кислот, щелочей или солей). Для диафрагм используют инертные пористые природные и синтетические материалы (асбест, стеклоткань, уплотненная хлориновая ткань и др.), а также электрохимически активные селективные ионитовые мембраны. Одна мембрана - анионитовая, отделяет камеру, где помещают анод, другая - катини-

товая, камеру с катодом. Под воздействием постоянного тока катионы, двигаясь в направлении анода, проходят через анионитовые мембраны, но задерживаются катионитовыми. При этом на аноде выделяется кислород и образуется кислота, на катоде выделяется водород и образуется щелочь. Главное преимущество процесса электродиализа с ионитовыми мембранами заключается в том, что все ионы, удаленные из камер обессоливания, или диализата, не должны обязательно выделяться на электродах, а могут собираться в камеры концентрирования [9].

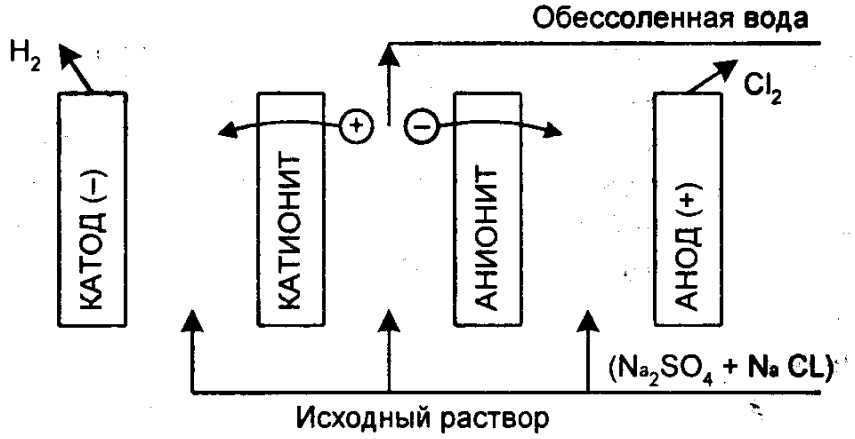


Рисунок 15 - Схема электродиализа

4.3.3 Переработка обезвреженного илового осадка методом компостирования

Метод компостирования заключается в смешении осадка с заранее приготовленным материалом, имеющим низкую влажность (около 40%), для уменьшения влажности смеси до 50 - 60%.

Осадки сточных вод имеют низкое отношение углерода к азоту, высокую влажность и плохо поддаются аэрации. Их необходимо смешивать с твердым материалом, сорбирующим влагу, который обеспечит дополнительный углерод и нужную для аэрации структуру смеси.

В качестве компонентов для приготовления компоста можно использовать древесные опилки, отходы растительного происхождения.

Процесс компостирования состоит из двух фаз.

Первая фаза продолжается в течении 1 - 3 недель и сопровождается интенсивным развитием микроорганизмов, температура осадка повышается до 50 - 80°С. При этом происходит обеззараживание осадка и сокращение его массы.

Вторая фаза - созревание компоста более длительная. Она продолжается от двух недель до 3 - 6 месяцев и сопровождается развитием простейших и членистоногих организмов, понижением температуры до 40°С и ниже. Повышение температуры окружающего воздуха интенсифицирует процесс разложения органических веществ.

Готовый компост представляет собой сыпучий материал влажностью 40 - 50%, не имеющий запаха, содержащий макро- и микроэлементы, необходимые для роста и развития растений, полезную микрофлору и вещества, повышающие плодородие почв [5].

Преимуществами применения метода компостирования для отходов, образованных после механической и биологической очистки сточных вод является улучшение санитарно-гигиенических показателей вследствие гибели болезнетворных микроорганизмов, яиц гельминтов и прочее [4].

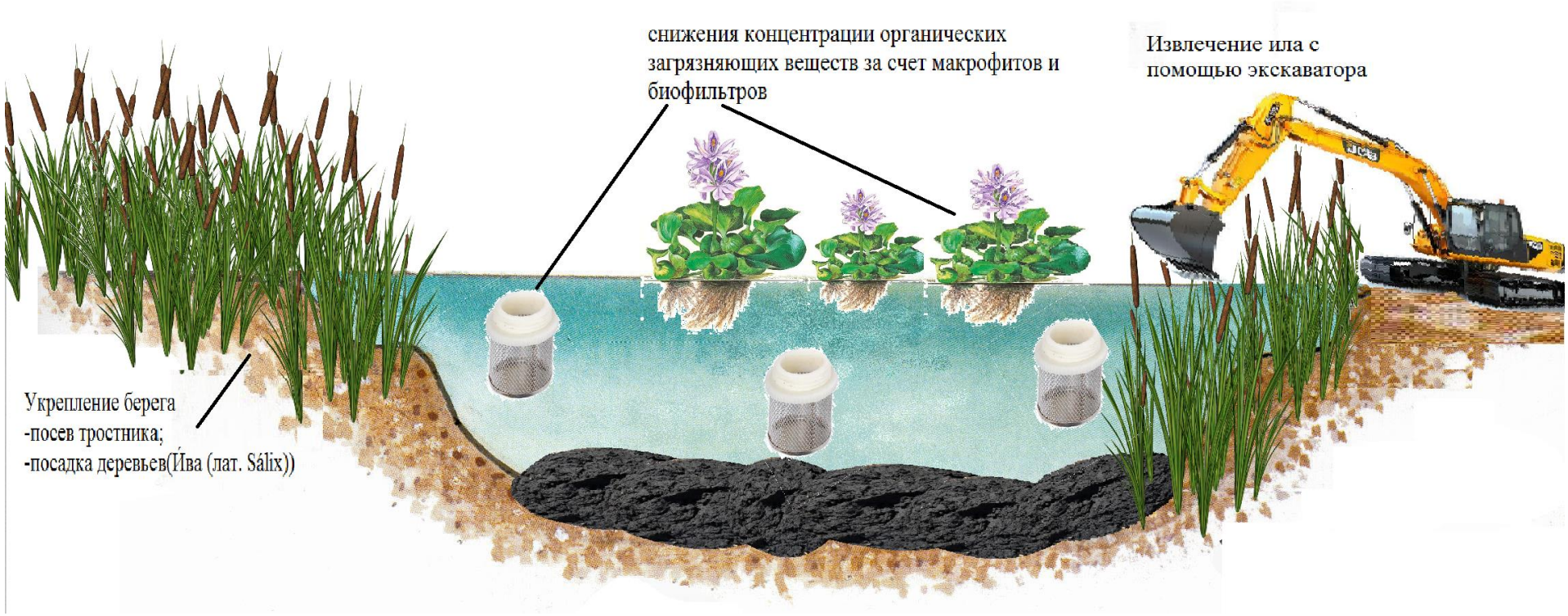


Рисунок 16 - Комплекс мероприятий по очистке воды в регулирующей емкости «Копань»

Вывод.

На рисунке 16 показан полный комплекс мероприятий по очистке воды в регулирующей емкости «Копань». Береговая линия будет засажена, и тем самым укреплена тростником, камышом, ивой. Погружные фильтры будут находится на входе в емкость, на выходе и несколько фильтров в центре емкости. На поверхности воды будут свободно произрастать водяной гиацинт (Eichhornia crassipes), щитолистник (Hydrocotyle umbellata), ряска (Lemna). Извлекать ил со дна водоема будем наиболее дешевым и доступным методом - при помощи экскаватора. Таким образом, данный комплекс позволит снизить антропогенную нагрузку на Саратовское водохранилище регулирующей емкости «Копань».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ проблемы загрязнения водоемов от химических предприятий позволил выявить актуальные для г.о. Тольятти проблемы, которые требуют незамедлительного решения. Проблема заключается в том, что стоки Северного промузла сбрасываются в накопительную емкость «Копань» откуда без очистки попадает непосредственно в Саратовское водохранилище.

Особого внимания требуют исследования качества воды в «Копани» для оценки степени ущерба, оказываемого на Саратовское водохранилище.

Проведённые экспериментальные исследования качества воды в накопительной ёмкости «Копань» показали повышенные значения содержания таких загрязняющих веществ, как железо и нитриты.

Результатом данной работы являются разработка оптимальных мероприятий по снижению антропогенного воздействия в регулирующей емкости «Копань» на основе комплекса биосорбционной очистки воды и очистке дна с утилизацией илового осадка. Биофильтр, макрофиты и удаление илового осадка позволят добиться лучшего результата именно в таком сочетании. Это позволит снизить антропогенную нагрузку на Саратовское водохранилище.

Береговую линию рекомендовано засадить тростником, камышом, ивой, для усилении процессов фиторемедиации. Разработанные погружные сорбционные фильтры будут находится на входе в емкость, на выходе и несколько фильтров в центре емкости. На поверхности воды будут свободно произрастать макрофиты гипераккумуляторы загрязняющих веществ - нефтепродуктов, тяжёлых металлов - водяной гиацинт (Eichhornia crassipes), щитолистник (Hydrocotyle umbellata), ряска (Lemna). Извлекать ил со дна водоема рекомендуется дешевым и доступным методом - при помощи экскаватора. Таким образом, данный комплекс позволит снизить антропогенную нагрузку на Саратовское водохранилище регулирующей емкости «Копань» и не требует серьёзных экономических затрат.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Автореферат. Совершенствование технологии детоксикации активного ила с целью его безопасной утилизации в агросистемах[Текст]. Кириллов, Максим Владимирович, кандидат технических наук, Екатеринбург, 2010 г.

2. Анциферов А.В., Филенков В.М., Каплан А.Л., Васильев А.В. Реконструкция промышленных очистных сооружений с использованием биореактора[Текст].// Безопасность в техносфере. — 2009. — № 3. — С. 42—45.

3. Ахобадзе Г. Н. Методы очистки сточных вод от тяжелых металлов и нефтепродуктов[Текст].// Г. Н. Ахобадзе // Экология производства. – 2011. – № 2. – С. 45- 52.

4. Беляева С.Д. Комплексные подходы к решению проблемы обработки и размещения осадков сточных вод [Текст].// С.Д. Беляева, Л.И. Гюнтер // Водоснабжение и санитарная техника. 2002. - №2. - С. 33 — 35.

5. Беляева С.Д. Организация работ по использованию осадков сточных вод в качестве удобрения [Текст]. // С.Д. Беляева, Л.И. Гюнтер, В.А. Ситников, Е.В. Покровская // Водоснабжение и санитарная техника. -2002. — №12 (часть 1).-С. 30-33.

6. Водный кодекс Российской Федерации от 3 июня 2006 г. № 74-ФЗ (ред. от 21 октября 2013) [Текст].// Собрание законодательства Российской Федерации. – 2006. – № 23. – Ст. 2381.

7. Водоподготовка. Процессы и аппараты[Текст]. Под ред. О. И. Мартыновой. Учебное пособие для вузов. – М.: Атомиздат, 1977. – 352 с.

8. Вознесенский В.В. Экологические технологии: проблемы переработки и утилизации осадков сточных вод [Текст]. // В.В. Вознесенский, Ю.А. Феофанов // Инженерная экология. — 1999. №1. — С. 2 — 7.

9. Гарин В.М. Обезвреживание отходов — актуальная экологическая проблема крупных городов [Текст].// В.М. Гарин, А.Г. Хвостиков // Вестник МАНЭБ. 1999. - №1(13). - С. 14 - 15.

10. ГОСТ 18165-89 – 1989 «Вода питьевая. Методы определения массовой концентрации алюминия»

11. Гуляева Е. С. Расчет электродиализатора с тонкими щелевыми каналами[Текст]. // Е. С. Гуляева, М. Г. Беренгартен, В. И. Назаров // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2013. – № 1. – С. 13-15.

12. Дорошкевич С.Г. Влияние органо-минеральных удобрительных смесей на основе осадков сточных вод и цеолитов на агрохимические свойства аллювиальной дерновой почвы [Текст]. / С.Г. Дорошкевич, Л.Л. Убугунов // Агрохимия. 2002. - №4. - С. 5 - 10.

13. Дрозд Г.Я. Осадки сточных вод как удобрения для сельского хозяйства [Текст]. / Г.Я. Дрозд, Н.И. Зотов, В.Н. Маслак // Водоснабжение и санитарная техника.-2001.-№12. С. 33-35.

14. Евилевич А.З. Утилизация осадков сточных вод [Текст]. / А.З. Евилевич, М.А Евилевич. Л.: Стройиздат, 1988. - 248 с.

15. Жукова Л.А., Иноземцев И.В. Разработка научно-практических основ обеззараживания и утилизации осадка сточных вод Железногорска[Текст]. // Химия в с/х № 8-а, 1993, с.33-34.

16. Касатиков В.А. Агроэкологические основы применения осадков городских сточных вод в качестве удобрения: Автореф. дис. док.наук: 03.00.16. / – М., 1989. - 46с.

17. Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика[Текст]. - М: Изд-во МСХА, 2000. - 473с.

18. Кобозев И.В., Тюльдюков В.А., Парахин Н.В. Предотвращение критических ситуаций в агроэкосистемах[Текст]. – М.: Изд-во МСХА, 1995, 264с.

19. Ковальская А. И. Обеспечение экологической безопасности утилизации иловых осадков[Текст]. // Экология урбанизированных территорий. - 2011. - № 4. - С. 70-72.

20. Крылов И. О. Использование природных шунгитовых сорбентов в системах очистки сточных вод [реферат] / И. О. Крылов, И. Г. Луговская // Ресурсосберегающие технологии. Экспресс-информация. ВИНИТИ. – 2011. – № 6. – С. 10-32.

21. Малахатка Ю. Н. Сорбент на основе аспирационной пыли / Ю. Н. Малахатка Г. И. Тарасова // Сорбционные и хроматографические процессы[Текст]. – 2013. – Т. 13, вып. 4. – С. 476-481.

22. Мухин В. М. Применение активного угля, модифицированного гидроксидом калия, в очистке сточной воды на действующем предприятии[Текст]. / В. М. Мухин, А. А. Курилкин В. Н. Клушин // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2013. – Т. 13, вып. 2. – С. 188-191.

23. О водоснабжении и водоотведении : закон Российской Федерации от 7 дек. 2011 г. № 416-ФЗ (ред. от 23 июля 2013 г.) // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2011.– № 50. – Ст. 7358

24. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения : закон Российской Федерации от 30.03.1999 N 52-ФЗ (ред. от 28.11.2015) // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2011.– № 52. – Ст. 60

25. «Основные правила использования водных ресурсов Саратовского водохранилища на р. Волге», утвержденным приказом Министерства мелиорации и водного хозяйства РСФСР от 11.11.1983 № 596.

26. Очистка природных и сточных вод : сборник научных трудов / ОАО «НИИ ВОДГЕО» ; [науч. ред. В. Н. Швецов]. – Юбил. вып. – Москва : ВСТ ; Москва : Журн. Водоснабжение и санитарная техника, 2009. – 76 с.

27. Пааль Л.Л., Кару Я.Я., Мельдер Х.А., Репин Б.И.: Справочник по очистке сточных и природных вод. – М.: Высшая школа, 1994

28. Пат. № 101267РФ. Способ получения биогумуса и устройство для его осуществления / Синельников В.П., Каманчаджян П.А. -2003.

29. Пат. № 2133231РФ. Способ переработки избыточного активного ила, содержащего тяжелые металлы / Панов В.П., Зыкова И.В., Алексеева Е.А. -2001.

30. Пат. №2098934. Установка для компостирования органических отходов / Смолинский Е.А., Пузанков А.Г., Мхитарян Г.А., Николаев Ю.Н., Ильин И.В. -2006.

31. Пат. №2133231РФ. Способ переработки избыточного активного ила, содержащего тяжелые металлы / Панов В.П., Зыкова И.В., Алексеева Е.А. -2002.

32. Пат. №2223236РФ. Способ утилизации избыточного активного ила биологических очистных сооружений предприятий нефтехимии / Трубникова Л.И., Бакиров А.Б. – 1995.

33. Пат. №2414444РФ. Способ совместного компостирования отходов городского хозяйства / Мартьянов А.А., Тарасова Е.В., Лаврушина Ю.Т., Луканин А.В., Сахарова А.И. -1998.

34. Пат. №71116. Установка для компостирования / Колдин М.С., Никитин П.С., Миронов В.В., Капустин В.П., Завражнов А.И. -2005.

35. Проект «Отведение условно-чистых и ливневых сточных вод от предприятия Северного узла г. Тольятти», 1971 г., Ростовское отделение проектного института «Союзводоканалпроект».

36. Протасов В.Ф., Молчанов А.В. Экология, здоровье и природопользование в России[Текст]. – М.: Финансы и статистика, 1995. – 528 с.

37. Разрешение № 10 на сброс загрязняющих веществ в окружающую среду (водные объекты) от 18.11.2011 г., выданное ОАО «Тольяттиазот» Управлением Росприроднадзора по Самарской области.

38. СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения»

39. СанПин 2.1.4. 1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарно - эпидемиологические правила и нормы»

40. СанПин 2.1.4.1175-02 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников»

41. СанПиН 2.1.5.980-00 «Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод»

42. СанПиН 2.1.5.980-00. «Гигиенические требования к охране поверхностных вод»

43. СанПиН 2.1.7.573-96 «Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения» - М.: Минздрав, 1997.

44. Смирнов Д.Н. Очистка сточных вод [Текст]. / Д.Н. Смирнов В.Е. Генкин -М.: Металлургия, 1980. 196 с.

45. Собгайда Н. А. Фильтры из отходов для очистки сточных вод / Н. А. Собгайда Л. Н. Ольшанская Ю. А. Макарова // Экология производства. – 2012. – № 3. – С. 68- 71.

46. Сюняев Х.Х., Жмыхова Е.Н., Чудинова С.Д. Методические аспекты утилизации осадков городских сточных вод с иловых площадок. Труды международного форума по проблемам науки, техники и образования. Т.3. /Под.ред.: В.П. Савиных, В.В. Вишневского. – М.: Академия наук о Земле, 2004. – 110с.

47. Сюняев Х.Х., Слипец А.А., Тютюнькова М.В. Технология и экономика почвенного пути утилизации осадков сточных вод с иловых площадок. Естествознание и гуманизм. Сборник научных работ. Т.2, №4. /Под ред. Н.Н. Ильинских. – Томск: СибГМУ, 2005. – с.41

48. Технологии и оборудование для комплексной очистки сточных вод с использованием биологических методов. Т. 1. – Москва : НИЦ «Глобус», 2007. – 50 с.

49. Технологии и оборудование для комплексной очистки сточных вод с использованием биологических методов. Т. 2. – Москва : НИЦ «Глобус», 2007. – 82 с.

50. Толстопятова Н.Г. Агроэкологическая оценка эффективности активного ила [Текст]. / Н.Г. Толстопятова // Земледелие. — 2001. №1. - С. 6.

51. Туровский И.С. Обработка осадков сточных вод. – М.: Стройиздат, 1988. – 256 с.

52. Туровский И.С. Осадки сточных вод. Обезвоживание и обеззараживание, 2008. — 375 с.

53. Филенко О. Ф. Водная токсикология. - МГУ, Черноголовка. - 1988. - 175 с.

54. Хансен, Б. Использование осадка в качестве источника сырья и энергии [Текст]. / Б. Хансен, Л. Пииртола // Водоснабжение и санитарная техника. -2001.-№4.-С. 36-38

55. Ши-сянь В. В. Угольные адсорбенты для очистки сточных вод / В. В. Ши-сянь, Р. Х. Гумаров, А. А. Агзамходжаев // Экология производства. – 2012. – № 2. – С. 66- 69.

56. Штриплинг Л.О., Туренко Ф.П. Основы очистки сточных вод и переработки твердых отходов. [Учебное пособие] – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2005. – 192 с.

57. Юшманова О.А. Комплексное использование и охрана водных ресурсов / О.А. Юшманова. - М.: Агропромиздат, 2011. - 220 с.

58. Яковлев СВ., Карюхина Т.А. Биологические процессы в очистке сточных вод. М.: Стройиздат, 1981. – 200 с.

59. Яковлев С. В. Биологические фильтры / С. В. Яковлев, Ю. В. Воронов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Стройиздат, 1982. – 122 с.

60. Решение Тольяттинской городской Думы от 13.09.1995 N 145 "О концепции экологической безопасности и устойчивого развития г. Тольятти (экологический аспект)",[Электронный ресурс] http://www.tolyatti.news-city.info (Дата обращения 15.04.2016)

61. Биопруд - очистка сточных вод [Электронный ресурс] http://kanalizaciyavdome.ru/bioprud-ochistka-stochnyh-vod/ (Дата обращения 11.05.2016)

62. Полная информация о биофильтрах для сточных вод [Электронный ресурс] http://okanalizatsii.ru/polnaya-informaciya-o-biofiltrax-dlya-stochnyx-vod.html (Дата обращения 20.05.2016)