

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 технологических решений восстановления малых
водоёмов на примере Васильевских озёр

Студент

В.А. Лукьянов

(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

(институт)

Рациональное природопользование и ресурсосбережение

(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой «РПиР»

_____ М.В.Кравцова

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« ____ » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение бакалаврской работы

Студент В.А. Лукьянов

1. Тема: Разработка технологических решений восстановления малых водоёмов на примере Васильевских озёр

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы:
14.05.2016

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе: методы восстановления малых водоемов урбанизированных территорий

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов)

4.1. Анализ проблемы экологического состояния естественных водоемов на урбанизированных территориях на примере Васильевских озёр.

4.2. Разработка оптимальных мероприятий по восстановлению и снижению заиленности малых водоемов на примере Васильевских озёр.

б. Дата выдачи задания « ____ » _____ 20 ____ г.

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

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

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

ИНСТИТУТ ХИМИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ
(институт)

**РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И РЕСУРСОСБЕРЕ-
ЖЕНИЕ**
(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой «РПиР»

_____ М.В.Кравцова

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« ____ » _____ 20__ г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Студента В.А. Лукьянова

по теме Разработка технологических решений восстановления малых водоёмов на примере Васильевских озёр

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Введение	25.02.2016			
Анализ	28.02.2016			
Сравнительный анализ методов восстановления малых водоёмов	2.04.2016			
Методы обустройства береговой зоны	16.04.2016			
Технология удаления ила	28.04.2016			

Руководитель выпускной квалификационной работы

_____ (подпись)

В.В. Заболотских

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

_____ (подпись)

В.А. Лукьянов

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Бакалаврскую работу выполнил: Лукьянов В.А.

Тема работы: Разработка технологических решений восстановления малых водоёмов на примере Васильевских озёр

Научный руководитель: Заболотских В.В.

Цель бакалаврской работы:- снижение антропогенной нагрузки на малые водоемы урбанизированных территорий на основе разработки комплекса мероприятий по их восстановлению и очистке на примере Васильевских озёр.

Краткие выводы по бакалаврской работе: В работе был проведен сравнительный анализ методов очистки и восстановления малых водоемов на урбанизированных территориях и разработан комплекс мероприятий по очистке и восстановлению Васильевских озер: обустройству береговой зоны, удалению ила

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

Во введении обосновывается актуальность проводимого исследования, описывается цель, задачи. В первой главе описывается сравнительный анализ методов очистки и восстановления малых водоемов на урбанизированных территориях. Во второй главе описывается сравнительный анализ методов очистки и восстановления малых водоемов на урбанизированных территориях. В третьей главе описывается разработка комплекса мероприятий по очистке и восстановлению васильевских озер. В четвертой главе описывается определение экономической эффективности предлагаемых мероприятий. Структура и объем работы. Работа состоит из введения, 4-х разделов, заключения, списка литературы из 61 источника. Общий объем работы, без приложений 69 страниц машинописного текста, в том числе таблиц - 9 ,рисунков - 18.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
ГЛАВА 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАЛЫХ ВОДОЕМОВ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ НА ПРИМЕРЕ ВАСИЛЬЕВСКИХ ОЗЕР	9
1.1 Проблема экологического состояния малых водоемов урбанизированных территорий	9
1.2 Проблема заиления малых водоёмов урбанизированных территорий .	14
ГЛАВА 2 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ МАЛЫХ ВОДОЕМОВ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ.....	17
2.1 Методы очистки и восстановления малых водоёмов на урбанизированных территориях	17
2.2 Методы и оборудование для очистки малых водоемов.....	20
Гидромеханический способ очистки от ила	22
2.3 Мероприятия по снижению факторов сопутствующих заилению водоёмов	26
Крепление берегов засевом многолетних трав	31
ГЛАВА 3 РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОЧИСТКЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЮ ВАСИЛЬЕВСКИХ ОЗЕР	37
3.1 Предотвращение попадания поверхностного стока в водоем	38
Очистка поверхностного стока на очистных сооружениях	39
3.2 Создание габионных очистных сооружений	43
3.3 Мероприятия по снижению факторов сопутствующих заилению водоёмов	46
ГЛАВА 4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДЛАГАЕМЫХ МЕРОПРИЯТИЙ	56
4.1 Сметная стоимость основных сооружений.....	56
4.2 Расчет экономической эффективности строительства и эксплуатации системы очистки ливневых стоков	58

4.3 Расчет суммы платы за размещение отходов	60
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	62
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	64

ВВЕДЕНИЕ

Малые водоемы около городов подвергаются интенсивной антропогенной нагрузке и становятся источником вторичного загрязнения окружающей среды в результате накопления на дне водоёмов таких вредных веществ как тяжёлые металлы и другие поллютанты. Такие водоёмы очень быстро становятся загрязненными, ослабленными и как следствие эвтрофированными и нуждаются в дополнительных мероприятиях по восстановлению и очистке [1,6,10].

В связи с этим, развитие методов и технологий восстановления озёр, очистки дна приобретает особую актуальность и значимость на урбанизированных территориях. Среди таких озёр на территории г.о. Тольятти выделяются Васильевские озёра. Они представляют собой комплекс малых водоемов, которые располагаются в непосредственной близости к антропогенным источникам загрязнения окружающей среды: - Северному промузлу (комплекс химических и промышленных предприятий), автотрассы, закрытых полигонов и мусороперерабатывающих заводов.

На водосборном бассейне Васильевских озёр долгое время (до 1987 года) находилась городская свалка Тольятти, непосредственно отходами было занято 1 % (256 га) площади водосборного бассейна озёр, но отходы имеют свойство активно распространяться, увеличивая ареал [14,52].

Уровень загрязнения территории озёр химическими веществами оценивается от II степени опасности до IV. Значительная часть озёр используется в качестве отстойников сточных вод и шламов, что вызвало их деградацию. Так, озеро Шламонакопительное служит приёмником золы и шлаков Тольяттинской ТЭЦ, а искусственно созданный водоём - отстойник с бетонированными ложем и склоном долгое время служил хранилищем жидких отходов азотно-тукового завода. Всё это указывает на то, что все озёра Васильевской системы находятся под сильным антропогенным воздействием.

В связи с этим необходимы специальные меры по очистке и восстановлению малых водоемов находящихся в условиях антропогенной нагрузки.

Цель работы: снижение антропогенной нагрузки на малые водоемы урбанизированных территорий на основе разработки комплекса мероприятий по их восстановлению и очистке на примере Васильевских озёр.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие **задачи:**

1.Провести теоретический анализ проблемы экологического состояния малых водоемов на урбанизированных территориях на примере Васильевских озёр;

2.Провести сравнительный анализ методов очистки и восстановления малых водоемов на урбанизированных территориях;

3.Разработать комплекс мероприятий по очистке и восстановлению Васильевских озёр: обустройству береговой зоны, удалению ила;

4.Провести расчет эколого-экономической эффективности предлагаемого комплекса мероприятий;

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАЛЫХ ВОДОЕМОВ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ НА ПРИМЕРЕ ВАСИЛЬЕВСКИХ ОЗЕР

1.1 Проблема экологического состояния малых водоемов урбанизированных территорий

Проблема ухудшения экологического состояния водоёмов урбанизированных территорий приобретает в настоящее время всё большую актуальность, в связи с возрастающим антропогенным влиянием на экосистемы озёр. В настоящее время из-за загрязнения около 70 % рек и озёр России утратили качества источников питьевого водоснабжения, и в результате около половины населения потребляет загрязнённую недоброкачественную воду. Загрязнение вод приводит к нарушению и ослаблению экосистем водоёмов, постепенному их старению и «умиранию», что выражается в явлении эвтрофикации водоёмов. Вода загрязнённых водоёмов представляет угрозу для здоровья и жизни человека и всех живых существ. Эвтрофирование – термин, означающий старение озера, ослаблением его экосистемы. Этот процесс сопровождается накоплением в озере биогенных веществ. Антропогенное эвтрофирование озёр стало массовым явлением и охватывает значительные территории. Важно в условиях увеличения степени загрязнения водоёмов находить оптимальные и более эффективные методы, технологии и способы их очистки.

К озерным экосистемам относятся экосистемы замкнутых поверхностных водоемов (озера, пруды) и водохранилищ [8,14].

В наибольшей степени к антропогенному воздействию уязвимы малые бессточные озера с непроточной водой: они нередко являются приемниками различного вида сточных вод, в них наиболее интенсивно накапливаются загрязняющие вещества, протекают процессы эвтрофикации, закисления и заиления. Озера, которые являются местом отдыха населения, испытывают еще

и рекреационную нагрузку. Все это влечет за собой глубокие и часто необратимые изменения озерных экосистем, нарушает их функционирование, ухудшает качество воды [46].

Негативные изменения в озерных экосистемах, обусловленные антропогенным воздействием, могут проявляться как:

- эвтрофикация,
- зарастание сорными растениями и водорослями,
- заиление,
- загрязнение органическими ксенобиотиками и тяжелыми металлами,
- закисление,
- тепловое загрязнение,
- искусственное изменение уровня воды,
- рекреационные.

Эвтрофикация наблюдается при избыточном содержании биогенных элементов — азота и фосфора в водоеме. В естественных условиях содержание биогенных элементов сбалансировано и обеспечивает равновесие и постоянство структуры водного ценоза. Восполнение и обогащение водоема биогенными элементами и поступление с суши наносов происходят постепенно и достаточно медленно. Медленно и упорядоченно протекают и сукцессионные изменения.

Антропогенное загрязнение биогенными элементами нарушает установившееся равновесие между накоплением и потреблением органического вещества в сторону накопления и вызывает усиленное цветение водоема [22].

Особенно чувствительны водные экосистемы к поступлению избытка фосфора. Фосфор поступает при сбросе промышленных и городских сточных вод в водоемы, с поверхностными стоками с городских территорий, а также с полей при избытке фосфорных удобрений. Резко возрастает унос фосфора с поверхностными водами при хозяйственном освоении и «окультуривании» территорий. В период цветения при избытке фосфора и недостатке азота

наблюдается развитие и фитопланктона, особенно зеленых хлорококковых водорослей, и высшей водной растительности, однако чаще всего интенсивно развиваются цианобактерии, способные фиксировать атмосферный азот. Неконтролируемое развитие их наиболее опасно для мезо- и макрофауны водоема [15].

При избыточном и неконтролируемом поступлении фосфора и азота из антропогенных источников эвтрофикация водоемов ускоряется в сотни и тысячи раз, содержание биомассы фитопланктона увеличивается с 1-100 мг/л до 200—400 мг/л, а в «пятнах цветения» — до 16—36 г/л, в десятки и сотни раз превышая биомассу зоопланктона. В такие периоды возникает опасность замора рыб из-за отмирания и разложения органических остатков, снижения содержания кислорода в придонных слоях и появления сероводорода. Прозрачность воды снижается, видовой состав планктона становится менее разнообразным, уменьшается численность организмов - фильтраторов, увеличивается площадь плавающих и сокращается площадь погруженных макрофитов, бентосная растительность сменяется фитопланктоном.

Эвтрофикация приводит к ухудшению органолептических свойств воды - она приобретает неприятные запахи и вкус, может содержать токсичные для организмов зоопланктона, рыб и человека вещества, выделяемые при развитии отдельных сине-зеленых водорослей (*Anabaena flosaquae*, *Aphanizomenon flosaquae*, *Microcystis aeruginosa* и некоторых других). Вода цветущего водоема малопригодна для питьевого снабжения или хозяйственно-бытового использования, непригодна для рыбоводства. В ней создаются условия для развития паразитирующих видов организмов и патогенной микрофлоры, ухудшается санитарно-эпидемическая обстановка. Если водоем используется для водозабора, появляются трудности с доставкой воды на водоочистные сооружения: водоросли быстро забивают механические решетки и фильтры водопроводных станций, в водопроводной сети выпадает осадок гидроксида железа. Увеличивается коррозионная активность воды по отно-

шению к бетону, разрушаются материалы, применяемые в гидростроительстве, снижается эффективность хлорирования или озонирования воды.

С точки зрения экологической обстановки по мере увеличения содержания загрязнений состояние экосистемы водного объекта характеризуют как относительно удовлетворительное, напряженное критическое кризисное (чрезвычайная экологическая ситуация), катастрофическое (экологическое бедствие).

В данной работе рассматривается проблема экологического состояния малых водоёмов вблизи антропогенных источников и поиск методов их восстановления, на примере Васильевских озёр, расположенных вблизи промышленного комплекса химических предприятий Северного промузла г.о. Тольятти.

Васильевские озёра давно привлекают внимание экологов исследователей. Расположены они недалеко от Северного промышленного узла и в течение многих лет химического развития г.о. Тольятти подвергались интенсивной антропогенной нагрузке. Вблизи озёр расположены шламонакопители, автомагистрали, химические заводы.

Исследуемые нами Васильевские озёра представляют собой водоёмы различного размера и предназначения, расположены в окрестностях города Тольятти с двух сторон дороги, соединяющей город Жигулёвск и Тольятти (рисунок 1).

Васильевские озёра — группа озёр, находящихся на окраине Тольятти, в нижней части долины бывшей реки Пискалы, некогда впадавшей в Волгу. Представляют собой цепочку небольших водоёмов с глубинами от 2-3,5 м до 4-7 м с возрастом в основном 50-55 лет, связанных единым подземным водоносным горизонтом имеющим уклон с севера на юг.

Озёра расположены на третьей надпойменной террасе, сложенной из мощной толщи среднечетвертичных песков, переработанных эоловыми процессами. Песчаная подложка способствует произрастанию на берегах озёр

сосновых лесов, в прибрежных зонах формируются дерново-глеевые почвы и обильный травянистый покров.



Рисунок 1 – Васильевские озера, фото со спутника, схема антропогенного источника воздействия на Васильевские озёра – Северного промышленного узла г.о. Тольятти

Происхождение озёр различное. До строительства Куйбышевской ГЭС существовало только одно озеро — Большое Васильевское. После заполнения Куйбышевского водохранилища уровень грунтовых вод поднялся, поднялся и места естественного понижения рельефа оказались затоплены водой. Ещё одна группа озёр имеет искусственное происхождение — выход грунтовых вод и затопление котлованов антропогенного генезиса.

Васильевские озёра расположены в зоне активного влияния Северного промышленного узла Тольятти, куда входят предприятия по производству синтетического каучука, азотных и фосфорных удобрений, завод цементного машиностроения и Тольяттинская ТЭЦ, а также в зоне действия садово-дачных кооперативов, активно поставляющих в водоёмы биогенные элементы. На водосборном бассейне большинства озёр долго время (до 1987 года) находилась городская свалка Тольятти, непосредственно отходами было занято 1% (256 га) площади водосборного бассейна озёр, но отходы имеют

свойство активно распространяться, увеличивая ареал. Уровень загрязнения территории озёр химическими веществами оценивается от II степени опасности до IV. Значительная часть озёр используется в качестве отстойников сточных вод и шламов, что вызвало их деградацию. Так озеро Шламонакопительное служит приёмником золы и шлаков Тольяттинской ТЭЦ, а искусственно созданный водоём Отстойник с бетонированными ложем и склоном долгое время служил хранилищем жидких отходов азотно-тукового завода. Всё это позволяет сделать вывод, что все озёра Васильевской системы находятся под сильным антропогенным воздействием (Номоконова В.И., 2001).



Рисунок 2 – Васильевские озёра

Комплексные исследования Васильевских озёр проводились неоднократно. В 1991—1992 годы изыскания проводились институтом экологии Волжского бассейна РАН совместно с МГУ в рамках разработки территориальной комплексной схемы охраны окружающей среды Тольятти. В начале 2000-х годов для нескольких озёр были оформлены экологические паспорта, для чего были проведены соответствующие исследования сотрудниками института экологии Волжского бассейна.

1.2 Проблема заиления малых водоёмов урбанизированных территорий

Заиление – это отложение в водных объектах взвешенных и влекомых наносов, то в первую очередь на этот процесс влияют частицы, вносимые поверхностным стоком, а также в результате разрушения берегов. К таким от-

ложениям относят ил, песок, гравий, глину, остатки растений и другие. Заиление особенно характерно для оросительных каналов, водохранилищ, в водоемах с застойной или медленно текущей водой [18, 30, 35].

Заращение водоемов - это нормальный процесс их развития, в ходе которого водоем постепенно заполняется наносами, принесенными извне и формирующимися в нем самом, растениями сначала в прибрежной зоне, а затем по всему пространству водоема, и мелеет. При неполном разложении растительных остатков создаются условия для образования торфа, заболачивания. Эвтрофикация, поступление в водоем избытка органических веществ приводит к резкому ускорению заращения, в первую очередь прибрежных мелководий сорными растениями и водорослями, и заилению водоема. Наблюдается перегрузка водоемов мертвыми растительными остатками и продуктами разложения, дефицит кислорода, затрудняется проникновение света в глубь воды, замедляется фотосинтез, развиваются гнилостные процессы, сопровождаемые образованием NH_3 и H_2S , восстановленных соединений железа, марганца и других веществ. Они отрицательно влияют на многие организмы, составляющие планктон и зоопланктон, вызывают гибель рыбы, моллюсков и других организмов, предпочитающих песчаное или слабо заиленное дно и нуждающихся в кислороде, уменьшают видовое разнообразие водоема, ухудшают условия для естественного самоочищения. Заиление дна задерживает развитие или прекращает жизнедеятельность донных микроорганизмов, участвующих в самоочищении вод. В озерах и водохранилищах эти процессы особенно заметны. В итоге водоем заболачивается, зарастает макрофитами и как естественная экосистема перестает существовать.

Заращение водоемов могут вызвать и растения, для которых характерно модулярное (клональное) размножение с многократным воспроизведением некоторых своих частей. В водной среде такие растения легко распадаются на фрагменты, которые утрачивают связь с материнским растением и в дальнейшем расселяются независимо. К ним относятся ряска, водяной гиацинт, элодея, используемые при очистке водоемов от загрязнений, водный

папоротник *Salvinia*. Потомство одного единственного экземпляра клонально размножающегося растения способно расселиться по водным путям целой страны.

Причиной заиления водоема, наряду с образованием избытка органического вещества в самом водоеме, может быть повышенный унос со склоновым стоком минерального и органического вещества в результате развития процессов эрозии, дефляции почв, разрушения берегов водотоков и берегов озера. Эти процессы особенно интенсивны на лишенных растительности, незадернованных склонах, на берегах водохранилищ при колебаниях уровня воды, вызванных функционированием гидротехнических сооружений.

Загрязнение озерных экосистем химическими токсикантами обусловлено поступлением загрязняющих веществ со склоновым стоком, точечными источниками, грунтовыми водами, утечками из водопроводных и канализационных сетей, со свалок, аварийными разливами, атмосферными выпадениями и другими причинами. Биостойкие органические ксенобиотики, тяжелые металлы, радионуклиды переносятся по трофическим цепям питания, аккумулируются в донных илах и осадках, откуда они вновь могут поступать в водоем, вызывая вторичное загрязнение.

При антропогенной нагрузке в водоемы сбрасываются минеральные, органические и неорганические вещества, часть из которых не растворяются в воде и способны оседать на дно, вызывая заиление водоемов.

ГЛАВА 2. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ МАЛЫХ ВОДОЕМОВ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

2.1 Методы очистки и восстановления малых водоёмов на урбанизированных территориях

Восстановление малых водоёмов на урбанизированных территориях проводится поэтапно, но полностью достигается редко, поскольку требует дорогостоящих мероприятий, стоимость и длительность которых возрастают с увеличением требований к качеству воды в восстановленном озере [12, 46].

В зависимости от характера экологического нарушения и антропогенного воздействия в одних случаях озерные экосистемы восстанавливаются в состояние до нарушения, в других проводится только некоторое их оздоровление (в озерных водохранилищах, озерах-охладителях). В последнем случае принимаются меры, обеспечивающие чистоту воды в озере при сохранении функций в целях водопользования и водопотребления: для отдыха, поливных работ, выработки электроэнергии, охлаждения подогретых вод и т. п.

Все мероприятия принято делить на внешние, осуществляемые на водосборном бассейне (профилактические мероприятия), и внутренние (регулирующие, восстановительные) - в самом озере (таблица 1). Внешние мероприятия используются для снижения поступления в озеро с водосборного бассейна продуктов эрозии и дефляции, биогенных и загрязняющих веществ. Внутренние мероприятия выполняются после или одновременно с внешними, если снижение внешней нагрузки на озеро не дало необходимого результата.

Основная часть мероприятий, направленных на сохранение озерных экосистем, связана с решением инженерно-экологических задач: строительством очистных сооружений, отводом сточных вод, аэрацией, дноуглублением, подъемом уровня воды и др. Значительно сложнее контролировать состояние водосборного бассейна и эмиссию загрязнений в местах их образования.

Таблица 1 - Мероприятия по восстановлению (оздоровлению) нарушенных озерных экосистем (по М. Я. Прытковой, 2002 с изменениями)

Внешние меры	Внутренние меры
1	2
1. Антропогенная эвтрофикация	
<p>Экологическое обустройство водосборов притоков. Регулирование стока и эрозии почв на водосборе методами агро-луго-лесомелиорации и гидротехники. Контроль за источниками биогенных элементов на водосборе. Контроль за поступлением биогенных элементов непосредственно в озеро. Запретительные меры. Рекомендательные меры.</p>	<p>Разбавление озерной воды. Изменение скорости водообмена. Удаление донных отложений. Контроль за поступлением фосфора из донных отложений. Осаждение фосфора из озерной воды. Контроль фосфороудерживающей способности озера. Контроль «цветения» воды и площади зарастания макрофитами. Обработка химикатами. Аэрация, дестратификация, оксигенация. Отвод воды из гипolimнионе. Биоманипуляция. Использование биопрепаратов.</p>
2. Заиление и зарастание озер	
<p>Контроль эрозии и дефляции на водосборе методами агро-луго-лесомелиорации и гидротехники. Контроль русловых и береговых процессов на реках и их притоках</p>	<p>Удаление донных отложений, всплывших торфяников, сплавин. Контроль наносоудерживающей способности озер. Контроль зарастания озера макрофитами. Биоманипуляция. Вселение моллюсков-фильтраторов. Использование биопрепаратов</p>
3. Загрязнение органическими ксенобиотиками, нефтью и нефтепродуктами	
<p>Уменьшение сброса сточных вод. Совершенствование очистки сточных вод</p>	<p>Вселение макрофитов с последующим удалением их в конце вегетационного периода. Аэрация, оксигенация. Использование сорбентов, флокулянтов, коагулянтов. Использование водоочистной, нефтесборной техники. Биоманипуляция. Использование биопрепаратов</p>

Продолжение таблицы 1

4. Загрязнение тяжелыми металлами	
Уменьшение или запрет сброса сточных вод в озеро. Совершенствование очистки сточных вод	Удаление макрофитов, рыбы, донных отложений. Использование сорбентов и биосорбентов. Увеличение рН вод.
5. Закисление	
Известкование лесов, гидрографической сети на водосборе озера. Уменьшение выбросов серы в атмосферу Уменьшение сброса сточных вод с большим содержанием аммония и органических веществ	Известкование водной массы и донных отложений озера. Увеличение проточности озера (водообмена)
6. Тепловое загрязнение	
Пруды-отстойники на водосборе. Подача холодной воды в сбросный канал	Увеличение водообмена. Регулирование площади макрофитов. Аэрация, дестратификация
7. Регулирование уровня воды озер	
Сохранение близкого к естественному внутригодового режима уровня воды. Увеличение водообмена озера. Контроль стока и эрозии почв на водосборе методами агро-луго-лесо-мелиорации. Ограничение площади осушаемых земель. Восстановление бобровых поселений на водосборе. Пруды-отстойники на водосборе. Укрепление берегов	Дноуглубление, обвалование низких берегов, удаление части макрофитов. Регулирование наносодерживающей способности
8. Восстановление ранее спущенных озер	
Подготовка ложа и прилегающей территории к затоплению	Удаление поселившейся растительности. Подъем уровня воды. Удаление всплывших торфяников, сплавин
9. Рекреационное использование озер	
Благоустройство пляжей, береговой зоны	Устройство причалов. Соблюдение рекреационных нагрузок

2.2 Методы и оборудование для очистки малых водоемов

Захламленность дна и сильное заиливание русла – главные враги водоемов. Мусор и иловые отложения негативно влияют на качество воды, состояние его обитателей, гидротехнические свойства водного объекта. Процессы разложения сильно снижают количество кислорода в воде, способствуют распространению одноклеточных водорослей, которые ускоряют цветение и замутнение воды. Низкий показатель прозрачности не позволяет ультрафиолету проходить сквозь толщу водного слоя. Все это еще сильнее усугубляет состояние водоема. Итог – его дальнейшее полное заболачивание.

Предотвратить негативные последствия можно путем очистки водоема от ила. Способов же удаления донных отложений несколько. Их можно разделить на химический, механизированный и гидромеханический [40]. Химический метод очистки от ила – это применение особых препаратов, позволяющих запустить химические процессы разложения ила на воду, углекислый газ и безопасные формы органики, а так же заметно снизить интенсивность будущего илообразования. Реализуется такой метод очистки от ила просто – нужно периодически добавлять порции препарата в воду вручную, или с помощью автоматических дозирующих систем. Однако применять химию можно не всегда. Не удастся получить хорошего результата, если водоем является проточным – большая часть препарата просто уйдет вниз по течению. Так же, нежелательно использовать подобные препараты при очистке прудов для разведения рыбы, так как превышение содержания инородных примесей в воде может вызвать гибель рыб [35]. В случае наличия в донных отложениях СДЯВ необходима их срочная локализация. Ликвидация загрязнений придонных слоев воды, зараженных гидрофобными СДЯВ, которые медленно растворяются в воде и создают угрозу долговременного загрязнения водоема и длительного воздействия на биоценоз – является актуальной проблемой. Особенно актуальной будет проблема ликвидации последствий чрезвычайной ситуации, связанной с опасными химическими веществами на дне водоема в районе водозабора. Обычно используют средства гидромеханизации

для механического удаления ила и грунта, с последующей утилизацией. Но это довольно длительный и трудозатратный процесс. А иногда транспортировка к некоторым водоемам средств гидромеханизации может быть усложнена последствиями аварии. Решить проблему удаления СДЯВ со дна водоема можно использованием модифицированного графита (пенографита), который с помощью струи воды под давлением подается в придонный слой водоема, смешивается с донными отложениями, поглощает гидрофобные вещества, а потом всплывает на поверхность водоема, где собирается, а потом утилизируется или очищается отжимом (центрифугированием) или выжиганием. Этот способ можно применять, используя только пенографит. Даже активированный уголь малопригоден для этого из-за малого времени контакта с загрязнителем. Основными преимуществами данного способа являются доступность исходного сырья — графита и возможность получения сорбента в «полевых» условиях, высокая сорбирующая способность пенографита (теоретически до 80 г сорбата на 1 г сорбента), высокая скорость сорбции (около 20 с), способность сорбента к регенерации, безопасность использования, экономические характеристики. Сорбент, с поледующей регенерацией, можно использовать до 10 раз с незначительным снижением сорбирующей способности.

Механизированная очистка водоема от ила. Механизированный способ устранения ила из водоемов основан на применении строительной техники – экскаваторов, бульдозеров, драглайнов, а так же специальных амфибий предназначенных для работы в обводненных условиях (рисунок 3) [18, 40].



Рисунок 3 – Работа экскаватора по очистке водоема от ила

Подобные механизмы позволяют удалить ил из водоема механизированным путем, и переместить его на берег, или в специальные грунтоотвозные механизмы – самосвалы, баржи, контейнерные установки. Таким способом можно быстро убрать иловые отложения в больших объемах. Отрицательной же стороной является необходимость наличия большого количества техники транспортировки. А значит, на единицу объема грунта ложится большая стоимость на эксплуатацию и амортизацию транспортных механизмов. Механизированная очистка от ила применяется обычно в случаях, когда есть возможность осушить водный объект, и обеспечить свободный подъезд для спецтехники.

Гидромеханический способ очистки от ила

Гидромеханический, или гидромеханизированный способ заключается в применении специальных грунтовых насосов, размещенных на борту земснарядов, или установленных на стрелах экскаваторов и кранов [40].



Рисунок 4 - Работа земснаряда по очистке водоема от ила

Грунтососы могут производить всасывание ила со дна водоемов и перекачивать его по трубопроводу к месту его складирования, или карты намыва ила. Таким образом, гидромеханический метод может применяться даже при удалении ила с глубины в несколько метров. Главным достоинством такого способа работы является возможность перемещать грунт со дна водоема на большие расстояния без дополнительных механизмов. Иначе говоря, стоимость выполнения работ по очистке дна водоема значительно снижается.

Единственным условием работы гидромеханизации является постоянное наличие необходимого количества воды для перекачивания грунтов.

Землесосный земснаряд способен собирать донные отложения со дна водоема с помощью мощного грунтового насоса. Ил вместе с водой подается под высоким давлением через систему плавающих и береговых трубопроводов на иловые карты, или грунтоотвозные баржи. Иловая карта создается на берегу, до начала работ по очистке водоема. Она представляет собой территорию, огражденную со всех сторон земляным валом с различной высотой насыпи. Размеры карты и высота обвалования зависят от количества грунта, предполагаемого к изъятию.

Перед началом работ изучается характер донных отложений, профиль водоема, удаляется крупногабаритный и металлический сор для предотвращения поломок техники, проводятся промеры глубин, чертится карта водоема для удобства работы операторов. Создается проект производства работ, учитывающий в себе все тонкости и детали при производстве работ по очистке водоема. Далее с помощью бульдозеров и экскаваторов создается карта намыва ила. На объект доставляются необходимая техника и материалы. Монтируется трубопровод, ведущий от водоема на карту. И только после всех этих мероприятий начинается очистка водоема земснарядом. Как правило, в первые несколько часов работы багермейстер (оператор земснаряда) практическим путем определяет эффективный способ разработки донных отложений. После этого, как правило, работа ведется круглосуточно, в несколько рабочих смен, с небольшими перерывами для переустановки трубопроводов и технического обслуживания земснаряда.

На земснарядах часто применяется гидропривод для лебёдок, свай, рамы рыхлителя и землесосной установки. Важнейшим узлом, определяющим эффективность работы земснаряда в целом, является грунтозаборное устройство, которое непрерывно отделяет некоторое количество грунта от массива и образует гидросмесь. Различают грунтозаборные устройства, непосредственно всасывающие грунт (отделение грунта от массива происходит только за счёт ско-

рости всасываемой воды) и с предварительным рыхлением грунта специальными устройствами. Грунтозаборные устройства с непосредственным всасыванием отличаются по форме всасывающего наконечника (рисунок 6).

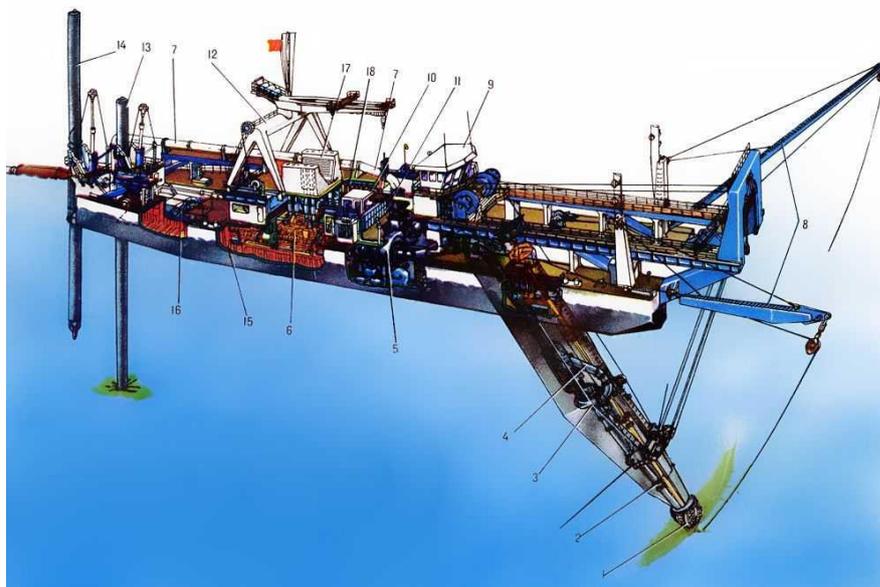


Рисунок 5 – Дизель-электрический землесосный снаряд с погружным грунтовым насосом

1 – фреза; 2 – всасывающая головка; 3 – подводный грунтовой насос; 4 – всасывающий напорный трубопровод; 5 – грунтовой насос с двойными стенками; 6 – дизельные двигатели; 7 – напорный трубопровод; 8 – стрелы якорного устройства; 9 – рубка управления; 10 – контрольная рубка машинного отделения; 11 – главный распределительный щит; 12 – палубный кран; 13 – работающая свая; 14 – вспомогательная свая; 15 – топливный танк; 16 – вентиляция–впуск; 17 – вентиляция–выпуск; 18 – противопожарное устройство

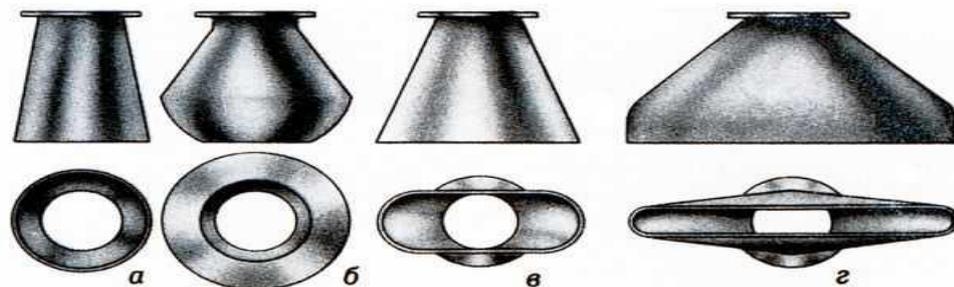


Рисунок 6 – Формы всасывающих наконечников грунтозаборных устройств землесосных снарядов

а – круглая; *б* – грушевидная; *в* – эллиптическая; *г* – щелевидная

Грунтозаборные устройства с предварительным рыхлением грунта в основном могут быть механическими (интенсификация грунтозабора достигается перемещением режущего органа) или гидравлическими (эффект интенсификации достигается воздействием на грунт компактной водяной струи). Механические грунтозаборные устройства чаще всего оборудуют фрезерными рыхлителями (рисунок 7).

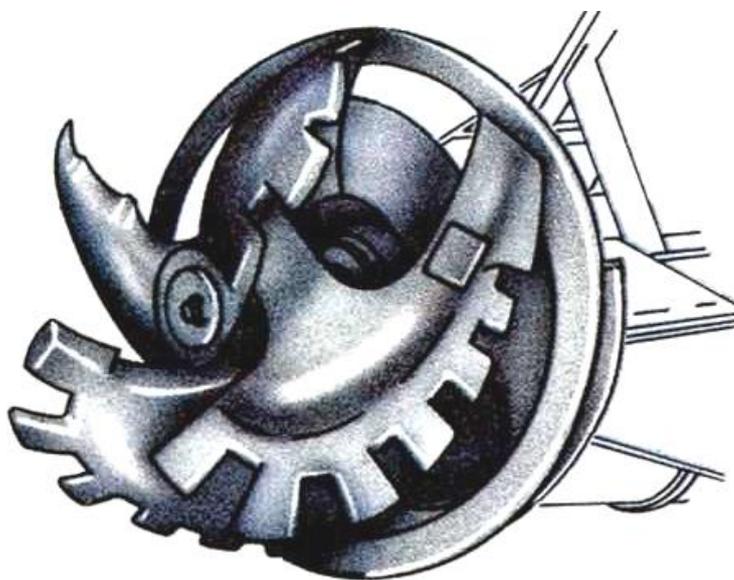


Рисунок 7 – Фреза грунтозаборного устройства землесосных снарядов

Для выполнения очистки дна малых водотоков и водоемом Самарской области от ила необходимо применять земснаряды небольшой производительностью, и возможностью доставки их на место работ автотранспортом в сборе.

В качестве подобного оборудования можно использовать земснаряды ООО «НПО ЗЕМСНАРЯД» [41].

Земснаряд «Д-110/47-И-01» (рисунок 8) с дизельным двигателем главного насоса предназначен для очистки от донных отложений мелиоративных каналов, небольших рек, пожарных водоёмов и прудов, промышленных и сельскохозяйственных отстойников, а также для добычи песка в небольших объёмах.

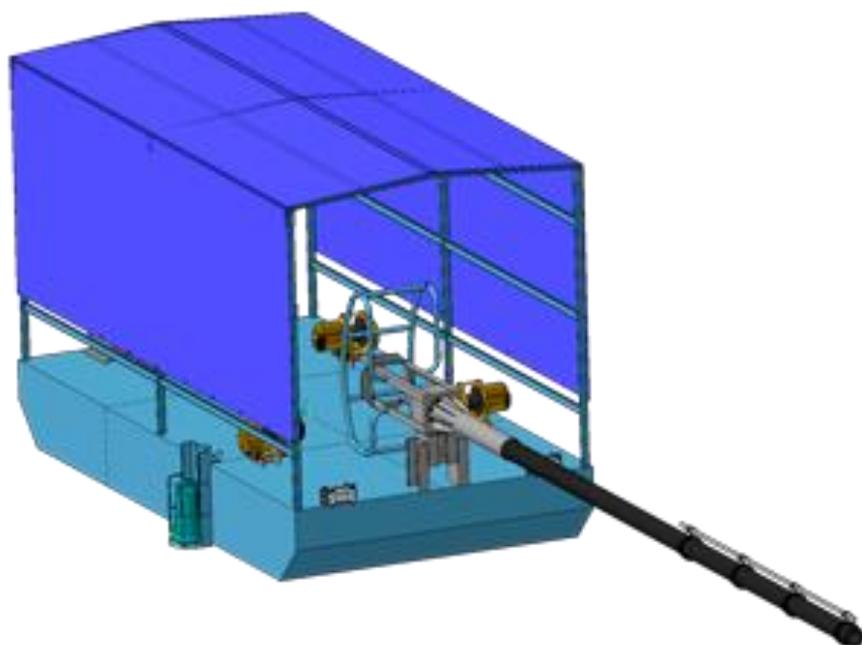


Рисунок 8 – Земснаряд «Д-110/47-И-01»

2.3 Мероприятия по снижению факторов сопутствующих заилению водоёмов

Очистка водоёмов – работы, направленные на устранение из русла водоёмов ила, гниющей растительности, донного сора, затопленных предметов для создания благоприятной водной среды и повышения эстетической привлекательности территории.

Производство работ по очистке прудов и озёр может производиться несколькими методами:

– вручную, когда возможно удаление ила и донного сора после осушения с применением ручного труда, либо с привлечением водолазов при рабо-

те под водой. Применяется, как правило, при очистке озер малых размеров, прудах с затрудненным подходом для техники, малых участках акваторий;

- канатно-скреперным способом, с использованием лебедок и трелевочных машин. Используется на небольших водоемах и малых реках;

- с применением стандартной механизации: экскаваторов на колесном и гусеничном ходу, бульдозеров, грузоподъемных механизмов и прочей техники, широко применяемой в строительстве. Возможно применение на любых водоемах, при свободном доступе техники к объекту и качественном осушении русла;

- с привлечением специализированной механизации: техники на болотном ходу, специализированных плавающих амфибий. Возможно применение на всех типах водоемов;

- средствами технического флота: плавкранами, плавучими манипуляторами, судами-тралами, землечерпальными снарядами различных видов. Данный метод обычно используется при работе на реках, протоках, затонах, водохранилищах, то есть очистке акваторий открытого типа;

- способом гидромеханизации, с использованием землесосных земснарядов, эжекторных машин. Применяются на всех типах водоемов, при необходимости транспортировки донных отложений на расстояние с помощью трубопроводов.

Очистка дна водоема от мусора

Загрязнение мусором водоемов и прибрежных зон – настоящая современная экологическая катастрофа. Промышленные и бытовые отходы отравляют воду, насыщая ее тяжелыми металлами, нитратами, продуктами гниения. Особо вреден мусор, содержащий в себе нефтепродукты, которые образуют тонкую пленку на поверхности водоема и предотвращают насыщение ее кислородом [40].

Если на подобное бедствие закрыть глаза, то скоро на загрязненном мусором водоеме интенсифицируются процессы заиления. Со временем, исчезнет рыба, как наиболее чувствительные к составу воды, после этого омертвевает под-

водная растительность и мелкие водоросли. Вода в таком водоеме будет отравлять всю окружающую территорию, создавая вокруг отнюдь не приятный пейзаж из мертвой растительности.

Решение такой проблемы одно – это очистка водоема от мусора.

Покос камыша и водорослей

Водоросли в водоеме играют очень важную роль. Насыщение воды кислородом, так необходимого для нормального существования рыб, происходит благодаря процессам фотосинтеза. Полноценная жизнедеятельность рыб и активные окислительно-восстановительные процессы важны для биологического баланса в водоеме. Поэтому, наличие водорослей просто необходимо. Однако интенсивный рост подводной растительности может быть причиной обильного зарастания водоема водорослями и ускорения процессов заиления. Следствием этого является малая привлекательность водного объекта и сильное заиливание даже проточных водоемов.

Покос водорослей и камыша на всей площади водоемов важно проводить периодически, по заранее спланированному графику. Удаление камыша и водорослей может производиться вручную, или с применением механизированных косилок. Особенно хорошо с подобной работой справляется малогабаритная амфибия Труксор, имеющая в своем арсенале гидравлическую косилку и грабли для сбора скошенной растительности. Подобная амфибия легко справляется с кустовыми зарослями, камышом, рогозой и прочей растительностью. Лезвия механизированной косилки способны быстро выполнять покос на территориях большой площади до глубины 2,5 метров. Это позволяет значительно снизить стоимость производства работ по удалению водорослей, камыша, рогозы и прочей водной растительности, нежели при проведении работ вручную. К тому же, амфибия способна собрать и погрузить растения на берег, или автомобиль для дальнейшей утилизации (рисунок 9) [11, 40].



Рисунок 9 – Покос водорослей и камыша

Предотвращение разрушения и размыва берегов водоисточников

Эрозионные процессы, являясь одним из важнейшим фактором в заилении водоисточников, требуют проведения мероприятий по их ликвидации и предотвращению. Крепление берегов водоисточников и защита их от размыва являются важнейшими задачами при предотвращении заиления.

Крепление берегов дерном

Положительное влияние растительности на повышение устойчивости откосов от разрушения объясняется тем, что корневая система, создавая густую сеть, скрепляет почво-грунт, армирует его, увеличивает устойчивость на размыв и механическую прочность поверхностного слоя откоса. Наземные органы растений, увеличивая коэффициент шероховатости, уменьшают скорость стекания воды с откосов и препятствуют ее концентрации в отдельные струи. Кроме того, растительность защищает поверхность откосов от разрушения горизонтальным течением водотока [22].

Рассматривая устойчивость откосов с учетом совместной работы грунта и соответствующего вида крепления, можно заметить, что правильное применение травянистого покрова должно обеспечиваться инженерной оценкой – его механической прочностью и устойчивостью на размыв.

Объективным критерием влияния дернового покрова на повышение устойчивости откосов против разрушающего действия внешних и внутренних факторов является его жесткость, выраженная сопротивлением сжатию или раз-

давливаю. Величина жесткости дернины определяется продавливанием штампа.

Другим важным показателем механической прочности дернового покрова является сопротивление его разрыву, величина которого находится в пределах 0,005...0,0035 МПа.

При расчете эффективности крепления откосов биологическим способом определяется наибольшее сопротивление разрыву грунта верхней зоны откоса. Для сыпучего грунта эта величина вычисляется по формуле 1:

$$R_h = -2etg\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi_0}{2}\right) \quad (1)$$

где e – сцепление грунта, Н/м²;

ϕ_0 – угол внутреннего трения грунта, град.

Предельное сопротивление разрыву связного грунта откосов зоны составляет:

$$R_p = -2e.$$

Полученные результаты сравниваются с прочностью дернины на разрыв. При $R_p \leq \sigma$ дерновой покров будет в состоянии погасить возникающие растягивающие усилия в откосе.

Даже в ранней фазе развития растительность примерно в 1,4...2 раза повышает сопротивляемость грунта размыву, особенно корневищные и рыхлокустовые злаковые травы: овсяница красная, овсяница луговая и др. Допускаемые предельные скорости, полученные Китриджем для откосов каналов, покрытых различными видами трав, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Допускаемые предельные скорости

Растительный покров	Угол, %	Допускаемая скорость, м/с
Высококачественные сенокосы	5...10	1,53
Мятник луговой	5...10	1,22
Костер безостый	5...10	0,92
Смесь трав	5...10	0,92

Из нее видно, что допускаемые предельные скорости размыва дернины, выращенной посевом трав, примерно на 0,5 м/с ниже предельной скорости размыва высококачественных сенокосов и составляют в среднем 1 м/с.

Но, как показал опыт, одерновка имеет и недостатки: высокую трудоемкость работ и низкий уровень механизации, сенокосно-пастбищные угодья при заготовке дерна на год выходят из использования, большие потери дерна при перевозке и укладке на откосы (до 11%), болезненный процесс приживания дерна на откосе из-за повреждений корневой системы при перевозке дернины (до 50%).

Требуется частый полив уложенной дернины на откосе, ограниченный период укрепления откосов одерновкой (теплый период года). Невозможность подбора соответствующих травосмесей в зависимости от условий произрастания растений на откосах обычно приводит к неблагоприятным условиям приживания дернины на откосе с последующей ее малой эффективностью как защитного средства против водной эрозии берегов.

Крепление берегов засевом многолетних трав

Площади, подходящие для заготовки качественного дерна, уменьшаются с каждым годом. В некоторых случаях для этих целей используют даже культурные луга. Однако дефицит в дерне все же остается. Кроме того, несмотря на положительные стороны крепления откосов дерном, эти работы трудоемкие и не поддаются механизации [22].

Крепление берегов и дна гравием, камнем, бетонными и железобетонными плитами

Этими средствами обычно укрепляют участки рек с большим уклоном дна (где могут быть большие скорости течения воды) или при слабых грунтах.

Гравий диаметром 20-40 мм (или щебень) применяют для крепления дна, отсыпая его из кузова автомашины лотком после крепления подошвы и откоса. Отсыпанный гравий на дне разравнивают слоем 10 см.

Для мощения дна и откосов используют напольный камень диаметром 15-20 см. Мостовую делают на слое гравия и мха толщиной соответственно 5-10 см. Вместо мха часто используют стеклохолст. На подошве откосов и поперек дна через каждые 5-10 м, а также по окраинам мостовой кладут более крупные камни. При мощении камни укладывают так, чтобы они прижимали друг друга. Зазоры между камнями допускаются минимальные. Мостовая должна быть сплошной. Ни один камень не должен свободно подниматься руками. Булыжную мостовую обычно устраивают для быстротоков.

Для укрепления дна, подошвы и откосов применяют бетонные плиты размером 40×50 см. Если укрепляют только нижнюю часть откосов, то в слабых грунтах по подошве откосов забивают колья длиной не менее 50 см и диаметром 12 см, которые служат опорой для бетонных плит. Чаще всего бетонные плиты используют для дна и нижней части откосов.

Бетонные плиты укладывают на слой гравия толщиной 5 см. В твердых грунтах вместо гравия можно применять песок или почвенный грунт. В этом случае под стыки между плитами рекомендуется класть два слоя стеклохолста шириной не менее 10 см. Бетонные плиты должны хорошо сопрягаться с подготовленной поверхностью. С этой целью применяют деревянный шаблон, размеры которого соответствуют бетонным плитам. Сначала на поверхности укладывают деревянный шаблон, а потом бетонные плиты.

Реки в местах подхода к мостам, трубам, перепадам и другим сооружениям, сбросные каналы, а также быстротоки укрепляют монолитными или сборными железобетонными плитами.

В тех случаях, когда по откосам фильтруются грунтовые или напорные (в виде родников) воды, их осушают откосовыми дренами до проведения работ по креплению.

Недостаток крепления бетоном и железобетоном состоит в их высокой стоимости; на слабых грунтах затруднена их укладка из-за невозможности использования техники ввиду ее непроходимости; при поступлении воды с обратной стороны плит происходит вымывание грунта и плиты провисают и происходит их разрушение (рисунок 10); мала сопротивляемость растительности (в местах соединения плит), что также ведет к снижению долговечности сооружения [22].

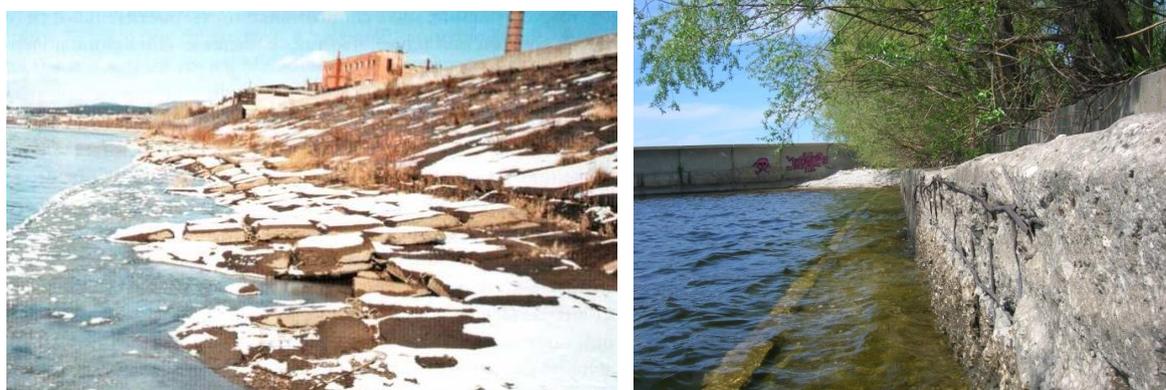


Рисунок 10 – Состояние железобетонного крепления после 15 лет

Крепление берегов плетением, биоматами и геоячейками. Хворост заготавливают из кустарников, намеченных к уничтожению. Для хвороста лучше всего подходят орешник, серая ольха и др. Ивовый хворост тоже можно использовать – он прорастает и дополнительно укрепляет берег. Колья для хворостяного плетня можно делать из сырой ольхи, сосны, елки, но лучше всего из сосны. Следует отметить, что березовые колья и хворост быстро гниют (примерно через год), поэтому их применять не рекомендуется. Плетни для делают высотой 0,2-0,3 м, а для крепления подошвы русел рек – до 0,6 м. Плетни устраивают вертикально или с наклоном в сторону откосов [22].

Для устройства плетней на высоте кольев натягивают шнур на расстоянии, равном ширине канала по дну. Колья диаметром 5-7 см и длиной 60-120 см забивают снаружи шнура на расстоянии 75 см один от другого в твердый минеральный грунт и на 0,4 м в легкий грунт. Мелкие ветки на прутьях срезают. При устройстве плетней прутья переплетаются так, чтобы не оставалось щелей.

Толстые концы прутьев направляют вверх по течению воды. Нижние прутья плетня прижимают к грунту, чтобы между дном и плетнем не было щелей.

Колья над прутьями должны быть выше на 5 см, если больше, то их дополнительно забивают в грунт или срезают.

С наружной стороны плетень необходимо обкладывать мелкими ветками хвороста, мхом или дерном. В слабых грунтах для большей устойчивости колья подпирают досками шириной 12 см и толщиной 2-4 см.

Проводя крепление в торфяном грунте, следует учитывать осадку торфа. Поэтому плетни надо углублять в торф.

Для крепления подводной части откосов русел рек в некоторых случаях применяют фашины.

При недостатке хвороста можно использовать доски или их обрезки. Доски или обрезки толщиной 2-4 см заглубляют на 5 см. Колья забивают, так же как и для плетня. К недостаткам плетневого крепления относится трудоемкость устройства и сравнительно короткий срок службы (3-6 лет).

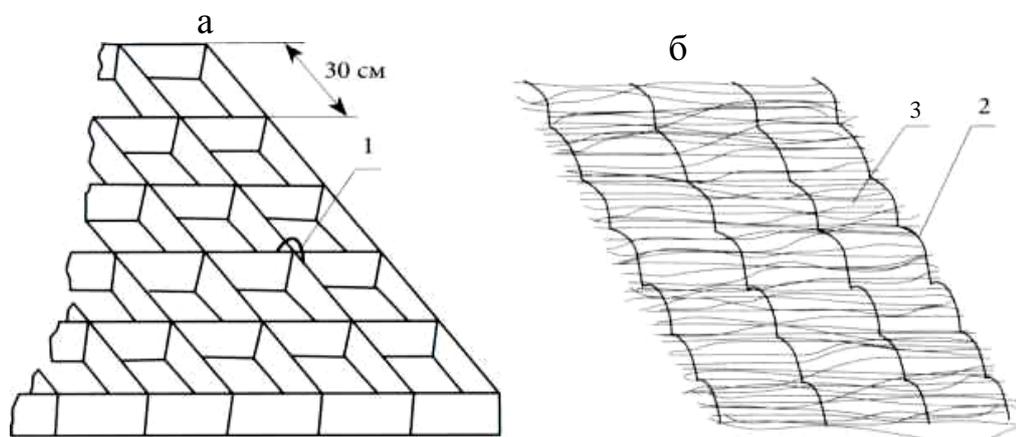


Рисунок 11 – Крепление берегов полиэтиленовой геоячейкой -(а) и биоматами - (б)

1 – скобка крепления; 2 – скрепляющая нить; 3 – кокосовое волокно, солома или камыш

Другим распространенным способом крепления – является при помощи биоматов, изготовленных из соломы, кокосового волокна или камыша. Биоматериал сшивается прочной нитью и представляет собой рыхлую структуру, за-

севаемую через 3-4 недели семенами трав. Крепится к откосу канала при помощи скоб или кольев (рисунок 11.1).

К преимуществам следует отнести невысокую стоимость и технологичность применения, а к недостаткам – малую сопротивляемость оползанию откосов и порывы или даже ликвидацию во время ледохода.

Крепление берегов объемной сеткой, названной Мак-Мат, находит все большее применение (рисунок 12). Сетка изготавливается из ПВХ-нитей диаметром 1-2 мм и используется для защиты откосов с низкой эрозивной активностью. Сетка расстилается на откосах, в верхней части крепится кольями, а в нижней камнями или цилиндрическими габионами. Сетку можно укладывать в сочетании с сеткой двойного кручения для ее большей жесткости, после укладки присыпается землей и засеивается многолетними травами.

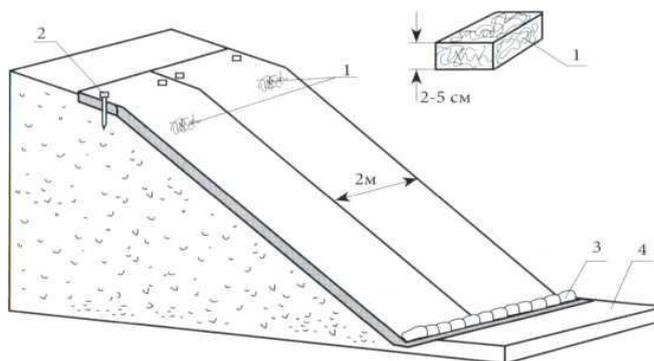


Рисунок 12 – Крепление берега объемной сеткой (Мак-Мат)

1 – сетка Мак-Мат; 2 – колья; 3 – камни или цилиндрические габионы; 4 – дно

К недостаткам следует отнести высокую стоимость сетки и малую сопротивляемость вспучиванию грунта, ледоходу и оползанию откосов.

Крепление берегов габионами

Наиболее перспективным направлением в технологии крепления берегов рек и водохранилищ является крепление их габионами или матрасами. Основу такой технологии составляет сетка двойного кручения [22].

Сетка применяется в защитных сооружениях в мелиорации, дорожном строительстве, укреплении склонов и укреплении железнодорожного полотна, а также для ограждения опасных участков.

Двойное кручение устраняет раскручивание сетки, которое может иметь место в сетках с простым кручением (например, «Рабица») в том случае, когда происходит случайный разрыв проволоки.

Сетка расстилается на земле, разделяется перегородками высотой 0,2-0,5 метра и в образовавшиеся емкости укладывается камень, затем сверху укладывается сетка и сшивается с перегородками проволокой.

Конструкции из габионов являются гибкими и в случае подмыва или просадки грунта легко заполняют пустоты, что более надежно в таких случаях, чем применение железобетона.

В течение 5-10 лет сооружения покрываются растительностью, забиваются грунтом и за счет этого происходит их дальнейшее укрепление, а также слияние с окружающим ландшафтом.

При использовании габионов в зонах ледохода и в зоне контакта со льдом применяются сооружения с двойной сеткой.

Применение габионов, по сравнению с железобетоном, дает экономию до тридцати процентов. Улучшается внешний вид, так как после 10-15 лет габионные сооружения зарастают растительностью и становятся частью окружающего ландшафта и поддерживают присущее данному месту экологическое равновесие.

ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОЧИСТКЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЮ ВАСИЛЬЕВСКИХ ОЗЕР

На основании анализа состояния Васильевских озёр и существующих методов их очистки и восстановления нами был разработан комплекс мероприятий для восстановления природных эвтрофированных Васильевских озёр, подвергающихся высокой антропогенной нагрузке. В результате мы выбрали оптимальные технологии и разработали комплекс мероприятий, необходимых для реабилитации Васильевских озёр.

Для восстановления экосистем Васильевских озёр, предлагается произвести комплекс восстановительных мероприятий, включающий:

Инженерные методы

- Очистка поверхностного стока на очистных сооружениях Предотвращение попадания поверхностного стока в водоем
- Создание габионных очистных сооружений
- Гидромеханический способ очистки от ила
- Земснаряд «Д-110/47-И-Ф» фрезерный
- Мероприятия по снижению факторов сопутствующих заилению водоёмов
- Механическая очистка поверхности озера
- Очистка дна озера от ила

Биологические методы:

- Сбор и изъятие из водоема излишков биомассы (макрофитов, водорослей)
- Разведение растительноядных рыб, водоплавающей птицы.

Закрепительные методы:

- Посадка деревьев и кустарников вдоль берегов озера, с целью снижения антропогенной нагрузки на водоем, создаваемой проходящим рядом транспортным потоком.

Предложенный комплекс мероприятий позволит полностью восстановить самоочищающую способность водоемов, их рекреационную функцию и эстетическую ценность.

3.1 Предотвращение попадания поверхностного стока в водоем

Загрязнение поверхностного стока зависит от множества факторов, которые можно объединить в следующие группы: климатические условия, санитарное состояние бассейна водосбора и закономерности движения в дождевой сети.

Климатические условия: интенсивность и продолжительность дождя, частота выпадения и количество осадков, продолжительность таяния снега и т.д.

Состояние бассейна водосбора: уровень благоустройства, род поверхностного покрова, степень загрязнения атмосферы, интенсивность движения автотранспорта и т.д.

Образующийся поверхностный сток смывает и выносит с потоком растворимые и нерастворимые примеси. Кроме этого, атмосферные воды в результате сорбирования на поверхности гидроаэрозоля частиц пыли и газа начинают загрязняться еще в приземных слоях. Основными источниками загрязнения на городской территории являются продукты эрозии почвы, пыль, строительные материалы, выбросы в атмосферы, нефтепродукты от автотранспорта.

Характерными загрязнителями для поверхностного стока являются взвешенные вещества. Органические вещества в суспензированном виде занимают примерно 90 % общего количества окисляющихся веществ, содержащихся в поверхностном стоке.

Концентрация всех примесей в стоке во многом зависит от интенсивности выпадения осадков, продолжительности периода сухой погоды и предшествующего дождя. С увеличением интенсивности осадков увеличивается расход дождевого стока и, следовательно, увеличивается его несущая способность. Продолжительность сухого периода обуславливает накопление примесей на территории водосборного бассейна.

Концентрация примесей в дождевом стоке существенно меняется, – как правило, она быстро возрастает до максимума и далее уменьшается к концу дождя.

Важное значение при проектировании очистных сооружений имеет зависимость годового объема дождевого стока и количества загрязнений от интенсивности выпадения осадков, которая выражается повторяемостью p . Установлено, что основную массу загрязнений выносят часто повторяющиеся дожди относительно малой интенсивности. Дожди же большой интенсивности – ливни, хотя и образуют поток с большим количеством воды, но повторяются очень редко и не наносят большого ущерба водоемам ввиду малой загрязненности.

На территории современного благоустроенного города можно условно выделить 4 района, концентрация загрязнений в поверхностном стоке от которых существенно различается:

- жилые районы с умеренной интенсивностью движения транспорта,
- новые жилые районы со средней интенсивностью,
- районы с преобладанием складских и промышленных территорий,
- автомагистрали.

Все промышленные предприятия в зависимости от физико-химического состава поверхностного стока разделяются на две группы.

К первой группе относят предприятия, для которых основными примесями стока являются грубодисперсные вещества, сорбированные главным образом на взвешенных веществах (черная металлургия, машиностроение, электротехника, угольная, нефтяная, легкая, пищевая промышленность, энергетика, порты, ремонтные заводы, и т.д.). Ко второй группе относят предприятия, для которых в настоящее время характерно поступление специфических веществ – цветная металлургия, коксохимическая, химическая, лесохимическая, целлюлозно-бумажная промышленность и т.д.

Очистка поверхностного стока на очистных сооружениях. Установка локальных очистных сооружений на территории малых населенных пунктов,

промышленных предприятий, сельскохозяйственных объектов и пр., расположенных в непосредственной близости к водоисточнику, на основе емкостей из стеклопластика (ООО «ЭКОЛАЙН» г. Тольятти и др.) позволит сократить поступление взвешенных веществ, нефтепродуктов и др. в водоисточники. Степень очистки стоков на этих сооружениях обеспечивает качество очищенной воды нормам предельно-допустимых концентраций (ПДК) для сброса в водоем рыбо - хозяйственного назначения [43].

Очистные сооружения предназначены для удаления из сточных вод минеральных загрязнений и нефтепродуктов. Состав сооружений ливневой канализации:

- распределительный колодец;
- накопительная емкость;
- пескоилоуловитель;
- нефтеуловитель;
- сорбционный фильтр;
- колодец с установкой УФ-обеззараживания.

Технологическая схема локальных очистных сооружений (ООО «ЭКОЛАЙН» г. Тольятти и др.) представлена на рисунке 13 [43].

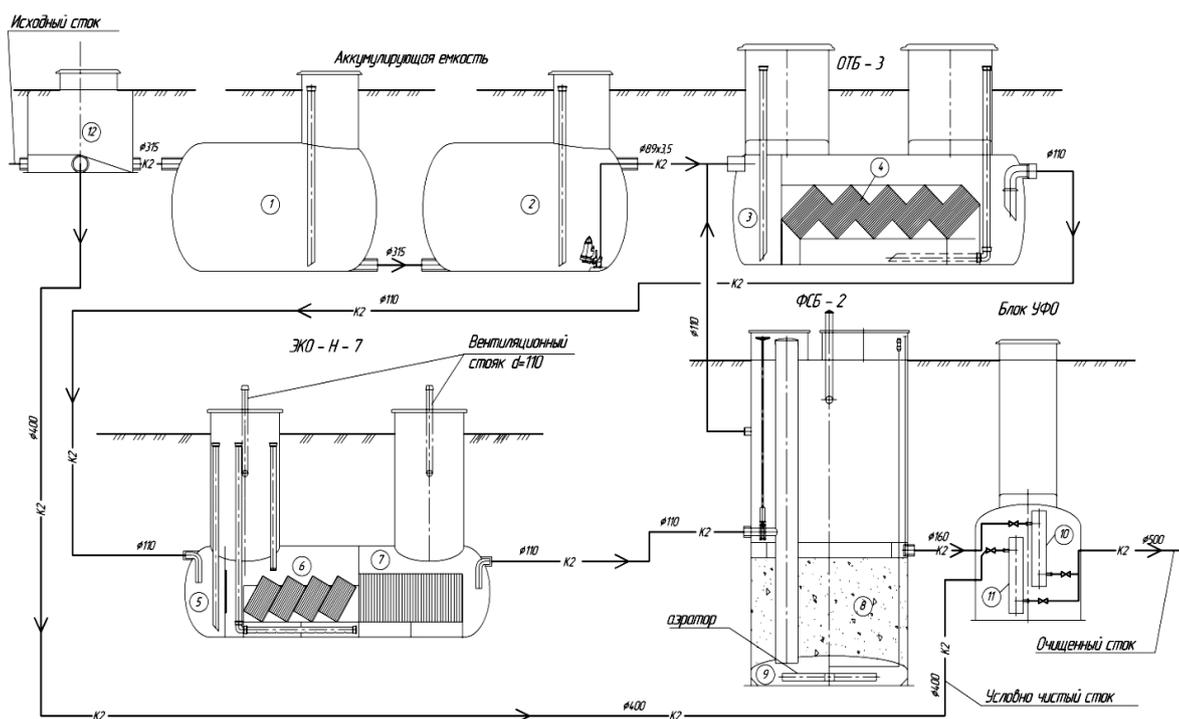


Рисунок 13 – Технологическая схема локальных очистных сооружений(ООО «ЭКОЛАЙН» г. Тольятти и др.)

1, 2 – аккумуляторная емкость; 3, 4 – пескоилоуловитель отб-3 (приемная камера и блок тонкослойных фильтров; 5, 6 и 7 – нефтеуловитель ЭКО-Н-7 (приемная камера, тонкослойный модуль и сорбционный блок; 8, 9 – сорбционный фильтр ФСБ-2 (загрузка и нижняя распределительная полость); 10, 11 – блок УФО (установка ОДВ-30С и установка ОДВ-100СА); 12 – распределительная камера

Таблица 3 – Концентрация загрязнений поверхностных сточных вод в очистных сооружениях ливневого стока

Показатель	Концентрация загрязнений мг/л, не более			
	Исходная вода	После пескочистителя	После нефтеуловителя	После сорбционного фильтра
Взвешенные вещества	2000	200	20	5
Нефтепродукты	20	20	0,3	0,03

Качество воды на выходе после каждого сооружения представлено в таблице 3.

Распределительный колодец. Ливневой сток самотеком поступает в распределительный колодец. Колодец обеспечивает подачу расчетного значения расхода сточной воды в аккумуляторные емкости. При таком разделении потока на очистные сооружения направляется концентрированная часть дождевых сточных вод, а условно-чистая часть стока проходит по обводной линии в колодец с установкой УФ - обеззараживания.

Аккумуляторная емкость. В аккумуляторной емкости (2шт. по 80м³) происходит накопление дождевого стока. Емкости соединены по принципу сообщающихся сосудов, переток стока осуществляется в нижней части. В емкости располагается насос, при помощи которого осуществляется

перекачивание стока в пескоилоуловитель. Для откачки осадка, образующегося во время нахождения стоков в емкости, предусматривается стояк, через который производится удаление осадка.

Пескоилоуловитель. Отделение песка и ила осуществляется компактной установкой типа ОТБ-3 производительностью 7л/с. Сточная вода поступает в приёмный отсек установки, где происходит частичное снижение её скорости. Затем в рабочей части уловителя, по мере движения воды, скорость течения снижается до такой степени, что взвешенные вещества, находящиеся в воде, начинают осаждаться на дно отделителя. Частично освобождённая от взвешенных веществ вода проходит дополнительную очистку на тонкослойных блоках, а затем поднимается до уровня выпускающего коллектора и стекает в канализацию.

Скопившийся на дне уловителя осадок удаляется через стояк для откачки осадка. Далее сток направляется в нефтеуловитель.

Нефтеуловитель. Проектом принят нефтеуловитель типа ЭКО-Н-7 производительностью 7л/с. Вода, поступающая в первый отдел, отстаивается до показателя по взвешенным веществам - 50 мг/литр. Осветленная вода поступает во второй отдел, где при помощи коалесцентного модуля I-ой ступени, показатели воды снижаются до 5 мг/литр по нефтепродуктам и 20 мг/литр по взвешенным веществам. Эмульгированные нефтепродукты всплывают на поверхность воды.

Далее происходит доочистка воды на абсорбирующих фильтрах, на основе сорбционного материала. Концентрации загрязнений по нефтепродуктам и взвешенным веществам в очищенной воде соответствуют показателям для дальнейшего сброса стоков в канализационные сети.

Сорбционный фильтр. Фильтр сорбционный безнапорный ФСБ-2 предназначен для доочистки поверхностных и близких к ним по составу производственных сточных вод от тонкодисперсных взвешенных веществ и растворённых нефтепродуктов. Фильтр выполняется в виде вертикальной цилиндрической ёмкости из армированного стеклопластика полной

заводской готовности. Фильтр сорбционный безнапорный включает распределительно-разгрузочную трубу и камеру восходящего фильтрования. Камера фильтрования состоит из нижней распределительной зоны, средней зоны размещения загрузки и верхней зоны сбора очищенной воды. Нижняя распределительная зона отделяется от зоны размещения загрузки дренажной плитой. Сбор очищенной воды осуществляется с помощью кругового сборного лотка с водосливами треугольного профиля. Вода после нефтеуловителя (производства ООО «ЭКОЛАЙН») поступает непосредственно в сорбционный блок по подводящей трубе. Далее вода через распределительно-разгрузочную трубу поступает в нижнюю распределительную зону, служащую для равномерного распределения воды по всей площади сорбента. Сама загрузка представляет собой угольный сорбент различного фракционного состава, объём которого зависит от требуемой производительности фильтра и от начальной и конечной концентраций нефтепродуктов. Далее вода восходящим потоком достигает кругового сборного лотка и отводится через патрубок. Сорбент (МИУС) является универсальной загрузкой фильтров очистки воды от нерастворенных и растворенных нефтепродуктов, грубодисперсных примесей, железа, фенола, ионов тяжелых металлов, аммония, нитратов и пр.

УФ – обеззараживание. На выходе из очистных сооружений установлен стеклопластиковый колодец в котором располагаются лампы УФО. Весь поток поверхностных сточных вод, в том числе и условно чистая сточная вода, проходят УФ - обеззараживание, это обусловлено тем, что на выходе очистных сооружений качество воды должно отвечать требованиям норм сброса в водоем рыбохозяйственного водоема. После очистки на комплексе сооружений, сточная вода направляется в канализационную насосную станцию, а затем их сброс в ближайший водоем.

3.2 Создание габионных очистных сооружений

Практикой современного берегоукрепления апробировано использование габионных структур и ряда габионных конструктивных решений для очистки

поверхностных вод, стекающих с береговой линии. Однако этот опыт неоднозначен по эффективности очистки сточных вод и предопределяет необходимость более обоснованного подхода к выбору оптимального типа очистного сооружения и оценки его очистительной способности [22].

Концептуальную основу возможного применения габионных конструкций для очистки сточных вод предопределяют следующие возможности габионных структур: высокая проницаемость воды и воздуха; большая внутренняя поглощаемость мелких частиц твердого стока и нефтепродуктов; долговечность и химическая нейтральность; пригодность для прорастания растений, способных усваивать некоторые загрязняющие компоненты сточных вод.

С учетом этих возможностей габионных структур к числу сооружений, применяемых для совместного и комплексного водоотведения и очистки сточных поверхностных вод и возводимых с использованием биоинженерных элементов, сорбентов и габионных конструкций, принято относить: водоотводные и водоподводящие каналы и лотки; сопрягающие сооружения; фильтрующие запруды и дамбы; водоемы-отстойники; фильтрующие накопители; мелководные биоплато и площадки; глубоководные ванны; ступенчатые фильтрационные бассейны с высокоэффективными природными сорбентами.

При выборе того или другого типа очистных сооружений, возводимых с использованием биоинженерных элементов, сорбентов и габионных конструкций, следует учитывать: фоновые, фактические и прогнозные показатели загрязненности поверхностного стока; очистные способности этих сооружений; конструктивные схемы организации водоотвода на конкретном объекте, водопропускную способность проектируемых сооружений, эксплуатационные преимущества, а также требования природоохранных органов. Эти требования во многом должны соотноситься к выбору и обоснованию габионных сооружений (конструкций), обладающих большими очистными способностями, чем традиционные сооружения (конструкции).

Способ очистки поверхностного стока с применением фильтрационного сооружения (рисунок 14) основан на движении загрязненной воды через при-

родный наполнитель – сорбент в фильтрационном бассейне. Процесс очистки сточной воды при фильтрации в природном сорбенте (измельченные горные породы, песок) аналогичен процессу фильтрации воды в подземных водоносных горизонтах, т.е. в предлагаемом бассейне создаются условия, моделирующие процесс самоочистки воды в природе [22].

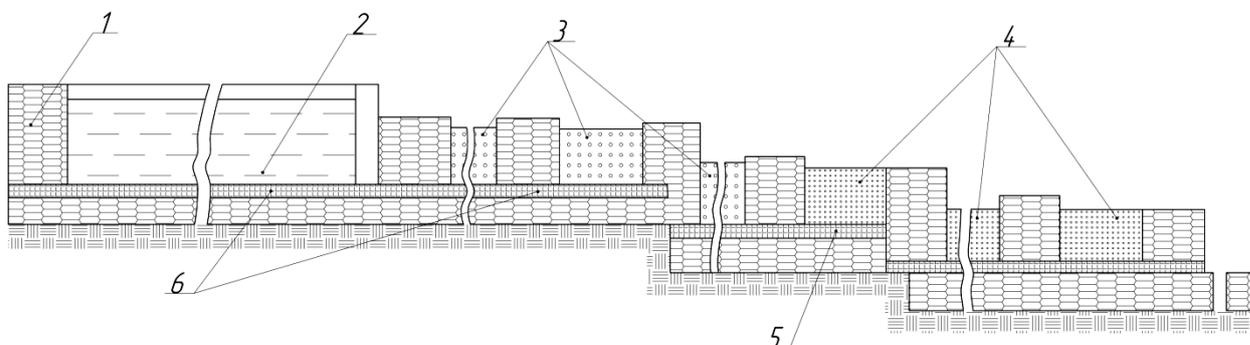


Рисунок 14 – Габрионное очистное сооружение

1 – габрионы; 2 – дренажный слой; 3 – наполнитель-шунгут; 4 – наполнитель-цеолит; 5 – геотекстиль; 6 – гидроизоляция.

Конструкция фильтрационного бассейна не требует специального землеотвода; возведения фундаментов, железобетонных стен, строительства и монтажа технологических цепочек; подведения электроэнергии, телефонизации и подачи химических реагентов; высококвалифицированного обслуживающего персонала.

При невысокой стоимости строительства и эксплуатации достигается высокая степень очистки сточной воды. Попутно решается проблема поверхностной эрозии за счет погашения энергии потоков из водосборных лотков.

Раскрытие и реализация всех потенциальных возможностей габрионных конструкций могут быть осуществлены лишь на основе вариантных проработок и сопоставления с другими альтернативными вариантами применения традиционных или нетрадиционных конструкций на конкретных объектах проектирования.

Более широкое освоение габрионных конструкций в отечественной практике и обеспечение разработки наиболее оптимальных проектно-строительных

решений сопряжено с необходимостью дальнейшего совершенствования и научно-методического развития изначальных сопровождающих материалов и документов, а также с необходимостью разработки типовых решений по отдельным разновидностям сооружений, возводимых с применением габионных структур.

3.3 Мероприятия по снижению факторов сопутствующих заилению водоёмов

Очистка водоемов – работы, направленные на устранение из русла водоемов ила, гниющей растительности, донного сора, затопленных предметов для создания благоприятной водной среды и повышения эстетической привлекательности территории.

Производство работ по очистке озер предлагается производить несколькими методами:

- вручную, когда возможно удаление ила и донного сора после осушения с применением ручного труда, либо с привлечением водолазов при работе под водой. Применяется, как правило, при очистке озер малых размеров, прудах с затрудненным подходом для техники, малых участках акваторий;

- с применением стандартной механизации: экскаваторов на колесном и гусеничном ходу, бульдозеров, грузоподъемных механизмов и прочей техники, широко применяемой в строительстве. Возможно применение на любых водоемах, при свободном доступе техники к объекту и качественном осушении русла;

- с привлечением специализированной механизации: техники на болотном ходу, специализированных плавающих амфибий. Возможно применение на всех типах водоемов;

- средствами технического флота: плавкранами, плавучими манипуляторами, судами-тралами, землечерпальными снарядами различных видов. Данный метод обычно используется при работе на реках, протоках, затонах, водохранилищах, то есть очистке акваторий открытого типа;

– способом гидромеханизации, с использованием землесосных земснарядов, эжекторных машин. Применяются на всех типах водоемов, при необходимости транспортировки донных отложений на расстояние с помощью трубопроводов.

Очистка дна водоема от мусора может производиться вручную, или механизированным путем. Ручной способ очистки глубоководных зон может быть организован с привлечением водолазов и дайверов, удалением донного сора с берега могут заниматься все желающие, предварительно защитив ноги и руки от повреждений (рисунок 15). Механизированная очистка означает использование техники для изъятия большого количества мусора со дна, либо предметов большого веса. Для этого привлекается самая разнообразная техника и механизмы – ручные и электрические лебедки, автокраны, экскаваторы, трелевочные машины, бульдозеры, трактора, плавкраны, специальных машины-амфибии. Независимо от метода очистки Удаление сора из русла позволит значительно сократить насыщение воды отравляющими веществами. Со временем загрязненный водный объект вернется в первоначальное состояние.



Рисунок 15 – Очистка водоема от мусора

Механизированная очистка водоема от ила. Механизированный способ устранения ила из водоемов основан на применении строительной техники – экскаваторов, бульдозеров, драглайнов, а так же специальных амфибий предназначенных для работы в обводненных условиях (рисунок 16) [40].



Рисунок 16 – Работа экскаватора по очистке водоема от ила

Подобные механизмы позволяют удалить ил из водоема механизированным путем, и переместить его на берег, или в специальные грунтоотвозные механизмы – самосвалы, баржи, контейнерные установки. Таким способом можно быстро убрать иловые отложения в больших объемах. Отрицательной же стороной является необходимость наличия большого количества техники транспортировки. А значит, на единицу объема грунта ложится большая стоимость на эксплуатацию и амортизацию транспортных механизмов. Механизированная очистка от ила применяется обычно в случаях, когда есть возможность осушить водный объект, и обеспечить свободный подъезд для спецтехники.

Очистка дна от ила. Гидромеханический способ очистки от ила

Гидромеханический, или гидромеханизированный способ заключается в применении специальных грунтовых насосов, размещенных на борту земснарядов, или установленных на стрелах экскаваторов и кранов [40].



Рисунок 17 - Работа земснаряда по очистке водоема от ила

Грунтососы могут производить всасывание ила со дна водоемов и перекачивать его по трубопроводу к месту его складирования, или карты намыва ила. Таким образом, гидромеханический метод может применяться даже при удалении ила с глубины в несколько метров. Главным достоинством такого способа работы является возможность перемещать грунт со дна водоема на большие расстояния без дополнительных механизмов. Иначе говоря, стоимость выполнения работ по очистке дна водоема значительно снижается. Единственным условием работы гидромеханизации является постоянное наличие необходимого количества воды для перекачивания грунтов.

Землесосный земснаряд способен собирать донные отложения со дна водоема с помощью мощного грунтового насоса. Ил вместе с водой подается под высоким давлением через систему плавающих и береговых трубопроводов на иловые карты, или грунтоотвозные баржи. Иловая карта создается на берегу, до начала работ по очистке водоема. Она представляет собой территорию, огражденную со всех сторон земляным валом с различной высотой насыпи. Размеры карты и высота обвалования зависят от количества грунта, предполагаемого к изъятию.

Перед началом работ изучается характер донных отложений, профиль водоема, удаляется крупногабаритный и металлический сор для предотвращения поломок техники, проводятся промеры глубин, чертится карта водоема для удобства работы операторов. Создается проект производства работ, учитывающий в себе все тонкости и детали при производстве работ по очистке водоема. Далее с помощью бульдозеров и экскаваторов создается карта намыва ила. На объект доставляются необходимая техника и материалы. Монтируется трубопровод, ведущий от водоема на карту. И только после всех этих мероприятий начинается очистка водоема земснарядом. Как правило, в первые несколько часов работы багермейстер (оператор земснаряда) практическим путем определяет эффективный способ разработки донных отложений. После этого, как правило, работа ведется круглосуточно, в не-

сколько рабочих смен, с небольшими перерывами для переустановки трубопроводов и технического обслуживания земснаряда.

Для очистки дна водоисточников применяются различные машины и механизмы. Одним из наиболее часто применяемых механизмов является земснаряд [11].

Землесосный снаряд – плавучая землеройная машина, предназначенная для выемки пород (ила), расположенных под слоем воды, и транспортирования их в отвал и т.д. Землесосный снаряд используется в гидротехническом и гидромелиоративном строительстве, при дноуглубительных работах и др. Основные параметры землесосных снарядов изменяются в широких пределах. Так, для очистки каналов строятся землесосные снаряды производительностью 10-15 м³ грунта в час, для дноуглубительных работ - производительностью 8000-10 000 м³ грунта в час. Глубина разработки от 2 до 60 м, мощность электродвигателей от 10 до 10 000 кВт и более. Землесосный снаряд состоит из грунтового насоса, двигателя грунтового насоса, свайного аппарата, грунтозаборного устройства, лебёдок, плавучего пульповода, оборудования подготовки грунтового насоса к запуску, аварийной системы, контрольно-регулирующей аппаратуры, корпуса (рисунок 5).

Для выполнения очистки дна малых водотоков и водоемом Самарской области от ила необходимо применять земснаряды небольшой производительностью, и возможностью доставки их на место работ автотранспортом в сборе.

В качестве подобного оборудования можно использовать земснаряды ООО «НПО ЗЕМСНАРЯД» [41].

Земснаряд «Д-110/47-И-Ф» фрезерный (рисунок 18) с электрическим приводом главного насоса предназначен для очистки рек и озёр, добычи песка и песчано-гравийной смеси в небольших объемах, а также перемещения хвостов в горнорудных проектах. Этот земснаряд способен разрабатывать грунт I-VII категории на глубинах до 10 метров. Земснаряд может быть использован в качестве насосной станции для перекачки воды и пульпы с содержанием нерудных

материалов до 14% при подачи ее на грохот или карту намыва, а также на погрузочную площадку, снабженную различного рода осушителями (таблица 3).

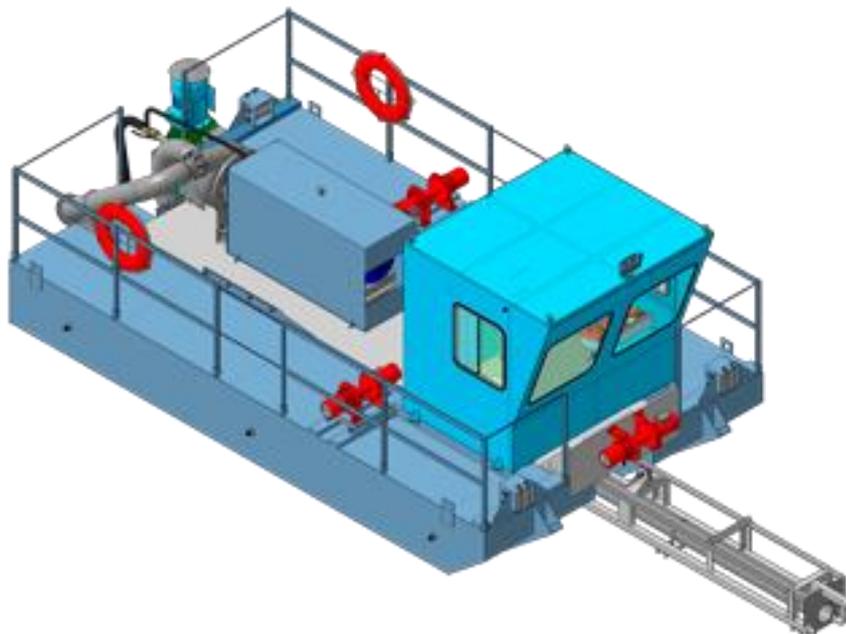


Рисунок 18 – Земснаряд «Д-110/47-И-Ф» фрезерный

Техническая производительность Земснаряда «Д-110/47-И-Ф» составляет порядка 54 кубометров сухого грунта в час с напором в 21 м. водяного столба, при добыче на глубине 2,5 – 7 м песка с модулем крупности от 0.7 до 1.9 и подаче его по горизонтальной поверхности по пульпопроводу на дистанцию от 50 до 260 м. Максимальная дистанция подачи пульпы 560 м.

При изменении условий добычи или дальности подачи пульпы производительность может меняться в ту или иную сторону.

Таблица 4 – Краткая техническая информация

Категория разрабатываемых грунтов	I-VII
Производительность в пересчете на сухой грунт	54 м ³ /час
Напор	27 м.
Производительность по пульпе	470 м ³ /час
Тип грунтонасоса	«400/20»
Мощность грунтонасосного агрегата	100 кВт.
Тип инжекторного агрегата	«150/30»
Мощность инжекторного агрегата	21 кВт.
Максимальная дальность транспортирования грунта по горизонтали при 14% консистенции пульпы*	до 480 м.
Максимальная глубина разработки	до 10 м.

Минимальная глубина разработки	0.5 м.
Диаметр напорного пульпопровода	200 мм.
Длина земснаряда (максимальная)	10.3 м.
Ширина земснаряда (максимальная)	3.9 м.
Высота земснаряда	3.4 м.
Общий вес земснаряда	9,5 т.
Осадка в рабочем состоянии (средняя)	0.5 м
Установочная мощность	155 кВт.
Подключаемое напряжение	380 В.
Транспортировка в разобранном состоянии	2 фуры
Цена	4 924 000 руб

Транспортировка земснаряда до места работы осуществляется при помощи 2-х полуприцепов типа «шаланда» или «еврофура» с погрузочной площадкой не менее 10×2,4 (м). Земснаряд в погруженном состоянии остается в разрешенном для перевозки транспортном габарите.

Предотвращение разрушения и размыва берегов водоёмов

Эрозионные процессы, являясь одним из важнейшим фактором в заилении водоисточников, требуют проведения мероприятий по их ликвидации и предотвращению. Крепление берегов водоисточников и защита их от размыва являются важнейшими задачами при предотвращении заиления.

Крепление берегов засевом многолетних трав

Площади, подходящие для заготовки качественного дерна, уменьшаются с каждым годом. В некоторых случаях для этих целей используют даже культурные луга. Однако дефицит в дерне все же остается. Кроме того, несмотря на положительные стороны крепления откосов дерном, эти работы трудоемкие и не поддаются механизации [22].

Травяные ковры имеют преимущества в сравнении с одерновкой. Прежде всего это возможность механизированного изготовления травяных ковров непосредственно на строительных площадках, изготовление ковров любого размера в зависимости от условий укрепляемого берега, многократное использование площадки для изготовления ковров за вегетационный период, возможность комбинирования смесей в зависимости от условий произрастания травостоя на откосе, высокое сопротивление на разрыв, что позволяет снизить потери ковра при скатывании и укладки его на откосе, транспортировка ковра на большие расстояния без потерь механических и биологических свойств, высокая стойкость ковра на размыв при скорости течения воды до 3 м/с, короткий период приращивания ковра к откосу (15-20 дней), возможность повышения прочности на разрыв и сокращения срока изготовления ковров путем армирования капроновой, дедероновой сеткой или стеклохолстом, надежность крепления берега в сравнении с одерновкой.

Технология изготовления травяных ковров состоит в следующем – выровненную площадку покрывают полиэтиленовой пленкой. Затем на пленку укладывают деревянные бруски, чтобы получить размеры травяного полотна, в образовавшиеся емкости засыпают торфокрошку, далее засыпают семена трав и сверху опять торфокрошку. Поливают ежедневно – 0,6 м³ на 100 м² выращиваемого ковра, после появления всходов норма полива уменьшается вдвое. Возможно покрытие пленкой до появления первых всходов. В зависимости от сорта трав, состава грунта и климатических условий производят подкормку, как правило, на 13 и 26 день после посева.

Ковры, выращиваемые на торфяной основе, на 40-48 день скатываются в рулоны, грузятся на автомашины и вывозятся на объекты, где укладываются на откосы. Перед укладкой травяные ковры необходимо полить водой, что повышает их пластичность.

В настоящее время сплошная одерновка откосов применяется редко. Обычно сочетают одерновку с засевом многолетних трав. При этом способе нижнюю часть откосов шириной 0,5–1 м укрепляют дерном, а верхнюю часть засевают многолетними травами. Соотношение крепления откосов одерновкой и засевом многолетних трав меняется и наблюдается повышение тенденции к засеву многолетними травами. До образования корневой системы трав берег может подвергаться деформациям. Многие деформации происходят в течении небольшого отрезка времени после интенсивного дождя. Поэтому берег рекомендуется крепить как можно быстрее и в короткие сроки. В этом отношении наиболее эффективна одерновка. Засев многолетних трав малоэффективен для крепления в неустойчивых грунтах. Практика показала, что наилучшие результаты достигаются при сочетании одерновки и засева многолетними травами.

Для засева откосы должны быть тщательно разработаны. Высев семян многолетних трав необходимо производить сразу после подготовки берега, чтобы откосы не высыхали. Перед засевом откоса в торфяном грунте его разрыхляют. На откосы в минеральном грунте рекомендуется отсыпать плодородный почвенный грунт слоем 3-5 см. После этого высевают семена многолетних трав, удобрения и опять проводят дискование.

Перечень мероприятий по снижению заиления Васильевских озёр

Снижение заиления Васильевских озёр можно достичь комплексом мероприятий по экологическому оздоровлению малых водоёмов на урбанизированных территориях.

Этот комплекс включает следующие основные мероприятия:

1. Соблюдение зон санитарной охраны малых водоёмов.
2. Мониторинг состояния дна и берегов.
3. Сокращение поступления в водоисточники:

- биогенных элементов;
- неочищенных сточных вод;
- неочищенного поверхностного стока;
- неочищенных стоков сельскохозяйственных объектов.

4. Очистка дна и берегов от мусора.

5. Крепление берегов засевом многолетних трав

6. Предотвращение разрушения и размыва берегов водоисточников.

7. Очистка водоёмов от ила.

Только комплексный подход к реализации данных мероприятий позволит сократить заиление и улучшить экологическое состояние малых водоёмов.

ГЛАВА 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДЛАГАЕМЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

4.1 Сметная стоимость основных сооружений

Комплекс сооружений очистки ливневых сточных вод «Эколайн» производительностью 1900 м³/сут подземного расположения.

Таблица 5 – Сметная стоимость основных сооружений

№ п/п	Наименование объекта	Сметная стоимость, тыс.руб.
1	2	4
1	Комплекс сооружений очистки ливневых сточных вод «Эколайн» производительностью 1900 м ³ /сут подземного расположения	64823,82
	ИТОГО	64823,82

Таблица 6 – Сводный сметный расчет строительства канализационных очистных сооружений

№ п/п	Наименование объектов и сооружений	Сметная стоимость, тыс. руб
1	2	4
1	Гл.1 Подготовка территории Строительства	972,36
2	Гл.2 Объекты основного производственного назначения	64823,82
	ИТОГО по гл. 1–2	65796,18

Продолжение таблицы 6

3	Гл.3 Объекты подсобного производственного и обслуживающего Назначения	2917,07
4	Гл.4 Объекты энергетического Хозяйства	1037,18
5	Гл.5 Объекты транспортного Хозяйства	1458,54
6	Гл.6 Наружные сети и сооружения водоснабжения, канализации, тепло- и газоснабжения	2917,07
7	Гл.7 Благоустройство территории	1458,54
	ИТОГО по гл. 1–7	75584,58
8	Гл.8 Временные здания и сооружения (ГСН 81-05-01-2001: 3,9% от стоимости СМР по итогам глав 1 – 7)	2947,8
	ИТОГО по гл. 1–8	78532,38
9	Гл.9 Прочие работы и затраты (ГСН 81-05-02-2001 п. 13.6 4 темп. зона: $3,4 \cdot 0,8 = 2,8$ % от стоимости СМР по итогу глав 1 – 8	2198,91
	ИТОГО по гл. 1–9	80731,29

Продолжение таблицы 6

10	Гл.10 Содержание службы заказчика-застройщика	888,04
11	Гл.11 Подготовка эксплуатационных кадров	Затрат нет
12	Гл.12 Проектно-изыскательные Работы	1614,63
	ИТОГО по гл. 1–12	83233,96
13	Резерв на непредвиденные работы и затраты (2 % от гл. 1-12, МДС 81-35.2004)	1664,68
14	Возврат стоимости материалов	442,17
15	Всего по сводной смете	85340,81
16	Средства на покрытие затрат по уплате НДС	15361,35
17	ВСЕГО с учетом НДС	100702,16

4.2 Расчет экономической эффективности строительства и эксплуатации системы очистки ливневых стоков

Таблица 7 – Техничко-экономические показатели системы

№ п/п	Наименование показателей	Ед.изм.	Величина показателя
1	2	3	4
1	Годовая производительность системы	тыс. м ³	693,5
2	Капитальные вложения в строительство системы	тыс.руб.	85340,81

Продолжение таблицы 7

3	Годовые эксплуатационные расходы по системе	тыс.руб/год д	6058,68
4	Приведенные (к одному году) затраты, всего	тыс.руб/год д	19713,2
5	Приведенные (к одному году) затраты в расчете на 1 м ³ воды	руб/год за м ³	28,4
6	Удельные капитальные вложения	руб/м ³	123,06
7	Себестоимость очистки 1 м ³ воды	руб/м ³	8,7

Годовые приведенные затраты определяется по формуле:

$$Z_i = C_i + E_n \cdot K_i, \text{ руб./год} \quad (2)$$

где C_i – себестоимость годового объема выпускаемой продукции или услуг по тому же варианту для производственных зданий и сооружений или объем годовых эксплуатационных затрат, руб./год;

E_n – нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности;

K_i – объем капитальных вложений в основные фонды по сравниваемым вариантам, руб.

$$Z = 6058,68 + 0,16 \cdot 85340,81 = 19713,2 \text{ тыс.руб.}$$

4.3 Расчет суммы платы за размещение отходов

Таблица 8 – Состав донных отложений

Наименование вещества	ПДК мг/кг	Текущий состав донных отложений
Мышьяк (As)	29	30
Кадмий (Cd)	4	2
Хром (Cr)	120	93
Медь (Cu)	60	90
Ртуть (Hg)	1,2	0,5
Свинец (Pb)	110	36
Никель (Ni)	45	60
Цинк (Zn)	365	510

В таблице цветом выделены вещества, значения которых превышают допустимые лимиты на размещение отходов.

Сумма платы за сверхлимитное размещение отходов ($P_{сл\ отх}$, руб.) определяется по формуле:

$$P_{сл\ отх} = 5 \times \sum_{i=1}^n H_{бл\ i\ отх} \times K_{ин} \times K_{э\ отх} \times (B_{i\ отх} - B_{ли\ отх}), \text{ при } B_{i\ отх} \geq B_{ли\ отх}, (3)$$

где i – вид отхода ($i = 1, 2, 3, \dots, n$);

$P_{сл\ отх}$ – плата за сверхлимитное размещение отходов руб./год;

$K_{ин}$ – коэффициент индексации платы в связи с ростом цен (применяется к ставкам) = 2,20;

$K_{э}$ – повышающий коэффициент экологической ситуации и экологической значимости (1,3 для Самарской области).

Таблица 9 – Расчет суммы платы

Наименование вещества	Платы за сверхлимитный сброс, $P_{сл\ отх}$, руб/год
Мышьяк (As) – 1кл	$5 \times 14000 \times 2,2 \times 1,3 \times (30-29) = 200200$
Медь (Cu) – 2кл	$5 \times 6000 \times 2,2 \times 1,3 \times (90-60) = 2574000$
Никель (Ni) – 2кл	$5 \times 6000 \times 2,2 \times 1,3 \times (60-45) = 1287000$
Цинк (Zn) – 1кл	$5 \times 14000 \times 2,2 \times 1,3 \times (510-365) = 29029000$

Итого: 33090200 руб/год

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Теоретический анализ проблемы показал, что малые водоемы около городов подвергаются интенсивной антропогенной нагрузке и становятся источником вторичного загрязнения окружающей среды в результате накопления на дне водоёмов таких вредных веществ как тяжёлые металлы и другие поллютанты. Такие водоёмы очень быстро становятся загрязненными, ослабленными и как следствие эвтрофированными и нуждаются в дополнительных мероприятиях по восстановлению и очистке [1,6,10].

Развитие методов и технологий восстановления озёр, очистки дна приобретает особую актуальность и значимость на урбанизированных территориях. Среди таких озёр на территории г.о. Тольятти выделяются Васильевские озёра. Они представляют собой комплекс малых водоемов, которые располагаются в непосредственной близости к антропогенным источникам загрязнения окружающей среды: - Северному промузлу (комплекс химических и промышленных предприятий), автотрассы, закрытых полигонов и мусороперерабатывающих заводов.

Уровень загрязнения территории озёр химическими веществами оценивается от II степени опасности до IV. Значительная часть озёр используется в качестве отстойников сточных вод и шламов, что вызвало их деградацию. Всё это указывает на то, что все озёра Васильевской системы находятся под сильным антропогенным воздействием. Необходимы специальные меры по очистке и восстановлению малых водоемов находящихся в условиях антропогенной нагрузки.

В связи с этим, для достижения **цели работы**: снижения антропогенной нагрузки на малые водоемы урбанизированных территорий на основе разработки комплекса мероприятий по их восстановлению и очистке на примере Васильевских озёр были решены следующие **задачи**:

1.Проведён теоретический анализ проблемы экологического состояния малых водоемов на урбанизированных территориях на примере Васильевских озер;

2.Проведён сравнительный анализ методов очистки и восстановления малых водоемов на урбанизированных территориях;

3.Разработан комплекс мероприятий по очистке и восстановлению Васильевских озер: обустройству береговой зоны, удалению ила;

4.Проведён расчет эколого-экономической эффективности предлагаемого комплекса мероприятий.

Для предотвращения попадания неочищенных сточных вод и поверхностного стока предложено строительство локальных очистных сооружений на промышленных и сельскохозяйственных предприятиях, а также в малых населенных пунктах.

В комплекс предложенных мероприятий по очистке и восстановлению Васильевских озёр вошли:

- очистка прибрежной зоны и дно водоёмов от мусора;
- очистка дна от ила гидромеханическим способом.
- укрепление берегов и дна различными способами при надлежащем технико-экономическом обосновании.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Афанасьев Ю.А., Фомин С.А. Мониторинг и методы контроля окружающей среды: Учебное пособие. В 2-х частях. – М.: МНЭПУ, 1998. – 368 с.
2. Байков В.Н., Курочкина В.А., Писарев Д.В. Речная гидравлика и свойства русловых отложений на урбанизированных территориях // Вестник МГСУ, 2011. – спецвыпуск № 2, т. 2. – С. 221-228.
3. Бамбуров И.С. Динамика ландшафтов в зоне влияния Куйбышевского водохранилища /И.С. Бамбуров, В.Г. Беспалый, А.И. Викулов и др./ Отв. редакторы В.Г. Беспалый, В.М. Фирсенкова – Санкт-Петербург «Наука», 1991. – 224 с.
4. Бакшеев В. Н. Гидромеханизация в строительстве : учеб. пособие для вузов / В. Н. Бакшеев. - Гриф МО. - М. : АСВ, 2004. - 208 с.
5. Безопасность и экологичность объекта дипломного проекта / учебно-методическое пособие к дипломному проектированию /Сост. Горина Л.Н., Данилина Н.Е., Кувшинова Н.Н., Шайкенова О.В., Шапорева И.Л.- Тольятти: изд-во ТГУ, 2008. - 33с.
6. Блази С., Боровков В.С., Курочкина В.А. Комплексная экологическая безопасность водных объектов на урбанизированных территориях // Экология урбанизированных территорий, 2012. – № 2.
7. Богомолова Т.Г., Курочкина В.А. Загрязнение речных русел на урбанизированных территориях и проблемы их очистки для улучшения экологического состояния водотока // Инженерные изыскания, 2010. – № 10. – С. 56-60.
8. Богомолова Т.Г., Курочкина В.А. Загрязнение речных русел на урбанизированных территориях и инженерные мероприятия по улучшению их экологического состояния // Вестник МГСУ, 2010. – № 4, т. 2. – С. 399-405.
9. Боровков В.С., Курочкина В.А. Роль седиментационных процессов в самоочищении водных объектов // Вестник МГСУ, 2010. – № 4, т. 2. – С. 41-45.

10. Боровков В.С., Курочкина В.А. Миграция тяжелых металлов в растения при их выращивании с использованием сточных вод и загрязненных илов в качестве удобрений //Экология урбанизированных территорий, 2011. – № 2. – С. 51-54

11. Белецкий Б.Ф. Строительные машины и оборудование: Справочное пособие (для производственников, студентов строительных вузов, факультетов и техникумов). Ростов н/Д: Феникс, 2002. – 592 с.

12. Васильев, А.В. Оценка экономической эффективности природоохранной деятельности предприятий : учебно-методическое пособие для экономического обоснования дипломной работы / А. В. Васильев, А. Е. Краснослободцева. – Тольятти : изд-во ТГУ, каф.«МиИЗОС», 2012. – 101 с.

13. Водоотведение : учеб. для студ. сред. спец. заведений / Ю. В. Воронов [и др.] ; под общ. ред. Ю. В. Воронова. - М. : ИНФРА-М, 2007. - 414 с.

14. Воронов Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод : учеб. для вузов / Ю. В. Воронов ; под ред. Ю. В. Воронова. - 5-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - М. : АСВ, 2009. - 760 с.

15. Гарин, В.М. Экология для технических вузов / Под общ. ред. В.М. Гарина. - 2-е изд, доп. и перераб. - Ростов н/Д: Феникс, 2003. - 377 с.

16. ГОСТ 12.0.003-74* ССБТ "Опасные и вредные производственные факторы. Классификация".

17. Дедков А.П., Курбанова С.Г., Мозжерин В.И. О деградации речной сети в Среднем Поволжье и ее причинах // Тр. Академии водохоз. наук. Вып.1. Водохозяйственные проблемы русловедения. — М. — 1995. — с.93—98.

18. Денисова А.И., Тимченко В.М., Новиков Б.И. Гидрология и гидрохимия Днепра и его водохранилищ. – К.: Наук. думка, 1989. – 216 с. 12.

19. Добровольский В. В. Геология: Минералогия, динамическая геология, петрография : учебник для вузов / В. В. Добровольский. - Гриф МО. - М. : Владос, 2001. - 319 с. : ил. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 302-303.

20. Дрогомирецкий И. И. Охрана окружающей среды : экономика и управление : [учеб. пособие для вузов] / И. И. Дрогомирецкий, Е. Л. Кантор. - Ростов н/Д. : Феникс : МарТ, 2010. - 392, [1] с.

21. Иванов И.А. Габионы в мелиорации и дорожном строительстве /И.А. Иванов, С.С. Медведев/ Учебное пособие. – ИД «НоваПринт», Улан-Уде. – 2005.

22. Касьянов А. Е. Гидротехнические мелиорации лесных земель : лекции : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. "Лесное хозяйство" напр. "Лесное хозяйство и ландшафтное строительство" / А. Е. Касьянов. - 2-е изд. ; гриф УМО. - М. : МГУЛ, 2007. - 61 с.

23. Ковальчук И.П. Изменение структуры речных систем и состояния малых рек под влиянием естественных и антропогенных факторов // Водные ресурсы. Том 22. — №3. — 1995. — с. 315—323.

24. Коробкин В. И. Экология : учеб. для вузов / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. - Изд. 11-е, доп. и перераб. ; Гриф МО. - Ростов н/Д. : Феникс, 2006. - 602 с.

25. Короновский Н. В. Геология : учеб. для вузов / Н. В. Короновский, Н. А. Ясаманов. - 3-е изд., стер. ; Гриф УМО. - М. : Академия, 2006. - 446 с.

26. Кузнецов М. С. Эрозия и охрана почв [Электронный ресурс] : учебник / М. С. Кузнецов, Г. П. Глазунов. - 2-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - М. : Изд-во МГУ : КолосС, 2004. - 352 с.

27. Курочкина В.А. Очистка речных русел и использование речных илов в зеленом строительстве // Вестник МГСУ, 2010. – № 4, т. 2. – С. 45-51.

28. Курочкина В.А. Формирование и экологические свойства русловых отложений в водотоках на урбанизированных территориях: Дисс. ...канд. техн. наук. — Москва, 2012.

29. Лапшенков В.С. Природоохранная гидротехника. Учебное пособие. – Новочеркасск, 2005. – 236 с.

30. Лапшенков В.С. Без малых рек нет рек больших. — Ростов-на-Дону. — 1983. — 128 с.

31. Львович А.И. Защита вод от загрязнения. – Л.: Гидрометеоиздат, 1977. – 168с. 9.
32. Матвеев В.И., Соловьева В.В. Саксонов С.В. Озера, пруды и водохранилища Самарской области
33. Мизандронцев И.Б. Химические процессы в донных отложениях водоемов. – Новосибирск: Наука, 1990. – 176 с. 1.
34. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д. Общая гидрология: Учеб. для геогр. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1991. – 368 с. 11.
35. Нормы и критерии оценки загрязненности донных отложений в водных объектах Санкт-Петербурга. Разработан ОАО "Ленморниипроект" по заказу Управления по охране окружающей среды мэрии Санкт-Петербурга. – 1996.
36. Охрана окружающей среды : учеб. для вузов / авт.-сост. А. С. Степановских. - Гриф МО. - М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2001. - 559 с.
37. Передельский, Л.В. Строительная экология / Л.В. Предельский, О.Е. Приходченко; учебное пособие для вузов. - Гриф УМР. – Ростов н/Д: Феникс, 2003. - 315с.
38. Программа мониторинга состояния дна, берегов, изменения морфометрических особенностей, водоохранных зон водных объектов Рязанской области.
39. Сайт компании «Гидрострой»: <http://www.fls-gidrostroy.ru>
40. Сайт НПО ЗЕМСНАРЯД: <http://zemsnariad.ru>
41. Сайт: <http://svyato.info>
42. Сайт группы компаний «Эколайн»: <http://www.ecso.ru/>
43. Страхова Н. А. Экология и природопользование : учеб. пособие / Н. А. Страхова, Е. В. Омельченко. - Ростов н/Д. : Феникс, 2007. - 253 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 250-253.
44. Федеральный портал: <http://www.protown.ru>

45. Чалов Р.С., Чернов А.В. Морфология и динамика русел малых рек России и их антропогенное изменение // Малые реки России. — М. — 1994. — с.66—80.
46. Шагидуллин Р.Р. Формирование системы эколого-аналитического контроля равнинного водохранилища: Дисс. ...канд. техн. наук. — Казань, 2012.
47. Шагидуллин Р.Р. Эколого-аналитический контроль равнинного водохранилища / Р.Р. Шагидуллин. — Казань: Казан. ун-т, 2011. — 336 с.
48. Шагидуллин Р.Р. Методология эколого-аналитического мониторинга и контроля качества вод водохранилищ / Р.Р. Шагидуллин // Журнал экологии и промышленной безопасности. — 2010. — № 2. — С. 98-99.
49. Шайкенова О. В. Мониторинг и регулирование воздействия техногенеза на экологию города : учеб. пособие для вузов по экол. спец. / О. В. Шайкенова. - Тольятти : Форум В, 2001. - 208 с.
50. Шерышева Н. Г. Экология региона : учеб.-метод. пособие / Н. Г. Шерышева ; [науч. ред. Л. Н. Горина] ; ТГУ ; Ин-т экологии Волжского бассейна РАН. - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2008. - 41 с.
51. Экологический бюллетень июль 2012 г. (отв. За выпуск Усатова И.А.) – ФГБУ Приволжское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. – 2012.
52. Яковлев С. В. Комплексное использование водных ресурсов : учеб. пособие для вузов / С. В. Яковлев, И. Г. Губий, И. И. Павлинова. - Изд. 2-е, перераб. и доп. ; Гриф МО. - М. : Высш. шк., 2008. - 383 с.
53. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование/ Под ред. О.П.Мелеховой и Е.И.Егоровой. – М.: «Академия», 2007.
54. Заболотских В.В. Биоиндикация и биотестирование: лабораторный практикум /В.В. Заболотских, Л.В. Нюхтина, О.В. Бынина. – Тольятти: ТГУ, 2011. – 135 с.

55. Зинин А.А., Белоусова Н.В. Гидрохимический словарь. - Л.: Гидрометеоиздат, 1988. - 350 с.

56. Крылов А.В., Романенко А.В., Транквилевский Д.В., Чубирко М.И., Степкин Ю.И. Планктон и экологическое состояние водотоков на разных типах территорий (на примере Воронежской области). Поволжский экологический журнал. 2010. № 1. С. 52 – 61.

57. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов / под ред. В.Н. Митропольского и Ф.Д. Мордухай-Болтовского. – М.: Наука, 1975. – 240 с.

58. Номоконова В. И., Выхристюк Л. А., Тарасова Н. Г. Трофический статус Васильевских озёр в окрестностях г. Тольятти // Известия Самарского научного центра Российской академии наук : журнал. — Самара, 2001. — В. 2. — Т. 3. — С. 274-283.

59. Оксийук, О.П. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши // Гидробиологический журнал. 1993. Т. 29, № 4. С. 62-76.

60. Трифонова И.С. Экология и сукцессия озерного фитопланктона. Л.: «Наука», 1990. 184 с.

61. Чубирко М.И., Мамчик Н.П., Махотин Г.И., Новиков Ю.В. Охрана водных ресурсов: Экологический мониторинг /Под ред.Т.Я.Ашихминой. – М.: Академический проект, 2006.