ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКИЙ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ “РОСБИОТЕХ”

На павах рукописи

Субботина Юлия Михайловна

НАУЧНО - ПРАКТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД В РЫБОВОДНО - БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРУДАХ

Диссертация
на соискание учёной степени доктора биологических наук

4.2.2 – Санитария, гигиена, экология, ветеринарно-санитарная экспертиза и биобезопасность

Научный консультант:
Доктор ветеринарных наук,
Попов П.А.

Москва 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ…….....4
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ…….22
1. ОЧИСТКА И ДЕТОКСИКАЦИЯ СТОЧНЫХ ВОД……..22
1.1 Сточные воды, как фактор загрязнения окружающей среды ……....22
1.2 Способы доочистки и детоксикация сточных вод бактериями и микроводорослями…….48
1.3 Методы очистки сточных вод зоопланктоном…….83
1.4 Технология выращивания рыбы в рыбоводно-биологических прудах….86
1.5 Эффективность переработки птичьего помета в органическое удобрение на птицефабриках……...88
1.6 Очистка и санитарно-гигиеническая подготовка сточных вод на предприятиях молочной промышленности……93
2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ…….108
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ……...113
3.1 Использование микробиоценозов для очистки, детоксикации и обеззараживания сточных вод……113
3.2 Животноводческие стоки……..113
3.3 Птицеводческие стоки……..148
3.4 Сточные воды пищевых предприятий (молочной и мясной промышленности)……....171
3.5 Очистка хозяйственно бытовых, ливневых и других сточных воды…...197
3.6 Способы доочистки сточных вод внесенем ветвистоусых ракообазных ……225
4. Устранени вторичных загрязнений выращиванием рыбопосадочного материала…….228
4.1 Результаты выращивания сеголеток карпа и толстолобика в поликультуре в рыбоводно-биологических прудах……..228

5. Анализ эколого-экономческой эффективности от внедрения сооружений естественно-биологической очистки сточных вод в РБП и преспективность их использования…….....298
ЗАКЛЮЧЕНИЕ……...313
Предложение для практики……316
Список сокращений и условных обозначений.....320
Список литературы ……..……321
Приложение А-Ы……..……...……372

ВВЕДЕНИЕ

Основные проблемы, с которыми сталкивается человечество в последнее время, включают увеличение численности населения, истощение ресурсов и ухудшение качества окружающей среды. Нехватка продовольствия для растущего населения является критической проблемой, с которой сталкивается мир в связи с непредсказуемыми изменениями климатических условий. Индустрия аквакультуры играет важную роль в решении проблемы глобального дефицита продовольствия. Прогнозируется, что доля рыбы, производимой в аквакультуре для потребления человеком, увеличится с 52% (в среднем за период 2016 - 2018 годов) до 58% в 2028 году. Основное негативное воздействие традиционных систем аквакультуры включает воздействие на качество воды и вторичное загрязнение, наносящее серьезный ущерб водным ресурсам. Повышение эффективности рециркуляции воды и сокращение сброса сточных вод являются основными факторами, способствующими устойчивой системе аквакультуры. В настоящем исследовании сравниваются различные технологии очистки сточных вод аквакультуры и их роль в достижении устойчивости.

Установлено, что системы рециркуляции на предприятиях аквакультуры более эффективны в управлении объёмом сточных вод, поскольку в день заменяется только 10% от общего объёма воды, и, следовательно, более экологичны. Построенные системы водно-болотных угодий показали высокую эффективность очистки сточных вод, содержащих соединения азота: удаление NH_4-N составляет 86-98%, а эффективность удаления NO_2-N превышает 99%. Совокупная потребность в энергии RAFT (стропильная система) и MFBS (Система слоёв, заполненных средой) в спаренных системах аквапоники (CAPS) была снижена до 46,8% и 53,2%, что значительно меньше, чем в обычных установках. Исследование использования местной биомассы с низким трофическим уровнем, такой как микроводоросли, в качестве сырья показало, что рыбоводство снижает

воздействие на окружающую среду с дополнительным преимуществом производства биомассы и липидов.

Эффективность сбора водорослей, превышающая 90%, была достигнута благодаря использованию надлежащих коагулянтов в различных установках. Исследование интегрированной мультитрофной аквакультуры, сочетающей кормовую аквакультуру с органической экстрактивной аквакультурой. Показало, что производство моллюсков увеличилось на 20%, а прибыль была более чем на 230% и на 68% больше, чем в монокультурах, изолированных от рыбы и моллюсков. Разработка более эффективных реакторных систем и целостный, интегрированный подход к очистке сточных вод могут обеспечить устойчивые системы аквакультуры, которые помогают поддерживать устойчивость в системе вода - продовольствие – энергия (Tom et al., 2021).

Загрязнение сточных вод и, как следствие ухудшение экологического состояния окружающей среды - это оборотная сторона, активного промышленного и технического прогресса. На сегодняшний день в России и в других странах накопилась обширная информация, свидетельствующая о возрастании загрязнения окружающей среды, прежде всего, водоёмов. Значительная доля в ущербе, который наносится водным объектам, принадлежит хозяйствующим субъектам: животноводческим фермам и комплексам, промышленным предприятиям, химическим производствам.

Ежегодный объем загрязнений, сбрасываемых в поверхностные водоёмы и водотоки животноводческими комплексами, по данным Музыченко Л.А., составлял 1,7 - 2,0 км^3, и 0,6 км^3 из этого количества приходилось на свиноводческие стоки. Лишь четвёртая часть стоков утилизировалась на полях орошения. Остальное количество накапливалось из года в год в хозяйствах, что нередко приводило к залповому сбросу во время паводка и летних ливневых дождей в открытые водоёмы (Овцов и др., 1991; Тарханов, 2006; Смирнова, 2014).

В связи с вышеизложенным, важным представляется разработка и совершенствование методов очистки и утилизации сточных вод, что позволит предотвратить экологическую катастрофу и получить ценный вторичный материал. Это направление является одним из приоритетных с точки зрения охраны окружающей среды. Специалисты – биологи, экологи находятся в постоянном поиске не только новых биологических методов и способов утилизации сточных вод различного генезиса, но и внедрении научных разработок непосредственно в производство (Субботина и др., 2015; Субботина, 2017; Субботина., 2019; Hana I., 2009).

Использование экологически несовершенных технологий в промышленности и сельском хозяйстве, сброс недостаточно очищенных промышленных, коммунальных и сельскохозяйственных стоков, поступление загрязнений с рассредоточенным стоком с водосборных территорий ведут к повсеместному загрязнению водных ресурсов.

В последние десятилетия более актуальней стала проблема «чистой воды», т.е. совершенствование способов охраны водных ресурсов. В первую очередь малых рек и рыбохозяйственных водоёмов, от органического и химического загрязнения с целью сохранения происходящих в них естественных биологических процессов, обеспечивающих качество как поверхностных, так и артезианских и почвенных вод (Субботина, 2015; Субботина, 2017).

Целый ряд международных организаций и правительств в течение последних 10 – 15 лет предпринимают усилия по реализации мер, направленных на предотвращение загрязнения естественных водоёмов, по их защите от загрязнения продуктами человеческой жизнедеятельности. Существенную долю в загрязнение водных объектов в большинстве стран вносят промышленные и сельскохозяйственные объекты, сточные воды которых содержат специфические загрязнения, не удаляемые на сооружениях коммунальной канализации.

Генеральный путь решения проблемы «чистой воды», – снижение органических и токсических нагрузок на реки, водохранилища, рыбохозяйственные водоёмы, где производят естественное и искусственное рыборазведение, путём форсированного строительства очистных сооружений и повышения их эффективности, лимитирования сброса сточных вод сельскохозяйственных и промышленных предприятий, сточных вод хозяйственно-бытового назначения (Субботина, 2012).

Основной целью данного обзорного документа является изучение факторов, влияющих на биологические пруды (ВСП), различных механизмов удаления загрязняющих веществ, различных доступных математических моделей, связанных с прудом, и анализ затрат. Солнечный свет, время гидравлического удержания (HRT), глубина пруда, физико-химические факторы, такие как pH, мутность, DO, температура, влияют на эффективность удаления загрязняющих веществ в прудах Времена года также оказывают большее влияние, поскольку исследователи показали, что эффективность прудов летом выше по сравнению с зимой. Интеграция пруда с другими методами очистки сточных вод может привести к повышению эффективности, и многие страны уже внедрили комбинированные системы очистки сточных вод для получения лучших результатов. энергия (Tom et al., 2021).

WSP, это водоём известны как окислительные пруды или лагуны, в основном представляют собой водоёмы большой или малой глубины, используемые для биологической очистки сточных вод путём взаимодействия солнечного света, бактерий и водорослей.

Обзор современных источников литературы очистка с помощью, биологических прудов предпочтительнее других традиционных методов очистки из-за более высокой эффективности удаления загрязняющих веществ при меньших затратах. В любом биологическом пруду расходы на очистку сточных вод в основном включают капитальные затраты, затраты на

эксплуатацию и техническое обслуживание, а также приобретение земли. Таким образом, оценив эти затраты, можно решить, будет ли проект осуществим или нет. Международный центр водоснабжения и санитарии (IRC) рассматривает биологические пруды (WSP), как наиболее экономически эффективную очистку сточных вод

Эксплуатация и техническое обслуживание WSP играет важную роль в создании эффективной системы очистки. WSP всегда должен быть свободен от нежелательной растительности. В системе серийных прудов, когда анаэробный пруд сбрасывает воду в пустой факультативный пруд, выделяется неприятный запах. Поэтому факультативные пруды следует заполнять до анаэробных прудов, чтобы избежать выделения какого-либо запаха. Факультативные пруды и пруды для созревания следует сначала заполнить пресной водой из реки, озера или колодца.

Очищенные сточные воды WSP могут быть повторно использованы для других целей, таких как сельскохозяйственное использование, полив земель, мойка автомобилей и т.д. Программное обеспечение для моделирования может быть использовано в качестве инструмента, который поможет будущим инженерам и даст им возможность проектировать WSP, которые будут производить сточные воды хорошего качества. Необходимо проводить все больше исследований по возможности повторного использования сточных вод (Tom et al., 2021).

Для многих регионов России характерно загрязнение поверхностных водоёмов на уровне многих десятков ПДК, не редки случаи «высокого» и «экстремально высокого» загрязнения. 36,1% сбрасываемых сточных вод, поступающих в водоёмы и на рельеф — загрязненные (в том числе 7,4% – не подвергнутые очистке). Качество воды в большинстве водных объектов России не отвечает нормативным требованиям. Лишь 12—14% озер и рек России экологически благополучны. (Системный бенчмаркинг

канализования, комплексная оценка и обеспечения безопасности водных источников., 2011; Субботина и др., 2015).

Повсеместно ухудшается качество подземных вод, - 30% которых опасно загрязнены. В водах внутренних и окраинных морей РФ по некоторым видам загрязнителей ПДК устойчиво превышены в 3-5 раз. Бесконтрольный сброс неочищенных стоков способствует эвтрофикации водоёмов, вызывает массовую гибель рыбы в результате отравления её неочищенными сточными водами.

Общий объем пресной воды в мире составляет 2,5% от общего объёма воды на Земле, который оценивается в 1,386 миллиарда км³. Из общего содержания пресной воды только 0,3% находится в жидкой форме на поверхности в виде рек, ручьёв и озер энергия (Tom et al., 2021).

Одной из самых больших проблем, с которыми сталкивается современный мир, является доступность пресной воды и ее очистка после использования человеком. Дождевая вода проникает в землю и сохраняется в виде грунтовых вод, которые играют важную роль в бытовых, коммерческих и промышленных целях энергия (Tom et al., 2021).

Во многих странах реализуется политика, направленная на предотвращение специфических загрязнений посредством применения наилучших доступных технологий, которые характеризуются наименьшими значениями показателей энерго- и ресурсопотребления. Основанием такой политики служит законодательство, устанавливающее требования по применению наилучших доступных технологий, получившее преимущественное распространение в странах Европейского союза, США и других развитых странах (Системный бенчмаркинг канализования, комплексная оценка и обеспечения безопасности водных источников, 2011; Субботина и др., 2015).

Актуальность темы исследований. В настоящее время рациональное использование и сохранение водных ресурсов РФ приобретает

громаднейшее значение, связанное с возрастающим антропогенным воздействием на окружающую среду. Жидкие отходы животноводства, пищевой, перерабатывающей промышленности, серьёзно влияют на качество водных ресурсов, препятствуют сохранению чистоты естественных водоёмов и увеличению рыбных запасов. К решению проблемы «чистой воды» привлечено внимание учёных и специалистов многих стран мира и международных организаций (Смирнова, 2014; Тюрин 1995; Денисов, Смирнов 1996, Егоров, 2021).

Нерешенность вопросов очистки загрязненных сточных вод, объёмы которых продолжают возрастать, усугубляет проблемы достижения целевых показателей качества воды в водных объектах.

Загрязнение сточных вод, и, как следствие, ухудшение экологического состояния окружающей среды - вот оборотная сторона активного промышленного, технического прогресса. Одним из приоритетных направлений инновации в области очистки и санации сточных вод, является разработка наукоемких технологий с обязательным доведением до практического применения полученных разработок. Поиск новых методов и способов очистки и утилизации сточных вод различного генезиса, в биологических прудах различной модификации с помощью агрогидроценозов, с доочисткой на инженерных сооружениях типа «ботаническая площадка» с высшей водной растительности, выращиванием гиацинтов, плодовоовощных культур, зоопланктона и рыбопосадочного материала для зарыбления естественных водоемов. (Кудрявцева, Субботина¸ 2018; Егоров, 2021).

Биологические пруды являются нетрадиционными и одновременно широко распространёнными сооружениями биологической очистки и доочистки сточных вод населённых пунктов, промышленных предприятий, а в последние годы животноводческих комплексов, птицефабрик и

фермерских хозяйств (Калашник, Кириленко 1973; Колтыпин, 1979; Смирнова, 1997; Кудрявцева, Субботина¸ 2018).

По данным ВОЗ, сточная вода, после прохождения через проточные биологические аэробные пруды, освобождается от патогенных микроорганизмов группы Salmonell spp. и Schigell, при этом происходит отмирание микробов группы Escherihia coli, которая составляет 99% по сравнению со сточной водой, входящей в пруды. Сточные воды, прошедшие через пруды очистки, не требуют хлорирования микроводоросли выделяют антибактериальные вещества, это явлении нашло отражение во многих работах отечественных и зарубежных ученых (Доливо-Добровольский, 1984; Доливо-Добровольский и др., 1985; Ярных, 1993; Егоров, 2021).

Существующие и используемые в настоящее время системы очистки и обеззараживания животноводческих стоков трудоёмки в эксплуатации, энергоемки, и не гарантирует получения полностью очищенных и обеззараженных стоков.

Использование рыбоводно-биологических прудов позволяет очистить и обеззаразить сточную воду, и вырастить физиологически полноценный рыбопосадочный материал без затрат на корма, удобрения и строительство дополнительных площадей, тем самым значительно уменьшить себестоимость очистки 1 $м^3$ сточной жидкости.

Степень разработанности темы. Вопросам очистки сточных вод в рыбоводно-биологических прудах посвящены работы отечественных и зарубежных исследователей (Винберг, Сивко, Остапеня. и др., 1966; Доливо-Добровольский, Юрьев, Балтруконис, 1972; Доливо-Добовольский, 1984; Елин, 1984; Доливо-Добовольский, 1987; Федосеев, Макаров, 1988; Овцов, Музыченко, Меркурьев, 1993; Смирнова 1997; Лысенко, Тюрин, и др. 2011; Anwand, 1991; Dobrojan, 2011; Tom, 2021; Mahapatra, Samal, Dash, 2022).

Отечественные специалисты уделяли, основное внимание очистки сточных вод различного генезиса включая хозяйственно бытовые, производственные, и постепенно переходя на очистку животноводческих стоков в первую очередь свиноводческих, а затем птицеводческих (Калашник, Кириленко, 1975; Колтыпин, 1979; Жирков, Терёшина, и др., 1984;. Жирков, Терёшина, и др., 1986; Фокина, 1990; Абрамова, Киричук, и др., 2016; Лысенко, 2021). Одновременно с использование рыбоводно-биологических прудов для очистки хозяйственно бытовых сточных вод было предложено выращивание в последней ступени очистки рыбы (Мейен,1932). Кожокару Т.Т в 1971 году было предложено на полях фильтрации сахарных заводов выращивать рыбопосадочный материал. Калтыпин Ю.А. и Тарасов Е.А. предложили в рыбоводно-биологических прудах выращивать сеголеток карпа (1977). Осокин И.Н., Попов С.Ю., Потоцкий И.В. подтвердили выше перечисленные разработки, а именно для повышения эффективности рыболовства на водоемах сельскохозяйственного назначения использовать пруды биологической очистки. В 1988; Юсупов Р.М., Киселева Т.А. просчитали экономическую эффективность утилизации стоков крупных животноводческих комплексов и подтвердили их экономическую эффективность. Зарубежные исследователи так же внесли определенный вклад в разработку, как биологических прудов, так и альтернативных БОКС пудов, и здесь следует назвать следующих ученых исследователей: Pearson, Howsley, 1980; Yanez,1980; Atanasoff, Haber, Braun 1987; Raften, 1999; Bittmann, Seidel,1990; Tom, Jayakumar, Biju, Somarajan 2021; Ibrahim M.A. Mahapatra, Samal, Dash, 2022.

Цели и задачи. Целью диссертационной работы являлось научно-практическое обоснование процессов очистки сточных вод различного генезиса в рыбоводно-биологических прудах и выращивание

рыбопосадочного материала различного трофического уровня на очищенных животноводческих стоках.

Задач исследования:

1. Разработать и оценить способы очистки и детоксикации сточных вод с помощью агрогидроценозов на биоинженерном сооружении типа «ботаническая площадка».

2. Исследовать процессы очистки и обеззараживания сточных вод высокой органоминеральной загрязнённости компонентами водной экосистемы на примере свиноводческих стоков экспериментального хозяйства ВИЖ «Кленово-Чегодаево», Краснополянской и Михневской птицефабриках.

3. Разработать и апробировать технологию: «Усовершенствованная технология выращивания объектов аквакультуры на биопрудах животноводческих комплексов».

4. Произвести экологическую оценку сточных вод Клинского мясокомбината и очистку хозяйственно-бытовых сточных вод Курьяновской станции аэрации.

5. Изучить вопросы подращивания рыбопосадочного материала в поликультуре в рыбоводно-биологических прудах очистки и унифицировать технологию выращивания рыбопосадочного материала в моно и поликультуре в рыбоводно-биологических прудах (РБП) очистки, включая растительноядных рыб и щуку обыкновенную.

6. Оценить экономическую эффективность очистки сточных вод в рыбоводно-биологических прудах и перспективность их использования.

Научная новизна исследований – новизна разрабатываемой технологии очистки, и обеззараживания сточных вод, определяется предложенной эффективной системой санитарно-гигиенических и экологических методов очистки и детоксикации сточных вод с использованием природоподобной самоочищающей способности водоёмов

компонентами экосистемы с помощью микроценозов, альгоценозов, зооценозов, высшей водной растительности, ихтиоценозов.

Предложенная система интегрирует традиционные методы очистки с инновационными биотехнологическими подходами, максимально используя потенциал природных процессов. В отличие от существующих технологий, ориентированных на узкоспециализированные методы, наша система предлагает комплексный подход, учитывающий синергетическое взаимодействие различных биологических компонентов. Это позволяет достичь более высокой степени очистки от широкого спектра загрязнителей, включая органические соединения, тяжелые металлы, патогенные микроорганизмы и фармацевтические препараты.

Принципиальным отличием является разработка адаптированных микроценозов, альгоценозов и зооценозов, оптимизированных для эффективной деградации специфических загрязнителей, присутствующих в сточных водах. Подбор и культивирование данных биокомпонентов осуществляется с учетом местных климатических условий и характеристик водоема, что обеспечивает их высокую адаптивность и устойчивость к внешним воздействиям. Использование высшей водной растительности и ихтиоценозов способствует дополнительной фильтрации и биологической очистке воды, а также созданию устойчивой и сбалансированной экосистемы.

Кроме того, научная новизна заключается в разработке системы мониторинга и управления, основанной на анализе биоиндикационных показателей, позволяющих оперативно оценивать эффективность очистки и адаптировать параметры системы в режиме реального времени. Это обеспечивает стабильность и надежность процесса очистки, а также минимизирует риски возникновения негативных экологических последствий.

Внедрение предложенной технологии позволит значительно снизить экологическую нагрузку на водные объекты, обеспечить устойчивое водопользование и повысить качество воды в рекреационных зонах. Комплексный подход к очистке и детоксикации сточных вод, основанный на использовании природоподобных механизмов самоочищения, открывает новые перспективы для развития экологически безопасных и экономически эффективных технологий водоподготовки.

Теоретическая и практическая значимость. Аналитический материал и технологические приёмы, разработанные по результатам диссертационной работы, были использованы в разработке методик, схем, ветеринарно-санитарных режимов, усовершенствования технологий и повышения продукционных способностей рыбоводно-биологических прудов.

Разработаны ветеринарно-санитарные правила для оборотного водоснабжения с использованием гидробионтов и рыбы Утверждённые Главным управлением ветеринарии Госагропрома 1996. «Ветеринарно-санитарные правила естественной биологической очистки животноводческих стоков при подготовке их для орошения и рыборазведения»

Уточнены технологические приёмы, при которых наблюдается ускоренное отмирание бактерий E.coli.

Изучена выживаемость условно-патогенной и санитарно-показательной микрофлоры под влиянием альгологического комплекса микроводорослей

Усовершенствованы технологические и ветеринарно-санитарные режимы использования ассоциации микроводорослей, ракообразных и рыбы для оптимизации процессов очистки и обеззараживания стоков в биопрудах различной модификации

Разработана и внедрена углублённая доочистка свиноводческих стоков на ботанической площадке с высшей водной растительностью (рогозом и тростником) «Способ очистки сточных вод животноводческих комплексов,

ферм и птицефабрик с помощью адаптированного комплекса микроводорослей, высшей водной растительности, зоопланктона и рыбы».

Усовершенствована методология эксплуатации классических рыбоводно-биологических прудов, путём введения биоинженерного сооружения типа “ ботаническая площадка”, что позволило ускорить процесс очистки и обеззараживания сточных вод Меркурьев В.С. Субботина Ю.М. «Способ очистки стоков» А.С. № 1837050.

Разработаны рекомендации «Метод очистки животноводческих стоков в рыбоводно-биологических прудах с использованием поликультуры рыб»

Разработана «Усовершенствованная технология выращивания объектов аквакультуры на биопрудах животноводческих комплексов». Патент на изобретение PV № 2140735. Технология позволяет выращивать в последней ступени биологических прудов не только карпа, но и гибрида карпа с карасём, а также белого и пёстрого толстолобика, и их гибридов.

Разработана «Унифицированная технология выращивания рыбопосадочного материала различного трофического уровня в рыбоводно - биологических прудах на очищенных и обеззараженных животноводческих стоках».

Предложена новая схема расположения биологических прудов очистки и площадки с высшей водной растительностью, произведена ее конкретная модификация: Патент на изобретение PV № 2140735.

Разработана «Технология выращивания молоди щуки в рыбоводно-биологических прудах очистки» Патент на изобретение PV № 2024103081

Методология и методы диссертационного исследования. Теоретические и практические исследования, поведенные в основываются на современных новациях отечественных и зарубежных учёных, направленных на улучшение степени очистки сточных вод различного происхождения. Сохранения водных источников, грунтовых вод и в целом окружающей среды.

В работе использовались общепринятые и современные методы гидробиологических, ботанических, микробиологических, санитарно-гигиенических, исследований. использовались методы ветеринарно-санитарной экспертизы, методы ихтиологических исследований, а также статистки в соответствии с требованиям национальных и международных стандартов.

Положения, выносимые на защиту:

1. Результаты оценки способов очистки и детоксикации сточных вод с помощью агрогидроценозов на биоинженерном сооружении типа «ботаническая площадка».

2. Результаты процессов очистки и обеззараживания сточных вод высокой органоминеральной загрязнённости компонентами водной экосистемы свиноводческих стоков в экспериментальном свиноводческом хозяйстве «Клёново-Чегодаево» Московской области, Краснополянской и Михневской птицефабрик.

3. Результаты экологической оценки сточных вод Клинского мясокомбината и очистка хозяйственно-бытовых сточных вод Курьяновской станции аэрации, а так же степень детоксикации радиоактивных примесей в сточных водах с помощью альгологического комплекса микроводорослей.

4. Результаты апробированной и разработанной технологии: «Усовершенствованная технология выращивания объектов аквакультуры на биопрудах животноводческих комплексов».

5. Результаты подращивания рыбопосадочного материала в поликультуре в рыбоводно-биологических прудах очистки и унифицировать технологию выращивания рыбопосадочного материала в моно и поликультуре в рыбоводно-биологических прудах (РБП) очистки, включая щуку обыкновенную.

6. Результаты экономической оценки эффективности очистки сточных вод в рыбоводно-биологических прудах и перспективность их использования.

Предмет исследований – являются сточные воды различного генезиса: животноводческие, птицеводческие, хозяйственно бытовые сточные воды, сточные воды пищевой промышленности (мясокомбината), ливневые сточные воды и другие сточные воды.

Объектом исследования – являются животноводческие и перерабатывающие предприятия (сбрасывающие сточные воды) занимающейся утилизацией очисткой сточных вод.

Степень достоверности результатов диссертации

Оценка достоверности результатов исследования обеспечивается применением апробированных методов, лабораторных, полевых и молекулярно- микроскопически исследований, статистической обработки, а также математического моделирования. Диссертационная работа проверена ФГБУ «Российская Государственная библиотека» уникальность текста в проверенной диссертации составляет 91,4%, некорректных заимствований не выявлено.

Апробация работы. Материалы диссертации доложены и обсуждены на Всероссийских и Международных конкурсах. Основные положения диссертационной работы доложены на расширенном заседании в институте ветеринарии, ветеринарно-санитарной экспертизы и агробезопасности в 2023 - 2024 г.г, а так же в секции зоотехния и ветеринарии Отделения сельскохозяйственных наук РАН г. Москва в 1991-1993г.г; секциях «Свиноводство», «Рыбоводство»; Отделения Зоотехнии РАСХН.

- IV-ой Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы ветеринарной медицины и ветеринарно - санитарного контроля сельскохозяйственной продукции Москва 2002 г.

Международном Экофоруме «Формирование системы экологической безопасности регионов в условия динамичного развития экономики», г. Липецк 2010 г;

На VIII - IX-ом Международном с форуме студентов РАЕН. European student scientific journal «Студенческом научном форуме 2016 г, 2017 г».

Международной научной экологической конференции «Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности» – Краснодар, 2018.

Всероссийской научной практической конференции с международным участием ВНИИР, РГСУ, МГИМО. М.:2018 г. «Инновационные решения для повышения эффективности аквакультуры». – Москва : РГСУ. 2019 (5 февраля 2019 года).

Всероссийской научно-практической конференции 4 февраля 2020 Рамках в выставки ВДНХ и АГОФАРМ 2020 «Актуальны ресурсосберегающие системы аквакультуры»

Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Перспективные технологии аквакультуры» 18 мая 2021 г МВЦ «Крокус-Экспо» в рамках выставки АГРОС.

Всероссийская научно-практическая конференциям с международным участием «Актуальные проблемы ветеринарной медицины ветеринарно-санитарного контроля и биологической безопасности сельскохозяйственной продукции под девизом «Здоровое животное - безопасная пища - здоровый человек» 07 – 08 апреля 2021 года

На XI Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны» 24 - 25 ноября 2022 г - Санкт-Петербург, 2022 - С. 219 - 220.

Научно-практическая конференция с международным участием «Актуальные проблемы ветеринарной медицины, ветеринарно-санитарной экспертизы и биологической безопасности сельскохозяйственной

продукции» под девизом «Здоровое животное - безопасная пища - здоровый человек». 6 - 7 апреля 2023 года.

Основные положения и результаты исследований рассмотрены на расширенном заседании кафедры «Ветеринарно-санитарной экспертизы и биологической безопасности» и на учёном совете Института ветеринарии, ветеринарно-санитарной экспертизы и агробезопасности ФГБОУ ВО Российского биотехнологического университета «РОСБИОТЕХ» 19 ноября 2024 г. выписка из протокола № 5.

Публикации.

Автором по теме диссертации опубликовано: более 200 научных работ, 2 из которых – в изданиях входящих в базы данных Scopus, 41 статья напечатаны – в журналах, включенных в перечень ВАК, из них 28 статьей напечатаны в журналах ВАК по специальности 4.2.2 - Санитария, гигиена, экология, ветеринарно-санитарная экспертиза. В пяти монографиях, пяти технологиях, - и учебно-методических пособиях, шесть из которых утверждены Отделением сельскохозяйственных наук РАН, в двух патентах, в одном изобретении, семи англоязычных изданиях, в одной концепции, 13 - ти учебных практикумов по читаемым дисциплина, 28 - ми рабочим программам.

Благодарности. Автор выражает искрению признательность сотрудникам ВНИИСВ ВНПО «Прогресс»: зав. лабораторией инженерных сооружений ВНПО «Прогресс» д.т.н. В.С. Меркурьеву сотрудникам ГНУ ВНИИР: директору, профессору д.с-х.н. Г.Е. Серветнику, сотрудникам очистных сооружений и директору э/х «Кленово-Чегодаево» д.э.н. В.Н. Виноградову за предоставленную базу для экспериментов. Отдельная благодарность научному консультанту д.в.н. П.А. Попову руководителю ВНИИВСГЭ. Академику ИВСВСЭиА Уше Б.В., а также соавтору многих научных исследований академику РАЕН МГУПП д.в.н. профессору И.Р. Смирновой, зав. кафедрой ветеринарно-санитарной экспертизы и

биологической безопасности д.б.н. Абдуллаевой А.М., научному консультанту д.б.н. профессору кафедры Зоология ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева Прониной Г.И., а также всем коллегам поддерживающих автора при выполнение экспериментальных работ по теме диссертации и подготовке совместных публикаций.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. ОЧИСТКА И ДЕТОКСИКАЦИЯ СТОЧНЫХ ВОД

1.1 Сточные воды, как фактор загрязнения окружающей среды

Одной из важнейших технических, эколого-биологических и социальных проблем в последние годы является загрязнение естественных водоёмов. Эвтрофирования естественных водоисточников. Эвтрофикация в настоящее время считается одним из самых отрицательных процессов в экологии водоёмов. Как было сказано выше, она вызывается сбросом в водоём различных категорий неочищенных сточных вод высокой органоминеральной загрязнённости. Вследствие попадания в водоёмы сточных вод количество общего азота и фосфора в водоёмах возрастает, что приводит к усиленному развитию фитопланктона и зоопланктона и нарушению естественного равновесия между формированием биомассы и её распадом (Субботина, 1993; Смирнова, 1997; Субботина, Кузнецова, РГСУ, 2010; Кудрявцева, Субботина, 2018; Субботина, 2023).

По гидрохимическому составу воды свиноводческих комплексов отличаются высокой концентрацией органического вещества. Отмечается высокое биологическое потребление кислорода ($БПК_5$) в сточных водах от свиней, которая находиться на уровне 19850 мг/л. Количество биогенных элементов, поступающих водоём с поверхностными грунтовыми стоками составляет по азоту 10 - 20% по фосфору 1-5% от их содержания в навозе. И в таком биохимическом состоянии вносится в почву, в качестве удобрения (Системный бенчмаркинг канализования, комплексная оценка и обеспечения безопасности водных источников, 2011; Смирнова, Субботина, 1991; Субботина, 1993; Смирнова, 1997; 1991; Субботина, 2011; Субботина, 2013; Кудрявцева, Субботина, 2018; Advanced Biotechnologies - Achievements and Prospect., 2022).

По данным английских учёных количество стоков от одного скотного двора на 10 тысяч голов крупного рогатого скота эквивалентно сбросу сточных вод от города со 160 тысячным населением (Смирнова, 1997; Aubbot W.E., 1968; Advanced Biotechnologies - Achievements and Prospect., 2022).

Второй причиной, которая ограничивает возможность рекреационного использования водоёмов, является возрастающее бактериальное загрязнение. Имеются многочисленные данные о загрязнении почвы, воды и растений патогенными микроорганизмами в районах расположения животноводческих комплексов. Загрязнение окружающей природной среды вокруг комплексов молочных ферм, птицефабрик происходит практически на всех стадиях удаления, транспортировки, хранения и использования навоза (Буковская, 1974; Субботина, Терёшина, 1990; Субботина, 1993; Смирнова, 1997; Advanced Biotechnologies - Achievements and Prospect., 2022).

По данным специалистов ВИГИСа в «жидком свином навозе яйца аскарид, сохраняют жизнеспособность до 12 - 15 месяцев, в коровьем навозе в течение 6-7 месяцев. Вирус ящура в жидком навозе сохранял способность вызывать заболевания подопытных животных в летнее время в течение 42 суток, в замершем навозе до 192 суток» (Субботина 1993; Смирнова, 1997; Abbot 1968; Advanced Biotechnologies - Achievements and Prospect., 2022).

В других случаях, по данным тех же авторов, титр кишечной палочки может повышаться в 21,5% всех исследуемых проб воды. Из патогенных бактерий в сточных водах встречались шигеллы, сальмонеллы, яйца и личинки гельминтов, а также другие патогенные микроорганизмы и даже вирусы. Данная статистика, однозначно указывает на усиление водных условий возникновения различных инфекций, в частности, гепатитов, энтеровирусных заболеваний, дизентерии. В связи с этим следует осуществлять ряд реабилитационных и санитарно-гигиенических мер, способствующих очищению водных объектов. Важнейшим условием служит

профилактическое очищение стоков сточных вод, и затем прекращение выброса стоков в водные объекты.

Сточные воды являются опасными в гигиеническом и санитарном отношении. В этой связи, вопрос очистки и грамотное применение стоков является особенно актуальным и насущным с точки зрения охраны окружающей среды и предотвращения отрицательного воздействия на здоровье людей (Субботина, Кудрявцева, 2018; Смирнова, 1997; Крылов, 2007).

Мнение экспертов заключается в том, что животноводческие фермы по степени воздействия на экологическую ситуацию сравнимы с фермами высокого класса опасности. В этой связи, недалеко от животноводческих ферм и навозоочистных и канализационных очистных сооружений происходит загрязнение водной и воздушной среды. Негативные воздействия усугубляются наличием свалок навоза и жидких отходов в процессе полива и вывозе отходов подвижными транспортными средствами (Буркутский, Субботина, 2008).

В процессе орошения в атмосферу выделяются и расходятся на большую территорию от 3 до 10 км различные газы, такие как индол, сероводород, аммиак, скатол, метан, углекислый газ и ряд иных. Кроме того, распространяются и различные микроорганизмы.

В стоках в период половодья увеличивается объём водномигрирующих органических веществ, карбонатных солей, калия, фосфатов, ионов натрия, аммония и прочее.

Все эти далеко не полные данные наглядно свидетельствуют о возрастании водного фактора в этиологии возникновения инфекционных заболеваний (дизентерии, гепатита, энтеровирусных инфекций). Отмеченное явление диктует необходимость проведения санитарно-гигиенических, мелиоративных, и других мероприятий, которые, в конечном счёте, привели бы к очищению водоёмов. Существенным из них является предварительная

очистка сточных вод и в дальнейшем полное прекращение сброса загрязненных вод в водоёмы (Овцов и др., 1991; Субботина, 1993; Смирнова, 1997).

Санитарно-гигиеническая опасность, которую представляют собой сточные воды, делает проблему обеззараживания и рационального использования жидкого навоза, чрезвычайно важной и актуальной в плане охраны окружающей среды и предупреждения неблагоприятного влияния на здоровье человека (Смирнова, 1997; Крылов, 2007; Субботина, Кудрявцева, 2018).

Отходы животноводства не следует считать никому не нужными отходами жизнедеятельности. Необходимо относиться к навозу и стокам, как источнику энергии, способными производить белковые вещества в виде зоопланктона и рыбопосадочного материала. Поэтому сточные воды следует использовать рационально и грамотно. Прежде всего, они могут способствовать повышению уровня урожайности различных культур, помогать процессу восстановления почвенного плодородия, который постепенно разрушается вследствие деятельности людей. Также применение рыбоводно-биологических прудов будет способствовать получению значительного объёма белков, которые содержатся, в водорослях, зоопланктоне и прежде всего в рыбе. Это подтверждается экспериментальными исследованиями, и что очистка и дезинфекция, осуществляемая водорослями, зоопланктоном и рыбой, будет, имеет положительную динамику плюс, полученный рыбопосадочного материала выращенный в рыбоводно-биологических прудах с использованием сточных вод со свиноферм и крупных комплексов (Субботина, Терёшина, 1990; Крылов, 2007; Субботина и др., 2015).

Качественное состояние водных ресурсов напрямую зависит от техногенной нагрузки на водные объекты и от уровня очистки использованной воды по бассейнам рек и бассейновым округам. Общее

состояние в области очистки сточных вод перед сбросом в водные объекты признается неудовлетворительным (Субботина, РГСУ, 2013).

Продолжает представлять опасность для здоровья человека всё возрастающий фактор микробного загрязнения воды в водных объектах. Основными причинами создавшегося неудовлетворительного положения с загрязнением воды водных объектов являются состояние сточных вод, сбрасываемых в различные водоёмы. В водные объекты Российской Федерации сбрасывается до 52 км^3/год сточных вод, из которых 19,2 км^3/год, или 36,9% являются неочищенными. Нельзя не учитывать то, что недостаточно очищенные сточные воды могут представлять в ряде случаев не меньшую опасность, чем сбрасываемые без очистки (Субботина., 2015).

К числу причин эвтрофирования водных источников, по мнению многих исследователей, относится сброс недостаточно очищенных сточных вод, слабый производственный контроль; неудовлетворительная эксплуатация морально и физически устаревших и несоответствующих по своей мощности и объёму сброса сточных вод очистных сооружений. Практически более 8000 очистных сооружений требуют реконструкции в целях более совершенной очистки сточных вод (Субботина., 2015).

Известно, что состояние водных ресурсов в значительной мере зависит от уровня очистки сбрасываемых сточных вод. Сточные воды – это воды, сброс которых в водные объекты осуществляется после их использования или сток которых осуществляется с загрязненной территории (ГОСТ 17.1.1.01.-77 Охрана природы. Гидросфера…, Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в РФ в 2009, 2015, 2021 г.г. (Субботина, 2015; Субботина, 2022).

Сточные воды, сбрасываемые в водный объект, различаются по происхождению:

- хозяйственно — бытовые;

- производственные;

- смешанные — хозяйственно-бытовые плюс производственные;

- воды охлаждения (охлаждающие воды);

- ливневые воды.

Очистка сточных вод представляет собой процесс, обеспечивающий соответствие состава сточной воды установленным требованиям к ее качеству. Выделяют три типа очистки.

1. Механическая (первичная);
2. Биологическая (вторичная);
3. Физико — химическая (третичная) (Субботина, 5 (58) 2012).

Механическая очистка сточных вод – это простое механическое отделение сточных вод от твёрдых или осаждаемых веществ в сточных водах без биологического воздействия.

Биологическая очистка сточных вод - это очистка отфильтрованных сточных вод, искусственно регулированными биологическими процессами с помощью организмов (обычно это микроорганизмы, водоросли, высшая водная растительность, зоопланктон и очень редко рыба).

Некоторые методы биологической очистки, такие как капельный фильтр (TF), вращающийся биологический контактор (RBC) искусственные водно-болотные угодья (CW), анаэробный реактор, стабилизационный пруд, последовательный реактор периодического действия (SBR) и т. д., используются для очистки сточных вод (Tom et al., 2021).

Все вышеперечисленные методы эффективны при удалении отходов; WSP являются наиболее эффективными, поскольку решают все проблемы, с которыми сталкиваются другие методы очистки. В случае RBC используются круглые вращающиеся диски, установленные на валу, для вращения которых требуется мощность или энергия. В случае TF существуют высокие затраты на техническое обслуживание и эксплуатацию механизмов роторного распределителя, высокая вероятность засорения и вероятность

возникновения проблем с запахом. При ХО сбор растений и их утилизация также является утомительной работой (Tom et al., 2021).

Все эти проблемы решаются в случае WSP, поскольку они не требуют дополнительной мощности или энергии для работы, что снижает стоимость проекта. Никакого технического обслуживания не требуется, поскольку он не содержит механических частей и не имеет проблем с засорением и запахом. Это естественный процесс, не вызывающий абсолютно никакого загрязнения, поэтому он стал наиболее эффективным и экономичным способом очистки сточных вод (рис.1).

Рисунок 1 - Пруд-стабилизатор бытовых и промышленных отходов при очистке сточных вод

Физико-химическая очистка сточных вод - основана на использовании специальных методов (микрофильтрования, фильтрация, химические процессы) для повышения эффективности биологической очистки в целях удаления биогенных и минеральных веществ. При этом надо учитывать другие виды очистки сточных вод.

Почвенная очистка сточных вод – сброс сточных вод на поля фильтрации или земледельческие поля орошения.

Прудовая очистка сточных вод – сброс сточных вод в биологические пруды очистки различной модификации.

По классификации принятой по форме № 2 – (водхоз), различают три категории сточных вод (рис 2), поступающих в поверхностные водные объекты:

- нормативно чистые – не требующие очистки;

- нормативно очищенные:

К нормативно – чистым (не требующим очистки) сточным водам относятся все виды производственных и коммунальных стоков, которые, поступая без очистки в природные водные объекты, не ухудшают качеств воды водного объекта в заданном участке.

- загрязненные, подразделяемые на: загрязненные - это недостаточно очищенные и загрязненные – сбрасываемые без очистки (рис. 2); (Субботина, 5 (58) 2012).

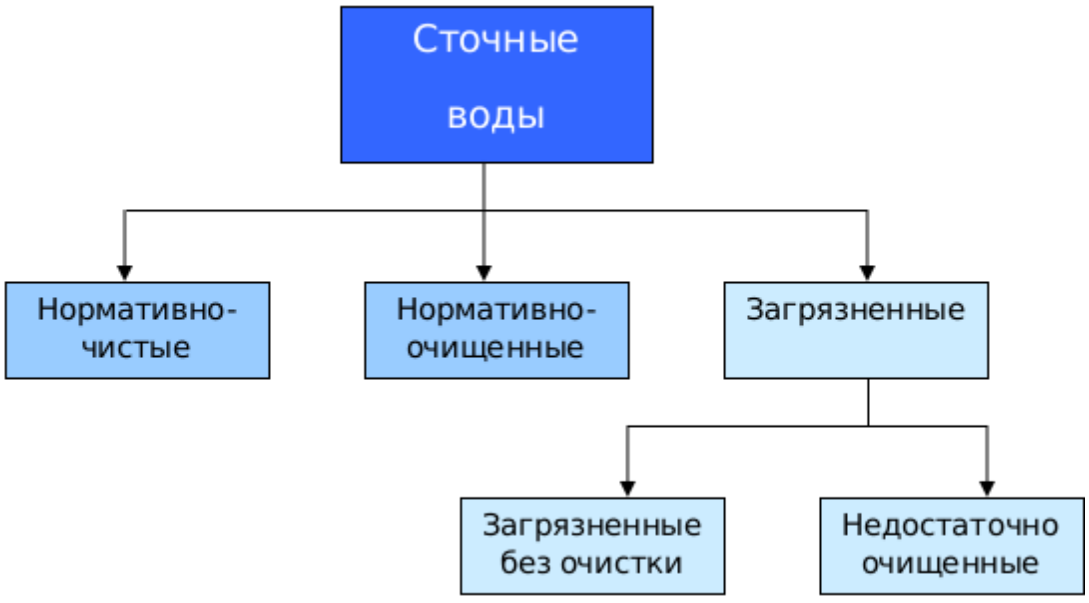


Рисунок 2 - Категории сточных вод по степени очистки (Субботина, 2012)

К нормативно – чистым (не требующим очистки) сточным водам относятся все виды производственных и коммунальных стоков, которые, поступая без очистки в природные водные объекты, не ухудшают качеств воды водного объекта в заданном участке.

Биологические пруды - WSP работают за счёт взаимодействия солнечного света с водорослями и бактериями, что помогает сделать эту технологию экономически эффективной, поскольку потребность в энергии

удовлетворяется естественным путём. Водоросли в дальнейшем можно использовать для создания биотоплива, корма для животных, растительного масла, в качестве источника энергии и т. д. (Tom et al., 2021).

Очистка с помощью прудов не только помогает обеспечить устойчивую и эффективную очистку сточных вод, но также способствует производству экологически чистой и возобновляемой энергии, Выбросы парниковых газов меньше по сравнению с другими традиционными методами очистки. WSP обычно строится в районах, где земля легко доступна, и используется для первичной очистки сильных или третичной очистки бытовых сточных вод . (Tom et al., 2021)

Основной целью данного обзора является изучение факторов, влияющих на ПОБВ, различных механизмов удаления загрязняющих веществ, различных доступных математических моделей, связанных с прудом, и анализа затрат. Солнечный свет, время гидравлического удержания (HRT), глубина пруда, физико-химические факторы, такие как pH, мутность, DO, температура, влияют на эффективность удаления загрязняющих веществ в прудах Сезоны также оказывают большее влияние, поскольку исследователи показали, что эффективность прудов летом выше, чем зимой. Интеграция пруда с другими методами очистки сточных вод может привести к повышению эффективности, и многие страны уже внедрили комбинированные системы очистки сточных вод для получения лучших результатов. (Tom et al., 2021).

Сточные воды (включая залповые сбросы сточных вод) с содержанием загрязняющих веществ выше их значений и утверждённых НДС, относятся загрязненным сточным водам, и те, которые сбрасываются после недостаточной очистки или вообще без очистки. В объем таких вод не входят сточные воды, направляемые на поля фильтрации, в искусственные или естественные накопители, а это, прежде всего все сточные воды сельскохозяйственного производства, а также сточные воды небольших

населённых пунктов, санаториев лагерей детского отдыха, туберкулёзных санаториев, домов отдыха и другие (Субботина, 5 (58) 2012).

По статистическим данным общий объем сточных вод, требующих очистки, составил:

- 2006 году – 19,6 млрд. $м^3$;
- 2007 году – 19,2 млрд. $м^3$;
- 2008 году – 19,1 млрд. $м^3$;
- 2009 году – 20,31 млрд. $м^3$.

Величина недостаточно очищенных сточных вод изменялась от 14,3 млрд.$м^3$ в 2006 году до 12,7 млрд.$м^3$ в 2009 году. Загрязнённые сточные воды, сброшенные без какой-либо очистки, как в 2006 году, так и в 2009 году были на уровне 3,2 и 3,5 млрд.$м^3$ соответственно (Системный бенчмаркинг канализования, комплексная оценка и обеспечения безопасности водных источников, 2011; Субботина, 5 (85) 2012).

Согласно форме «2-тп (водхоз), к недостаточно очищенным сточным водам относятся воды, которые прошли очистку, но степень этой очистки не соответствует НДС (Моррдухай-Болотовский, Ривьер, 1987; Субботина, 2001; Смирнова, 2001; Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в РФ В 2009 г., Субботина, 5 (58) 2012; Субботина , РГСУ, 2013; Субботина, Кутковский, 2015).

При рассмотрении сброса сточных вод в динамике мы наблюдаем, что в 1990 году в водные объекты страны было сброшено 27,8 млрд.$м^3$ загрязненных сточных вод (37%) от всего объёма водоотведения в водные источники), в 1995 году – 24,5(41%), в 2000 году – 20,3 (36%), 2003 году – 19,0 (36,0%), 2004 году – 18,6 (36%), 2005 году – 17,7 (35%), 2006 году– 17,5 (34%), 2007 году – 17,2 (33%), 2008 году – 17,1 (32%) и заметно ниже на 1,3 млрд.$м^3$, 2009 году – 15,8 млрд.$м^3$ (29%) (Системный бенчмаркинг канализования…СПб: 2011; Субботина, РГСУ, 2013).

Из данных приведённых в таблице 1 видно, что по показателю «недостаточно очищенные» выделяются города Челябинск, Омск, Екатеринбург, Волгоград и Москва (Системный бенчмаркинг канализования, комплексная оценка и обеспечения безопасности водных источников., 2011; Субботина, 2015).

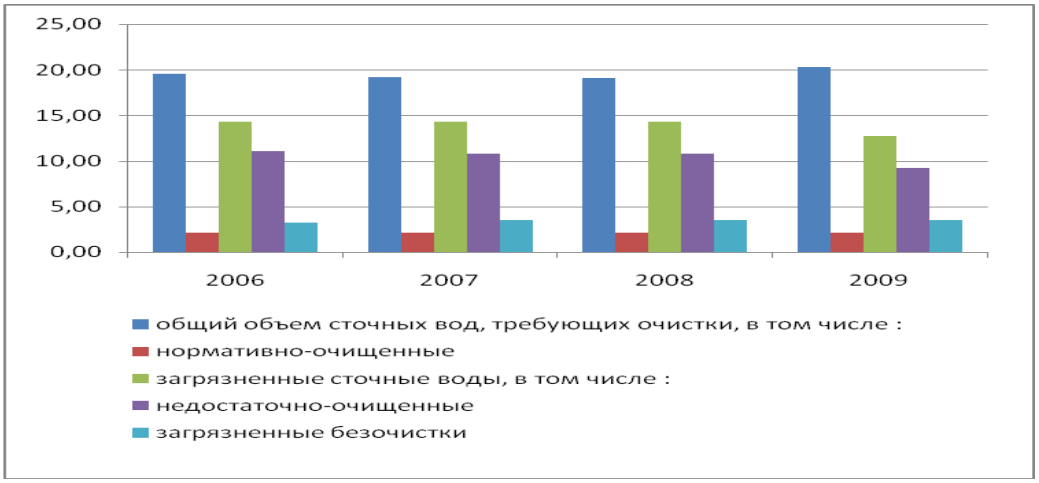


Рисунок 3 - Сброс различных видов сточных вод в поверхностные природные объекты

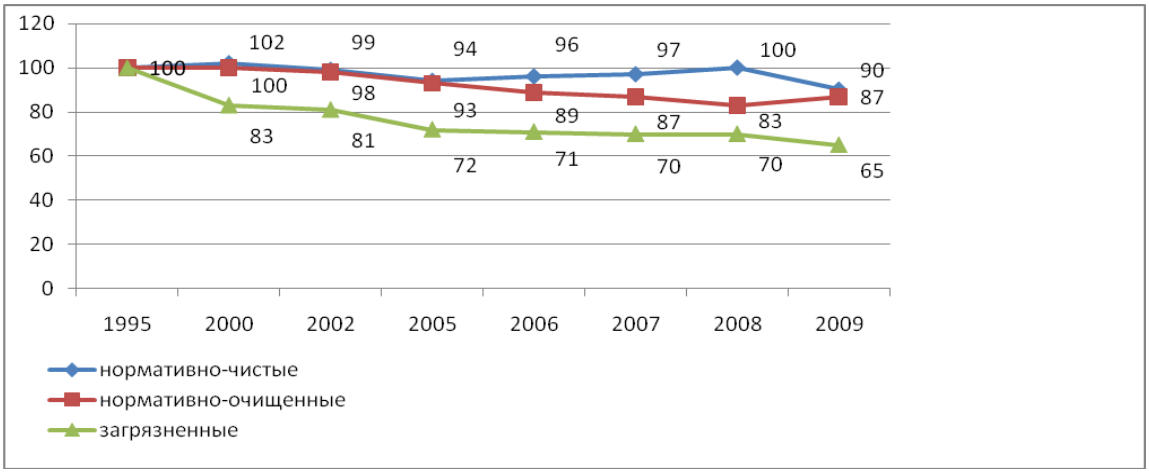


Рисунок 4 - Динамика сброса сточных вод в природные водные объекты в России (Субботина, 2012)

Каждый второй россиянин пьёт воду, не соответствующую гигиеническим требованиям. Почти 30% поверхностных водоёмов,

используемых в стране для питьевого водоснабжения, не соответствуют гигиеническим нормам. В ряде субъектов Федерации эта доля на много выше допустимой (Системный бенчмаркинг канализования…, 2011; Яблоков, 2011; Субботина, 5 (83) 2012; Субботина, 2013).

Обнадёживающие результаты были получены по статистическим данным, наконец, 2010 года. В качестве положительного примера снижения сброса загрязненных сточных вод можно привести ГУП водоканал Санкт – Петербурга у которого 93% сточных вод, поступающих в систему коммунальной канализации, проходят очистку (в 2008 году-85%) (рис. 5) (Субботина, 2012).

Рисунок 5 - Динамика использования водопроводной воды и сброса загрязненных сточных вод в Российской Федерации (Субботина, 5 (83) 2012)

В Каспийском бассейне, как и в 2008 году, сброшено в поверхностные воды 43% всех загрязненных сточных вод страны. Основной объем водоотведения загрязненных сточных вод приходиться на основную водную артерию России – реку Волгу и её притоки - 90% сброса загрязненных сточных вод от соответствующих объёмов в Каспийском бассейне.

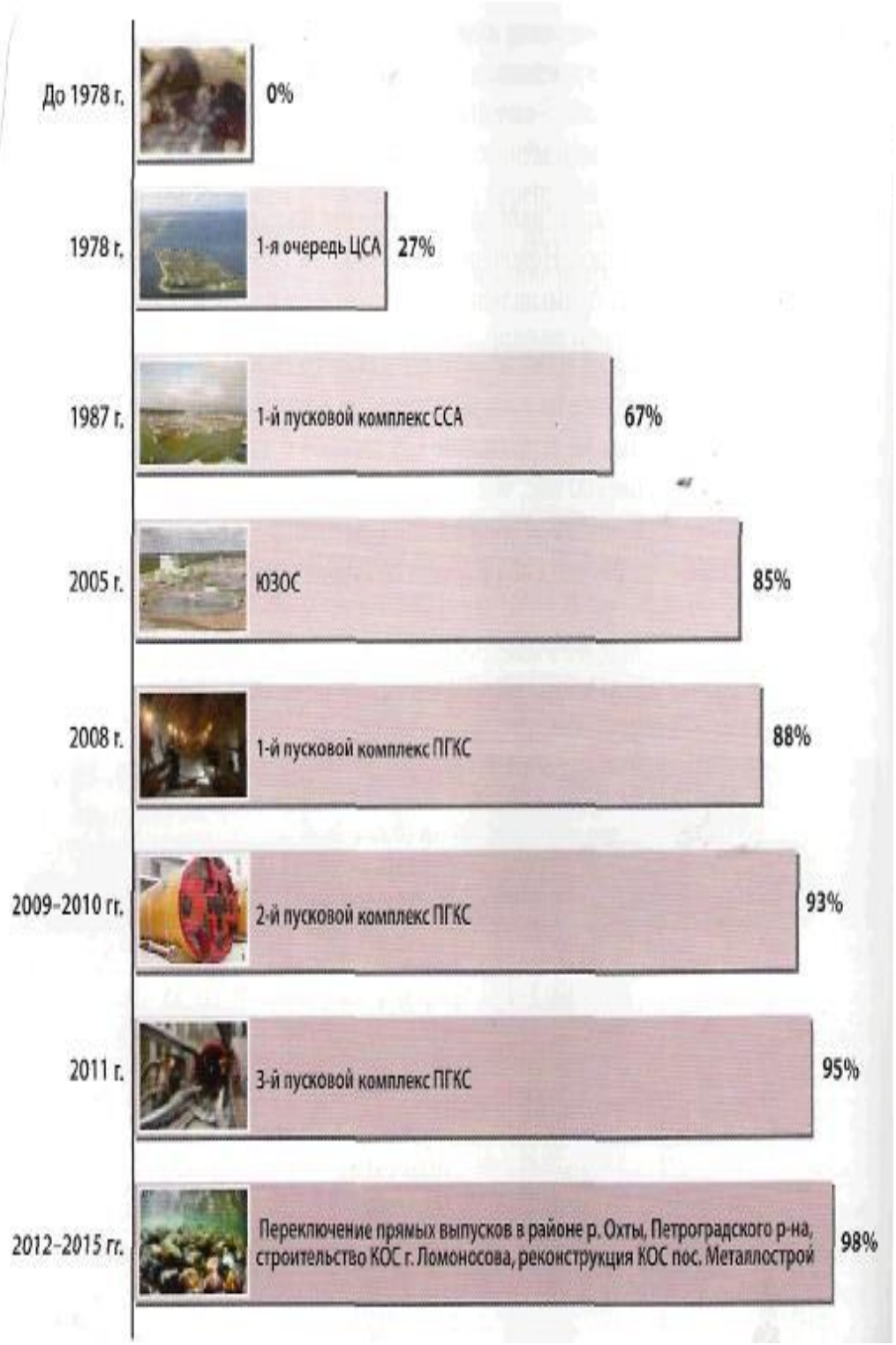


Рисунок 6 – Динамика увеличения процента очистки сточных вод водоканала, Санкт – Петербурга (Системный бенчмаркинг канализования…СПб: 2011; Субботина Ю.М., 5(83) 2012)

В 2009 году объем сброса загрязненных сточных вод в р. Волга составил 7151 мил. $м^3$ (рис.6) (Системный бенчмаркинг канализированя…

СПб: 2011; Субботина, 5(83) 2012; Колодий, Розумная, 2011; Субботина, 2013).

В бассейне р. Москвы сосредоточен массированный сброс загрязненных сточных вод, который составляет более четверти загрязненных стоков в бассейне Каспия. Карский бассейн по объёму сброса загрязненных сточных вод занимает 2-е место – 22,6: в 2008 году и 22,1% в 2009 году;

Таблица 1 – Сброс сточных вод в поверхностные водные объекты по крупным городам России в 2008-2009 г.г. (все водопользователи, включая объекты ЖКХ, промышленности и прочих водопользователей) (Системный бенчмаркинг канализования…СПб, 2011; Субботина 5 (58) 2012)

Крупные города России	**Численность населения**	**Общий объем сброшенных сточных вод, млн м^3**	**Загрязненные недостаточно очищенные сточные воды, % к общему объему**
1	**2**	**3**	**4**
Москва	10562000	2290,8/2126,4	72,0/73,5
Санкт-Петербург	4613800	1312,03/1232,3	55,7/58,7
Новосибирск	1409137	581,9/546,1	55,2/4,8
Нижний Новгород	1278803	651,1/671,0	34,6/31,0
Екатеринбург	1383700	239,8/226,1	91,95/93,9
Казань	1138823	267,0251,8	75,1/77,7
Омск	1134000	19190,7/190,1	90,5/90,3
Волгоград	1014933	158,5/145,3	81,32/86,78
Самара	1134000	358,7/339,9	63,89/62,19
Уфа	1062300	288,9/289,7	52,54/53,95
Челябинск	1130300	229,7/210,9	97,73/99,85

3-е место занимает, как было отмечено в статистическом сборнике бассейн Балтийского моря – 10,9% в 2008 году и 11,3% в 2009 году от объёма загрязненных сточных вод в целом по России. В таблице 2 приведены 4-основные показатели водопотребления и водоотведения по России за 1980-2009 годы.

4-е, общий объем сточных вод и загрязненных сточных вод, сброшенных в водные объекты, 2009 году снизился по сравнению с 2008 годом с 52,1 до 47, 7 км^3 и с 17,1 до 15,9 км^3 соответственно. В то же время объем нормативно-очищенных вод - 2,04 км^3, сохраняется фактически на уровне 2007-2008 годов (Системный бенчмаркинг канализования, комплексная оценка и обеспечения безопасности водных источников…. СПб, 2011]).

Подводя итоги выше сказанному, следует ещё раз подчеркнуть, что по прежнему, не наблюдается ожидаемого снижения уровня загрязнённости поверхностных вод России. Основными причинами этого продолжают оставаться:

- снижение эффективности работы очистных сооружений;

- строительство в водоохранных зонах несанкционированных объектов;

- увеличение объёма трансграничного переноса загрязняющих веществ, роста аварийности в нефтегазовом комплексе и на объектах ЖКХ;

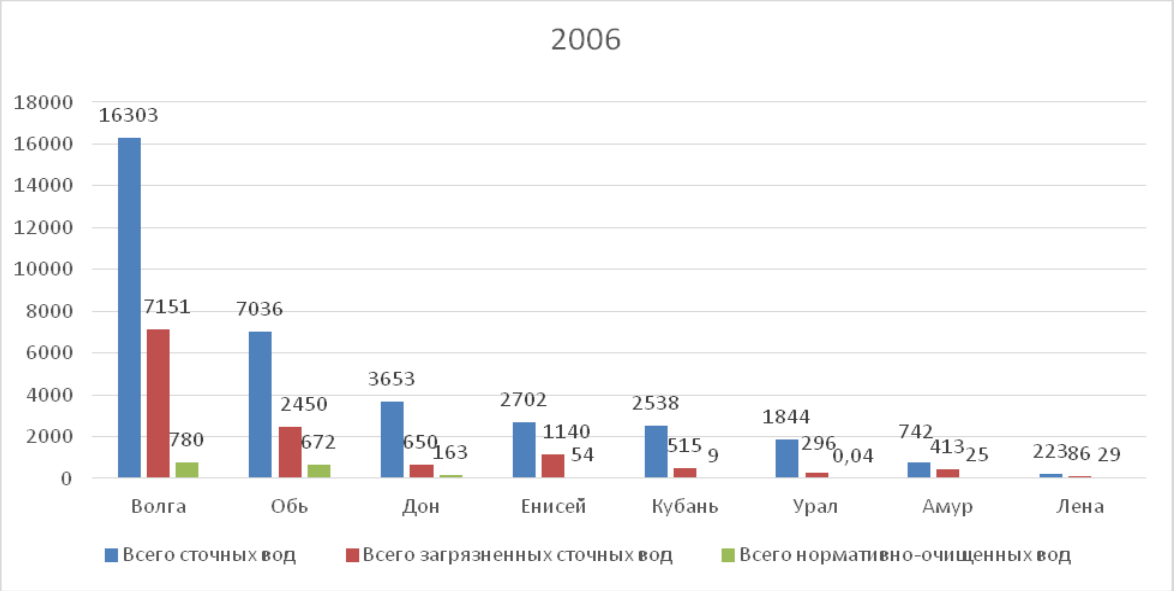


Рисунок 7 Сброс сточных вод по бассейнам крупных рек мил. м^3, 2006 год (Субботина, 2012)

- уменьшение посадки лесозащитных насаждений;

- медленное увеличение объёмов финансирования строительства и модернизации водоочистных сооружений;

- задержка внедрения НДС;

- уменьшение посадки лесозащитных насаждений;

- медленное увеличение объёмов финансирования строительства и модернизации водоочистных сооружений;

- задержка внедрения НДС;

- отсутствие адекватно установленных нормативов качества водной среды и НДС веществ в водные объекты;

- отсутствие дифференцированных требований к качеству воды, используемой разными отраслями экономики при установлении НДС;

- практическое отсутствие регулярных наблюдений за уровнем загрязнения в районах поступления сточных вод и др. (Экологические социальные аспекты…. Субботина, 5 (83), 2012).

Регламентация сброса сточных вод в водоёмы и разработка комплекса профилактических мероприятий по охране их от загрязнений должны учитывать:

- полное или частичное прекращение сброса в водоёмы сточных вод, переход на «сухие», технологические процессы;

- изыскание более совершенных, дешёвых и рациональных методов очистки сточных вод;

Эти данные основываются на глубоком научном исследовании источников загрязнения и их эколого-токсикологической значимости (Субботина, 5 (83), Экологические и социальные аспекты… , 2012).

Охрана водных ресурсов от загрязнения включает комплекс мероприятий организационного, эколого-социального, технико-экономического и законодательного порядка (Субботина, Экологические социальные аспекты…, 5 (83), 2012).

- основываться на глубоком научном исследовании источников загрязнения и их эколог - токсикологической значимости;

- установление, биологически обоснованных требований к качеству воды водоёмов различного водоиспользования к допустимому содержанию в тех или иных загрязнителей и к усовершенствованию их очистки и обеззараживанию сточных вод и других загрязнителей перед сбросом их в естественный водоём (Субботина Ю.М., 5 (83),Экологические и социальные объекты…, 2012).

Таблица 2 - Основные показатели водопользования по России за 1980-2009 г г (Субботина, 2012; Субботина и др., 2015)

Показатель	**Годы исследований**								
	1980	**1985**	**1990**	**1995**	**2000**	**2005**	**2007**	**2008**	**2009**
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Количество отчитывающихся водопользователей, тыс.ед.	32,4	44,7	48,6	53,9	51,3	45,8	42,0	40,6	39.2
Забор воды (включая морскую) из природных водных объектов для использования[1] В том числе:	113,3	114,7	106,1	86,6	75,9	69,3	69,6	69,5	64,7
из поверхностных источников	101,9	103,4	93,2	72,7	65,7	60,2	61,0	61,0	56,6
из подземных источников	11,4	11,3	12,9	11,9	10,2	9,1	8,6	8,5	8,2
Использование свежей воды[1]									
В том числе на нужды:	99,8	102,2	96,2	75,8	66,9	61,3	62,5	62,9	57,7
хозяйственно питьевые	11,7	13,9	14,6	14,2	13,6	12,3	11,6	11,3	10,6
Производственные,[2] из них:	66,4[3] *	61,6[3]	56,5	42,7	40,7	38,6	38,0	41,2	37,0
питьевого качества	4,3	4,3	5,3	4,1	3,7	3,7	3,5	3,5	3,3
для орошения,[4] обводнения пастбищ и сельхозводоснабжения	23,0	23,9	24,7	18,8	12,6	10,4	9,0	10,5	10,1
Расходы в системах оборотного и повторно-	110,2	145,7	170,6	137,8	135,5	135,5	144,4	143,5	136,8

последовательного водоснабжения, всего:									
В том числе повторного и последовательного водоснабжения		12,5	9,8	6,7	6,4	6,7	7,4	7,7	7,1
Процент экономии воды на производственные нужды за счет оборотного и последовательного водоснабжения	63	70	75	76	77	78	79	78	79
Потери при транспортировке		9,1	8,4	8,1	8,5	8,0	7,9	7,8	7,5
Водоотведение (сброс) в поверхностные природные водные объекты, без транзитной воды	72,2	74,7	75,2	59,9	55,6	50,9	51,4	52,1	47,7
В том числе: сброс загрязненных сточных вод, из них:	15,4	12,0[5]	27,8[5]	24,5[3]	20,3	17,7	17,2	17,1	15,9
загрязненные без очистки	8,2	5,3[5]	8,5[5]	6,6	4,5	3,4	3,4	3,5	3,2
недостаточно-очищенные	7,2	6,7[5]	19,3[5]	17,9	15,7	14,3	13,7	13,6	12,7
нормативно-чистых сточных вод	46,6	48,7[5]	44,4 [5]	33,0	32,9	31,0	32,2	33,0	29,8
нормативно-очищенных сточных вод	10,2	14,0[5]	3,2	2.3	24	22	20,5	1,95	2,04

Примечание:[1]Без учёта откачиваемых и неиспользуемых шахтно-рудничных вод, транзитной воды для перераспределения стока и некоторых других видов водозабора для целей, не связанных с непосредственным водопотреблением (порядка 10км^3/год); с учетом морской воды. В 1980 и 1985 гг.- оценочный общий водозабор.

[2]Включая закачку в подземные горизонты для поддержания пластового давления и др. (около 2 млрд м^3/ год).

[3]Включая водопотребление в прудово-рыбном хозяйстве и для поддержания пластового давления . (около 5 млрд. м^3/ год).

[4]Включая использование воды в прудово-рыбном хозяйстве. [5] Изменения показателей, характеризующих сброс отдельных категорий сточных вод в 1985-1991гг., в значительной степени определялись повышением требований водоохранных органов к качеству сбрасываемых в водоёмы стоков и организованным переводом сточных вод из категории « нормативно-очищенные» и «нормативно-чистые» в категорию «загрязненные».

Особое внимание надо уделять состоянию очистки сточных вод сельскохозяйственных и пищевых предприятий, которые фактически не включены в выше приведённый анализ. Проблема переработки сельскохозяйственных отходов и отходов пищевой промышленности, а на некоторых территориях и отходов промышленного производства, не имеющих сброса в городскую канализацию, является одной из актуальных.

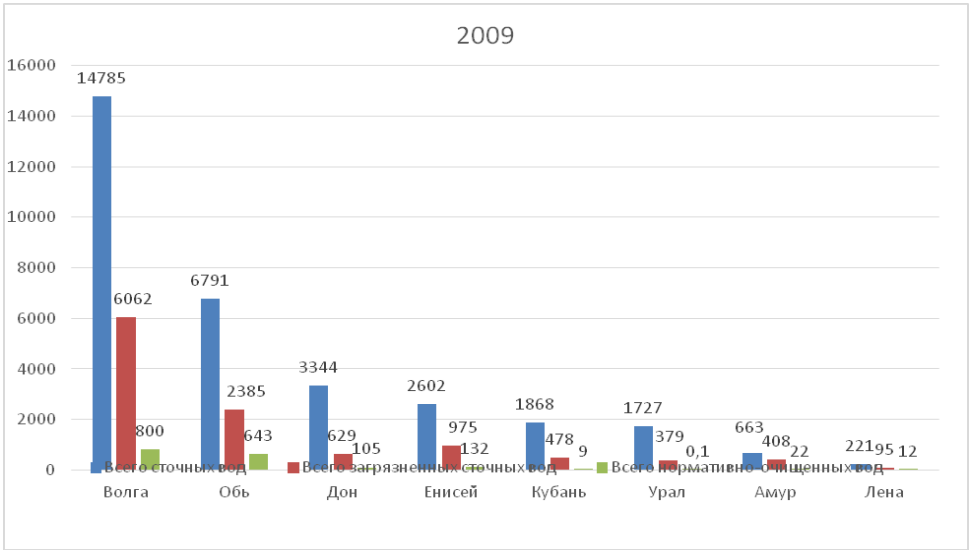


Рисунок 8 - Сброс сточных вод по бассейнам крупных рек, млн. $м^3$, 2009 год

Поскольку продолжается накопление промышленных, бытовых, сточных вод животноводческих предприятий, чуждых биосфере и не вписывающихся в естественных биологический круговорот. Которые, в конечном счете, приводят к контаминированию воздуха, воды, почвы и отрицательно сказывается на здоровье человека.

По материалам многолетних исследований нами сформулирована эколого-гигиеническая концепция антропогенного влияния на природные объекты. Регламентированы, при этом, источники загрязнения, систематизированы факторы контаминирования, а также дифференцированы, опосредовано, пути воздействия на природную среду и организм человека.

Приоритетным загрязнителями окружающей среды, наряду с навозом с/х животных, оказались объёмные сбросы на поля орошения, недостаточно очищенных сточных вод, которые поступают в грунтовые воды и естественные водоисточники (Системный бенчмаркинг канализования, комплексная оценка и обеспечения безопасности водных источников, 2011; Субботина, 2015).

В последние тридцать лет проблема утилизации навоза на фермах и животноводческих комплексах решается тремя путями:

- вывозом навозных стоков мобильным транспортом;
- очисткой на сооружениях биологической очистки;
- утилизацией на земледельческих полях орошения.

Использование навозных стоков свиноводческого комплекса для приготовления торфонавозных компостов оказалось малоэффективным мероприятием, о чем свидетельствует опыт совхоза «Новый свет» Ленинградской области.

Применение метатенков для сбраживания твёрдой фракции стоков не решает проблемы утилизации навоза в целом (опыт очистки сточных вод свиноводческого комплекса в городе Пярну в Эстонии).

Применение очистных сооружений коммунального типа на свиноводческих комплексах показало неприемлемость последних для свиноводческих комплексов из-за низкой эффективности их работы. Все субстраты, полученные после прохождения навозных стоков через очистные сооружения (твёрдая фракция, избыточный активный ил, жидкая фракция) требует доочистки (Савин и др., 1992. ; Субботина, 2018).

На полях орошения достигается высокая степень очистки навозных стоков, рационально используются питательные вещества и влага навозных стоков, но для их обустройства требуются значительные площади. И, как показала практика, зачастую именно такие хозяйства не имеют достаточного количества земельных угодий для утилизации навоза и сточных вод.

В восьмидесятые годы прошлого столетия для очистки и утилизации навозных и помётных стоков широко использовались РБП. Такие пруды эксплуатировались во многих хозяйствах. Например, на свиноводческом комплексе «Шуваловский» Костромской области, в опытно-экспериментальном хозяйстве «Кленово-Чегодаево» Подольского района Московской области. Успешно работали рыбоводно-биологическе пруды на свиноводческом комплексе «Дороничи» Кировской области, «Кохомский» Ивановской области, «Поволжский» Саратовской области и других специализированных животноводческих предприятиях, но лишь на 2 - х из них разводилась рыба (Субботина, 1993; Смирнова, 1997; Кудрявцева, Субботина, 2018).

Проанализировав существующий отечественный и зарубежный опыт утилизации животноводческих стоков и высокоминерализованных сточных вод некоторых пищевых производств, мы пришли к выводу, что решить эту важную проблему возможно лишь, используя комплексные методы переработки, находя альтернативные пути утилизации животноводческих и высокоминерализованных сточных вод пищевых производств. Включая с одной стороны изменения в технологии выращивания и уборки. С другой находя альтернативные способы утилизации, рассматривая высокоминерализованные стоки, ни как отходы производства, а как энергетический ресурс. Лишь комплексный подход с использованием современных технологий утилизации и уборки навозных стоков позволит получить ряд ценных продуктов, используемых в сельскохозяйственном производстве. При этом будет решена проблема охраны малых рек, внутренних водоёмов и в целом окружающей среды (Субботина, 5 (83), 2012).

Современное состояние использования методов очистки сточных вод определялось и анализировалось на основании результатов выборки из реферативного журнала. Результаты проведённой выборки отражены в

таблице 3 (Реферативный журнал «Химия», выпуск сводных томов 1-24, 1985,1986).

Схематическое соотношение пользуемыми и применяемыми на период до 1 января 2007 г. в санитарной технике видами обработки сточных вод показано на рис. 8, в таблицы 3 и на рисунке 8. Видно, что большинство хозяйственно-бытовых и городских сточных вод обрабатывались на сооружениях искусственно-биологической очистки (аэротенках, биофильтрах или использовались в комбинированных типах очистки - всего 51,5%).

Биологическая очистка в естественных условиях (в биопрудах различной конструкции, включая почвенные фильтры), составила 12,7%; методы доочистки сточных вод использовались в 9,4% случаев; обеззараживание стоков тем или иным дезинфектантом (чаще всего хлором или озонированием) имело место в 4,9 % случаях (Субботина, 2017).

Таким образом, на I января 2007 г. к указанному периоду времени, санитарная техника не отказалась от использования для очистки вод всех выше перечисленных и существующих систем и сооружений. При этом очевидным является приоритетное применение традиционных сооружений биологической очистки 51,5% против 12,7, см. табл. 3.

Вместе с тем следует отметить, что традиционные сооружения биологической очистки работают при относительно небольших скоростях процесса. Для очистки, например, I $м^3$ сточных, вод необходимо от 10 до 50 $м^3$ объёма сооружений стоимостью от 20000 до 40000 тыс. руб/$м^3$ вместимости; по сравнению с другими методами при биологической очистке на изъятие 1 т загрязнений расходуется от 1000 до 5000 квт. ч электроэнергии; в процессе биологической очистки образуется большое количество побочного продукта - биомассы избыточного активного ила (около 3 млн. т/год), обработка и обезвоживание которого являются весьма трудоёмкими; все это свидетельствует о том, что традиционные сооружения

биологической очистки нуждаются в снижении энергоёмкости, в повышении пропускной способности, надёжности в эксплуатации.

Таблица 3 - Состояние использования методов подготовки сточных вод

Наименование методов подготовки сточных вод	**Величина использования**	
	шт.	**%**
1	**2**	**3**
1. Сооружения механической очистки	47	8,7
2. Биологическая очистка в искусственных условиях: а) аэротенках и циркуляционных каналах б) биофильтрах	 192 40	 35,4 7,4
3. Биологическая очистка в естественных условиях в биопрудах различной модификации	69	12,7
4. Комбинированные методы	35	6,5
5. Методы доочистки сточных вод	51	9,4
6. Анаэробная очистка стоков с получением биогаза	35	6,5
7. Реагентная очистка сточных вод	30	5,5
8. Использование методов флокуляции и др.	16	3,0
9. Обеззараживание хлором	14	2,5
10 Обеззараживание озоном	13	2,4
ИТОГО	542	100

И все же, несмотря на это, согласно данным работы, через традиционные сооружения биологической очистки в нашей стране пропускается свыше 25 км^3 сточных вод (Субботина, 2014, Субботина, 2022).

При этом извлекается и перерабатывается около 7 млн. т органических загрязнений; это позволяет избавить от загрязнения 460 км^3 воды и исключить нанесения ущерба в количестве 7000 млрд. руб/год (Баранников,1975; Юрьев, 1992).

Рассматривая более подробно, по литературным данным, методы естественной подготовки сточных вод, отмечаем, что наибольшее распространение среди них получили пруды для обработки сточной

жидкости (26%); пруды для доочистки и аэрируемые пруды применяются в 15,1% случаях, в окислительных прудах хозяйственно бытовые стоки очищаются в 10,9% случаях. Затем идут по частоте применения – стабилизационные пруды (6,8%), пруды-накопители и почвенные фильтры (5,3%), трёх секционные и не аэрируемые пруды (4,1%).

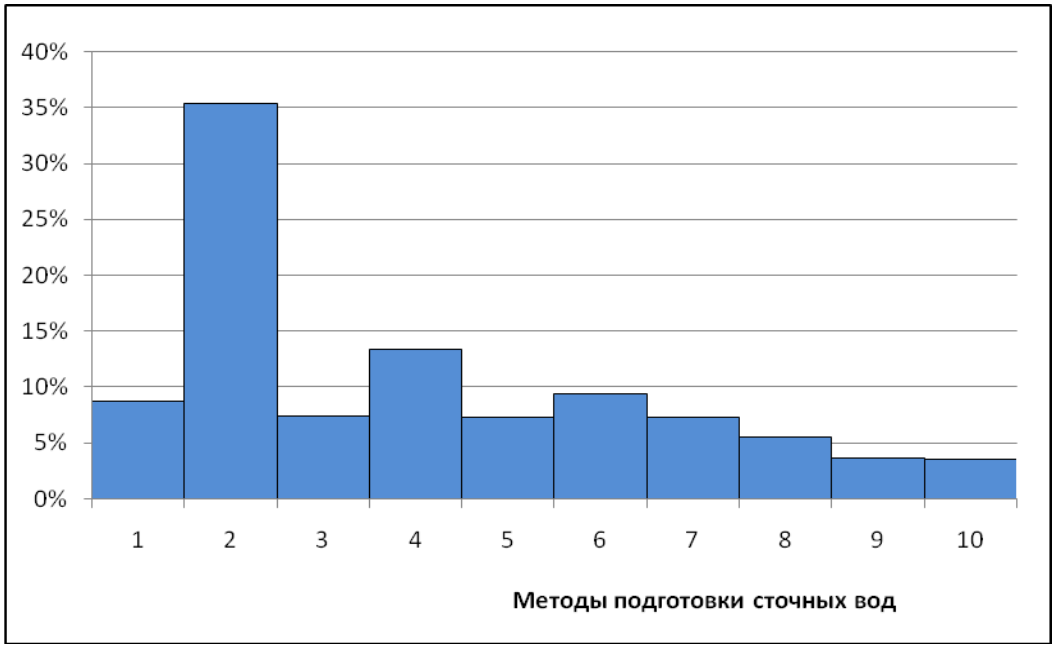


Рисунок 9 – Состояние использования методов подготовки сточных вод

Условные обозначения:
1 -сооружения механической очистки
2-биологическая очистка в искусственных условиях:
а) -на аэротенках и циркуляционных каналах;
б) - на биофильтрах
3 -биологическая очистка в естественных условиях:
а) -в биопрудах различной конструкции, включая почвенные фильтры
4 -комбинированные методы;
5 -метод доочистки сточных вод;
6 -анаэробная очистка с получением биогаза;
7 -регентная очистка сточных вод;
8 -использование методов флотации и др.;
9 -обеззараживания сточных вод хлором;
10 -обеззараживания сточных вод озоном.

Такая выраженная диспропорция в отношении применения обработки сточных вод на сооружений естественно-биологической очистки - аэотенгки, (по сравнению с искусственными сооружениями) объясняется, тем, что для своего размещения они требуют значительной земельной площади, а также и

тем, что процессы самоочищения сточной воды в них происходят более медленно.

Однако, если все же, как видно на рисунке 9 такие сооружения как пруды, применяются для доочистки сточной воды, или для обработки сточной жидкости в аэрируемых или окислительных прудах, то эффективность их использования возрастает до 26%.

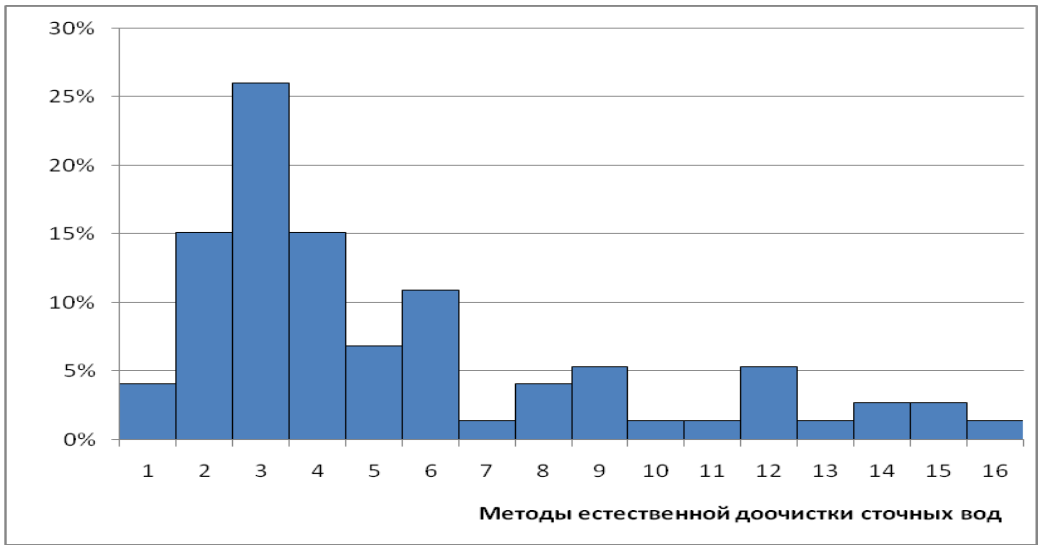


Рисунок 10 - Разновидности методов естественной доочистки сточных вод

Условные обозначения:
1 - 3-х секционные биопруды;
2 - пруды для доочистки;
3 – пруды для обработки сточных вод;
4-аэрируемые пруды;
5 - стабилизационные пруды;
6 - окислительные пруды;
7 - тропические лагуны;
8 – аэрируемые пруды;
9 - пруды накопители
10 - пруды осветлители;
11 - поля фильтрации;
12 - почвенные фильтры;
13 - траншейный способ очистки;
1 – почва + пруды-накопители;
15 - пруды для доочистки и выращивания рыбы;
16 - очистка по склону в травяном плате.

Очистка сточных вод с использованием почво-грунтов прудов - накопителей для доочистки и выращивания в них рыбы, по литературным

данным, составляет всего 2,7%. Разновидности методов естественной подготовки сточных вод отражены схематично на рисунке 10.

Применение этого вида сооружений, несомненно, может быть еще выше потому, что в них для интенсификации процессов очистки могут быть использованы все естественные компоненты экосистемы, включая бактериальный комплекс микроорганизмов. А если ещё изменить их конструкцию, обеспечивающей сохранение и преемственность работы выносимого альгобактериального комплекса, то применение таких сооружений для очистки сточных вод может получить большее распространение, чем использование сооружений искусственной биологической очистки.

В 80 - х годах в ВНПО "Прогресс" такой тип сооружений был создан. В ряде учебных пособий и рекомендациях получил название метода: «БОКС прудов» (Доливо-Добровольский, и др. 1972; Доливо-Добровольский, 1987; Смирнова, 1997; Субботина, 1998, Субботина, 2012).

Ранее проведённые исследования показали, что такого, рода сооружениях, вода полностью освобождается от патогенных бактерий кишечной группы. По заключению санитарных органов полученная после БОКС прудов вода является экологически безвредной, обеззараженной и такой водой можно проводить орошение, то есть использовать на земледельческих полях аэрации (Доливо-Добровольский, 1984; Доливо-Добровольский, 1987; Рекомендации по устройству БОКС пудов…, 1987).

В настоящее время имеет место продолжение внедрения разрабатываемого метода подготовки сточных вод на ряде объектах. Кроме того, в ряде случаев имеет место использование альгобактериального комплекса микроорганизмов и представителей высшей водной растительности с размещением ее на специально построенной для этого ботанической площадке. Помимо этого, для улучшающего качество воды, предназначенной на сброс, рекомендовано использование и рыбоводно-

биологических прудов, с последующим выращиванием в них, рыбопосадочного материала различного трофического уровня (Субботина, 2013; Субботина, 2002).

Аналитические обзоры, в которых обобщается имеющейся отечественный и зарубежный опыт использования для очистки и доочистки сточных вод «ботанической площадки» и рыбоводных прудов, представлены во многих публикациях и изобретениях (Доливо-Добровольский, 1987; Рандольф, 1987; Рекомендации по очистке и обеззараживанию, 1987; Субботина, 2002; Субботина, Кудрявцева, 2018).

1.2 Способы доочистки и детоксикации сточных вод бактериями и микроводорослями

Уровень биопродуктивности различных водоёмов, в том числе, и показатели чистоты водных ресурсов страны, связаны с составом и процессом функционирования экосистемы всего сообщества биоценозов. Следует учитывать, что жизнедеятельность водных сообществ представляет собой непрерывный процесс формирования органической массы или органического вещества (ОВ), в основе которого лежат процессы фотосинтеза, и его распад, вызванный деятельностью гетеротрофов (различных видов бактерий, микроорганизмов, и гидробионтов).

Проведенные исследования выявили, что большое значение в очистки сточных вод имеет деятельность биоценозов в частности фитоценозов, зооценозов, ихтиоценозов.

Как показали исследования, водоросли выделяют в сточную жидкость бактерицидные вещества (типа фитонцидов), обладающие сильным бактерицидным и бактериостатическим действием. Инокулированные микроводоросли вместе с естественными биоценозами водорослевых прудов осуществляют сложные процессы биохимического превращения органического вещества в простые. Углеродсодержащие органические

вещества сточных вод в аэробных условиях разлагаются до углекислоты и воды, а азотсодержащие органические соединения сточных вод окисляются до нитритов и нитратов. Последние быстро усваиваются микроводорослями. Концентрация нитритов снижается до нуля.

Именно в этом заключается большое санитарно-гигиеническое преимущество очистки сточных вод в естественных условиях по сравнению с сооружениями искусственной биологической очистки, где в выходящем стоке содержится значительное количество нитратного азота, представляющего большую опасность для открытых водоемов и подземных вод (Субботина, Терёшина, 1990; Субботина¸ 2012; Субботина, 2013).

Очистка в WSP представляет собой биологический процесс и снижает уровень загрязнений в сточных водах, включая органические вещества, питательные вещества, тяжелые металлы и другие загрязняющие вещества, по механизму водорослево-бактериального симбиоза (Tom et al., 2021).

В бытовых и промышленных сточных водах присутствуют различные типы загрязнителей, например, сточные воды сельскохозяйственных угодий могут содержать высокие концентрации пестицидов, гербицидов; сточные воды коксохимического завода могут содержать ПАУ; Сточные воды химической промышленности могут содержать различные гетерогенные соединения, такие как ПХБ, ПБДЭ, фенол, алифатические и гетероциклические соединения ; Сточные воды пищевой промышленности содержат сложные органические загрязнители с высоким содержанием взвешенных веществ и органики.

Муниципальные сточные воды содержат органические загрязнители, такие как нефть, продукты питания, растворённые органические вещества, поверхностно-активные вещества, питательные вещества и т. д. (Tom et al., 2021). Органические вещества окисляются различными видами бактерий, присутствующими в пруду, такими как *Achromobacter, Proteus, Alcaligenes, Pseudomonas, Thiospirillum, Rhodothecae и др.,*и выделяются в виде CO_2, H_2,

O, аммиака, нитратов. Рост биомассы водорослей происходит с помощью солнечного света и CO и утилизирует побочные продукты, образующиеся в результате разложения органического вещества в пруду (рис.11).

Эти соединения еще больше облегчают процесс роста водорослей и, таким образом, усиливают механизм фотосинтеза водорослей, что впоследствии увеличивает концентрацию кислорода в пруду и *Хлорелла, эвглена*, *Scenedermus* и *Microcystis* — наиболее распространённые виды водорослей, преобладающие в WSP (Tom et al., 2021)

По мере того, как внутри пруда растёт все больше и больше водорослей, кислород, вырабатываемый водорослями с помощью солнечного света и процесса фотосинтеза, увеличивается, что позволяет бактериям расщеплять большее количество отходов и снижать уровень органических веществ. В некоторых прудах установлены механические аэраторы для увеличения диффузии кислорода из атмосферы и повышения эффективности удаления загрязняющих веществ.

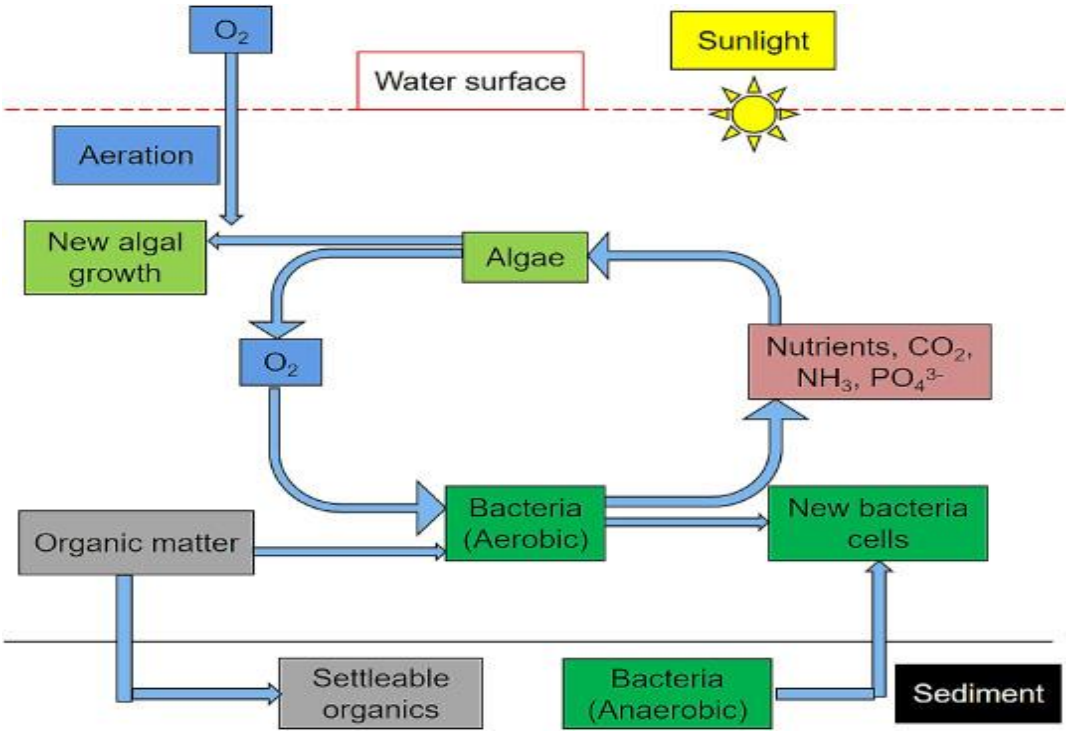


Рисунок 11 - Механизм водорослево-бактериального симбиоза у WSP

Водорослево-бактериальный симбиоз в пруду также называют окислительно-восстановительным процессом или пруд, подвергающийся этому процессу, называется окислительно-восстановительным прудом. Из вышеупомянутого механизма ясно видно, что водоросли и бактерии работают в тандеме по удалению отходов. Бактерии используют кислород, выделяемый водорослями, для окисления биоразлагаемых органических веществ и выделения CO_2 в воду, который используется водорослями для восстановления неорганических отходов, таких как азот и фосфор провели детальное исследование водорослево-бактериального симбиоза в закрытой и открытой непрерывной системе. Он также изучил влияние интенсивности солнечного света, температуры, выработки кислорода, урожайности и состава клеточного материала водорослей во время процесса симбиоза в WSP (Tom et al., 2021).

Таблица 4 - Оценка эффективности различных ПОБВ

Сточные воды	**Измерение**	**Система**	**Удаление органики (%)**	**Удаление питательных веществ (%)**	**ЗГТ (дни)**
Промышленные сточные воды	Д 1,7 м Ш 0,3 м А 0,51 м ^{2}	Система прудов с ряской и ряской	ХПК 23, ТОС 26	HX_4 –Н 75	6
Больничные сточные воды	–	–	ТСС 47 ТДС 59 БПК-69	$ПО_4^{3-}$ 21	–
Городские сточные воды	А 300 м ^{2} , В 340 м ^{3}	Макрофитный пруд-с встроенной системой водно-болотных угодий	БПК 92, ХПК 62, TSS 98	NO_3^- 26, PO_4^{3-} 9,5 Стероидные гормоны >77 Мутность 83 Сульфат-ион 85	–

Муниципальные сточные воды	3000 м ^{2} 900 м ^{3}	Высокоскоростной пруд с водорослями	БПК 97, ХПК 90, TSS 96	–	1,5
Бытовая канализация	HRAP: А 3,3 м ^{2} , Ш 1,28 м, Д 2,86 м, Г 0,5 м; ШС: 0,5 м ^{2} Ш 1 м, Д 0,5 м	Реактор биопленки + Высокоскоростной пруд с водорослями	наложенный платеж 59	ТП 16 HX_3 –Н 77	10
Бытовые сточные воды	–	*Лемна минор*	БПК <60 ХПК <60 TDS <60	NO_3^- < 60 PO_4^{3-} < 60	–
Полиэфирные сточные воды	Ш 0,3 м, Г 0,3 м, Д 0,55 м	*Lemna gibba* (Пруд с заросшей ряской)	ХПК 83 ТОС 59,9 ТС 44,7	HX_3 88	4
Сельские сточные воды	Г 0,32 м, Д 30 м, Ш 2,5 м	–	БПК 85, СС 15	NH_4 –N 80 $ПО_4$ –Р 34	4 дня Лето 8 дней Зима
Синтетические бытовые сточные воды	Д 60 см Ш 30 см В 26 см	Простой керамический фильтр (SCF) с WSP	БПК >90	ТН 50	7
Бытовые сточные воды	А 5 м ^{2} Д 0,3 м В 1,5 м ^{3}	Улучшение пруда и водно-болотных угодий в пилотном масштабе	БПК 60	HX_4 –Н 95, $НЕТ_3$ – Н 77, П 65	7 дней лета 5 дней зимы
Городские сточные воды	В 0,47 м ^{3} А 1,5 м ^{2} De 0,3 м	С первичным лечением и без него	ХПК 62, ТСС 77, ВСС 74	HX_4^+ - N 93	4,5
Свинные сточные воды	В 3,4 л, Д 13,7 см, Диаметр 17,8 см	*Лемна минор*	Наложенный платеж 74	ТН 84 ТП 84	5
Сточные воды бойни	Д 5м	–	Анаэробный пруд: ХПК 42, БПК 38. Аэробный пруд: БПК 91, ХПК 89, TSS 85.	–	3–5
Муниципальные сточные воды города Розетта	8 соток: участок Г-образного пруда глубиной 20–100 см.	–	ХПК 25, БПК 25, TSS 13,73		ТП 11,5

Муниципальные сточные воды (Кембриджские очистные сооружения)	–	–	Северный HRAP: БПК 45, БПК 86 Южный HRAP: БПК 52 БПК 89		HX_4 –Н 58
Канализационные сточные воды		Сочетание первичного факультативного пруда, вторичного факультативного и пруда - вызревателя.	БПК, ХПК, TSS >90	ТП 21 HX_4^+ - Н 50	Начальная 14,6, Средняя 6,9, Зрелость 9,5
Бытовые сточные воды	–	–	ХПК 75–84, ТОС 75–88, ТСС 63–89	ТН 40–66, $ПО_4^{3-}$ 31–59,	4–7
Бытовые сточные воды/Очистные сооружения	Д 4,2 м Ш 2,4 м Г 1 м	*Лемна минор*	наложенный платеж 79	ТН 93, ТП 84	17
Неточечные источники Загрязненные сточные воды	Площадь пруда-накопителя и пруда-стабилизатора: 2,25 гм ^{2} ,1,75 гм ^{2}	–	ХПК 28,5	NH_4^+ - N 49,8, NO_3^- - N 47,2, ТН 50,9, ТП 57,9	–
Водопроводная вода, осадки и вторичные стоки из очистных сооружений	–	Объединённый окислительный пруд и искусственное водно-болотное угодье	Наложенный платеж 81	HX_4^+ - Н 76 ТН 82, ТП 81	2
Сточные воды свиней	Система водно-болотных угодий – Д 11 м, Ш 10 м, Г 0,15 м. Секция пруда – Д 11 м, Ш 20 м, Г 0,75 м.	Болотный пруд – заболоченное место, построенное на болоте.	ХПК 30–50, ТВС 30–50	ТН 37–51 ТП 13-26	–

*L: длина, W: ширина, D: глубина, A: площадь, V: объем

Не биоразлагаемые или твёрдые органические отходы оседают на дне WSP в виде осадка. Ночью, в отсутствие кислорода, анаэробные бактерии

превращают нерастворимые неорганические отходы в растворимые органические отходы, такие как этанол, а органические отходы разлагаются анаэробными бактериями с образованием H_2S, NH_3, CH_4, CO_2 (Tom et al., 2021).

Отложившийся на дне пруда ил можно удалить методом дноуглубления. Биомасса водорослей и бактерий может быть отделена либо методом фильтрации, либо сочетанием химической обработки и процесса отстаивания.

Водоросли, оставшиеся в сточных водах пруда, можно удалить фильтрацией или сочетанием химической обработки и отстаивания изучали трансформацию углерода посредством ферментации CH_4 и ассимиляции микроводорослей в усовершенствованных WSP. За счёт рекуперации и использования CH_4 и биомассы водорослей в усовершенствованных WSP также достигаются дополнительные экологические выгоды.

Значительные антропогенные выбросы CH_4 можно смягчить: можно сократить выбросы парниковых газов, связанные с более энергоёмкими процессами очистки сточных вод; а CO_2, образующийся при сжигании CH_4, может быть в значительной степени переработан посредством ассимиляции водорослями (табл. 4) представлены характеристики различных ПОВ для разных типов сточных вод (Tom et al., 2021).

Поглощение тяжёлых металлов. В связи с быстрой урбанизацией и индустриализацией концентрация тяжёлых металлов в водоёмах резко возросла, и в настоящее время загрязнение водных экосистем тяжелыми металлами вызывает обеспокоенность из-за их токсичности для растений, животных и здоровья человека. Обычные методы, такие как электролитические технологии, ионный обмен, осаждение, химическая экстракция, гидролиз, микрокапсулирование полимеров и выщелачивание, в основном используются для удаления тяжёлых металлов, но они слишком дороги в полевых или крупномасштабных операциях (Tom et al., 2021).

С другой стороны, водоросли можно использовать для удаления тяжёлых металлов, поскольку они являются недорогим биосорбентом. Тяжёлые металлы могут быть удалены из сточных вод водорослями посредством биологического процесса, называемого фикоремедиацией, и в этом процессе в основном используются семь основных групп водорослей, таких как *Rhodophyta, Chlorophyta, Charophyta, Chrysophyta, Euglenophyta, Pyrrophyta* и *Phaeophyta.* Водоросли удаляют ионы тяжелых металлов из сточных вод посредством двух механизмов: биосорбциии биоаккумуляции (рис. 12). Биосорбция — самостоятельный метаболический процесс, происходящий как в живых, так и в мёртвых клетках водорослей. Тяжелые металлы удаляются в основном за счёт ионных или ковалентных связывающих групп, таких как гидроксил (-OH), фосфорил ($-PO_3O_2$), амино ($-NH_2$), карбоксил (-COOH), сульфгидрил (-SH), которые придают отрицательный результат. заряжают поверхность клетки и цитоплазму, способствуя биосорбциии ионов металлов (Tom et al., 2021).

Ионы тяжёлых металлов присоединяются к функциональным группам на поверхности клетки в результате ионного обмена, комплексообразования, хелатирования и микроосаждения. Замечено, что компоненты клеточной стенки водорослей, такие как альгинат и фукоидан, которые составляют ключевые функциональные группы, в основном ответственны за биосорбцию ионов тяжёлых металлов. Путём обмена ионов ионы тяжелых металлов в сточных водах, окружающих водоросли, заменяются ионами элементов, удерживаемых на поверхности клеток, такими как Ca^{2+}, Na^{+}и K^{+}(Tom et al., 2021).

В процессе биоаккумуляции ионы тяжёлых металлов переносятся через мембраны живых клеток водорослей через активные и пассивные транспортные системы и накапливаются внутри клеток. Накопление тяжелых металлов внутри клетки вызывает угнетение активности фотосинтеза и, следовательно, снижение роста водорослей.

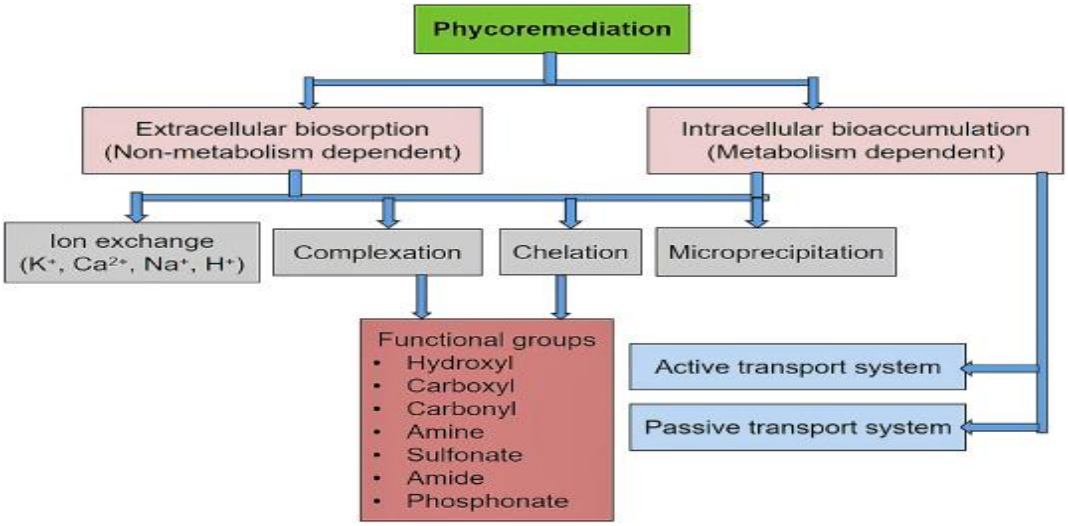


Рисунок 12 - Механизм удаления тяжёлых металлов с помощью водорослей

Таблица 5 - Удаление тяжёлых металлов различными видами водорослей

Штамм водорослей	**Металл**	**Эффективность удаления металла (%)**
Спирулина платенсис	Cu $^{2+}$	91
Птерокладия капиллярная	Кр $^{3+}$	20–100
Хламидомонада Рейнхардти	Ла	30–100
Спирулина платенсис	Ca $^{2+}$	98
Хлорелла сп.	Ca $^{2+}$	56
Спирулина максимальная	Кр $^{3+}$	77
Эдогониум сп.	Cu $^{2+}$	46
Эдогониум сп.	Цинк $^{2+}$	48
Спирулина платенсис	Cu $^{2+}$	91
Осмундеа пернатая	компакт-диск$^{+}$	75
С. обыкновенный	Cu	80
С. обыкновенный	CD	84
Н. мускорум	Мин.	33
Спирулина сп.	Pb	95
Кишечная палочка (инженерная)	CD	91
А. субцилиндрика	Ко	34
Аскофиллум узловатый	CD	98
Хлорелла обыкновенная	Cu	72

Подходы к внутриклеточному и внеклеточному связыванию металлов (такие как ионный обмен, хелатирование, физическая адсорбция и комплексообразование) используются водорослями для преодоления ингибирования фотосинтеза, и они полезны, поскольку преобразуют токсичный металл в нетоксичные формы.

Вид водорослей *C. vulgaris* показал эффективность удаления металлов 80% для Cu и 69% для Ni. Было сообщено о 100% удалении Pb и Mn при использовании вида *A. subcylindrica*. обнаружили удаление 77% Cr с помощью *Spirulina maxima*, а получили 56% удаление Ca^{2+} с помощью видов *Chlorella,* в таблице 5 представлено удаление тяжелых металлов различными видами водорослей (Tom et al., 2021).

Удаление питательных веществ. WSP при подходящих условиях окружающей среды и правильном времени гидравлического удержания (HRT) может обеспечить высокую эффективность удаления питательных веществ. Удаление азота в процессах приостановленного роста достигается за счет нескольких механизмов, таких как нитрификация, денитрификация, ассимиляция, улетучивание и седиментация (Tom et al., 2021).

Процесс прямого удаления азота представляет собой, по сути, поглощение компонентов азота биомассой водорослей, которые в дальнейшем удаляются в процессах разделения, тогда как процесс непрямого удаления азота происходит путем удаления NH_4^+-N при повышении уровня pH. Более высокие концентрации аммония в основном наблюдаются в прудах из-за легкого процесса аммонификации; Английские ученые разработали пилотный WSP и добавили в азот N-меченный аммиак (NH_4Cl) и N-меченный нитрит ($NaNO_2$), чтобы улучшить современное понимание динамики превращений и удаления неорганического азота. Анализ стабильных изотопов N показал, что нитрификацию можно рассматривать как промежуточную стадию WSP, которая маскируется одновременной денитрификацией, в условиях низкой активности водорослей. Молекулярно-

микробиологический анализ показал, что денитрификацию можно считать возможным механизмом постоянного удаления азота у WSP, который может поддерживаться либо аммиачно-окисляющими бактериями (АОБ), либо метанотрофами, в дополнение к нитрит-окисляющим бактериям (НОБ). при изучении учеными удаление азота летом и зимой в первичном факультативном WSP, используя методов отслеживания аммония, меченного N. Два экспериментальных запуска с использованием меченого N в качестве метода отслеживания стабильных изотопов были проведены на пилотном первичном факультативном WSP: один летом, а другой зимой. Летом большая часть N включается в биомассу водорослей путем ассимиляции и последующего выделения в виде растворимого органического азота, чем зимой. Зимой N аммоний выходит из системы гораздо раньше и в гораздо большей пропорции, чем летом.

В процессе приостановленного роста аммоний удаляется из пруда в процессе нитрификации автотрофными бактериями. Нитрификация — это двухэтапный процесс, который происходит внутри пруда, и на первом этапе окисления аммоний превращается в нитрит, а на втором этапе окисления нитрит дополнительно окисляется до нитрата (Tom et al., 2021).

Первый этап окисления: уравнение $2NH_4 + 3O_2 \rightarrow 2O_2 + 4H + 2H_2O$

Второй этап окисления: уравнение $2HO_2 + O_2 \rightarrow 2O_3$

Общее уравнение окисления: уравнение $8NH_4 + 2O_2 \rightarrow O_2 + 2H + H_2O$

Улетучивание – эффективный метод удаления азота в прудах. В процессе фотосинтеза водорослей CO_2 расходуется и образуется HCO_3, что повышает pH воды. При повышении pH и температуры газообразный аммиак улетучивается из воды. При увеличении биомассы водорослей в пруду с дефицитом углерода за счёт добавления CO_2 и работы высокой HRT pH снижается до оптимального уровня 8, тем самым создавая более подходящую среду для нитрификации. Когда в жидкой фазе имеется достаточное количество аммиака для превращения в нитрат в процессе нитрификации,

низкий уровень растворенного кислорода будет способствовать последовательному восстановлению нитрата в газообразный азот посредством денитрификации. HET_3 O_2→ HET → H_2O → H_2

В процессе прямого удаления азота происходит ассимиляция азота клетками водорослей и бактерий, и поскольку эти организмы предпочитают поглощать NH_3–N, а не NO_3 для накопления клеток, удаление аммиака происходит до того, как нитраты используются для ассимиляции ученые разработали усовершенствованную систему WSP и сообщили, что 85% азота удаляется без седиментации и фильтрации. Удаление ила и водорослей важно для поддержания работоспособности WSP и во избежание повторного использования питательных веществ и БПК.

Удаление биомассы водорослей следует производить каждые несколько месяцев. Английские учёные сообщили, что в умеренном климате факультативные пруды и каменные фильтры являются недорогой, но высокоэффективной системой очистки для небольших сельских поселений. Систему можно использовать, как не аэрируемую, если требуется удаление аммиака, можно аэрировать. В тропическом климате можно использовать анаэробные и факультативные пруды и либо не аэрированные каменные фильтры, либо, если требуется снижение содержания аммиака, подземные водно-болотные угодья с горизонтальным или вертикальным потоком, если сточные воды сбрасываются в поверхностные воды (Tom et al., 2021).

Обработка фосфора в прудах требует различных процессов, таких как осаждение, осаждение и поглощение водорослями. Осаждение в пруду происходит в результате добавления химических веществ или повышения уровня pH биомассы водорослей. На эффективность удаления фосфора сильно влияет время гидравлического удерживания, и чем больше HRT, тем выше эффективность удаления Удаление фосфора водорослями в WSP все еще является областью, которую предстоит изучить, чтобы можно было получить более подробную информацию.

Воздействующие факторы. Солнечный свет и температура. Фотосинтез водорослей или процесс создания водорослями собственной энергии в основном требует CO_2, солнечного света и воды.

Таблица 6 - Влияние температуры на производительность WSP

№	Климатические условия/зона	Страна	Температурный диапазон (°C)	ЗГТ (д)	Эффективность удаления вирусов (%)	Эффективность удаления бактерий (логарифм)
	1	2	3	4	5	6
1	Умеренный	Боливия	16	25,5	99,92 (Культивируемые энтеровирусы), 99,97 (норовирус GI), 99,94 (ротавирус группы А)	
2	Тропический с карманом засушливых	Бразилия	22–26	4,8–14,5 –		4,4–5,4 (*кишечная палочка*)
3	Типичный континентальный с семью зонами	Канада	5–25	16,2–19,6	80–99,98 (мужские колифаги), 0–99,84 (соматический колифаг)\	0,8–2,3 (КЛ) 3,2–5,5 (Термотолерантные колиформы), 2,8–5,1 (FE)
4	Средиземноморский	Тунис	7,78–34,44	7,94	–	1,5–2,6 (ФС), 1,4–2,2 (*E.coli*)
5	Тропический	Никарагуа	20–30	16	–	0,54–4 (ФК)
6	Шесть климатических зон, преимущественно влажный тропический, сухой тропический и влажный субтропический.	Индия	(-2) - 40	11	–	2,30 (ТС), 2,30 (ФК), 2,40 (ФС)

№	Климатические условия/зона	Страна	Температурный диапазон (°C)	ЗГТ (д)	Эффективность удаления вирусов (%)	Эффективность удаления бактерий (логарифм)
	1	2	3	4	5	6
7	Океанический, континентальный и средиземноморский	Франция	0–7,78 (зима) 16,11–24 (лето)	95	–	3,4 (ФЭ), 4,1 (ФК)
8	Сухой континентальный климат (3 зоны – океаническая, континентальная и средиземноморская)	Испания	10–19	60	95,8 (F-специфические фаги), 87,2 (BFRYCPH), 73,8 (Кишечные вирусы), 97,2 (SOMPCPH)	1,26 (ТС), 0,25 (*Clostridium* spp.) 0,86 (*E. coli*) 1,28 (FC)
	Умеренный	Корея	(-6.1) -29,4	11		2,05 (ФК)

Оптимальный рост этих водорослей в пруду происходит при периодическом воздействии солнечного света оптимальной интенсивности. Солнечный свет не только способствует росту водорослей, но и напрямую повреждает патогенны (фотобиологические повреждения) за счёт своей УФ-части способствует росту водорослей, но и напрямую повреждает патогены (фотобиологические повреждения) за счёт своей УФ - части.

Интенсивность, качество и продолжительность солнечного света, получаемого водорослями, влияют на их рост, а продолжительность получаемого солнечного света (цикл света/темноты) влияет на значения C:N и C:P.

Во время экспоненциального роста водорослей на содержание белка и фракции липидов влияет количество получаемого солнечного света, а световые лучи также влияют на температуру, которая играет решающую роль в росте водорослей.

В исследовании качества воды реки Исикари (Япония), показано, что C:N варьируется в зависимости от сезона. Летом значение C:N составляло 7,8, зимой оно меняется до 12,6, а весной до 11,7. Основной причиной колебаний величины C:N был рост и разложение фитопланктона в реке в зависимости от сезона.

Температура является очень важным компонентом удаления отходов в ПОБВ, поскольку она сильно влияет на рост водорослей в (табл. 8). Замечено, что рост водорослей в летний сезон сравнительно выше, чем в зимний. Температура влияет на механизм роста водоросли и размер ее клеток, биохимический состав, CO_2 и оптимальную утилизацию углерода и азота (Tom et al., 2021).

В основном видно, что летом в WSP эффективность удаления органики и питательных веществ выше, чем зимой. При температуре 25°C летом эффективность удаления NH_4–N составляла от 75 до 85 %, тогда как при температуре 11°C зимой эффективность составляла от 33 до 41 % . Учёные наблюдали сезонную разницу в эффективности обработки ряда ПОБВ в полузасушливом регионе.

Среднее сезонное значение ХПК в притоке колебалось от 650 мг/ л весной до 600 мг/л осенью, тогда как ХПК в сточных водах составляло от 150 мг/л до 270 мг/л осенью и весной соответственно. Среднесезонный БПК приходящих сточных вод находился в диапазоне от 360 мг/л осенью до 390 мг/л зимой, тогда как БПК сточных вод составлял от 66 мг/л до 130 мг/л летом и зимой соответственно. Было разработано уравнение, как для факультативных прудов, так и для прудов созревания, связанные с уменьшением БПК. В факультативных прудах на удаление БПК главным образом влияло не только время загрузки и удерживания, но также солнечная радиация, количество солнечных часов, количество осадков и глубина пруда. С другой стороны, основными факторами, влияющими на удаление ФС, были загрузка, время удерживания, глубина пруда и электропроводность

сточных вод. В прудах для созревания на удаление фекальных колиформ влияли те же параметры, что и в факультативных прудах, но при удалении БПК ни глубина пруда, ни количество осадков не имели никакого значения. В таблице 6 представлены сезонные показатели ПОБВ.

Влияние pH. pH играет решающую роль в определении растворимости и доступности C_2, углеродистых веществ и других важных питательных веществ в WSP. Максимальный рост водорослей в пруду происходит при оптимальном уровне pH. Если уровень pH пруда превышает оптимальное значение, из CO_2 получается меньшее количество углерода , что снижает рост водорослей, а если уровень pH ниже оптимального значения pH, то удаление питательных веществ уменьшается, что в конечном итоге влияет на эффективность удаления.

Замечено, что уровень pH 6,8 – 7 является наиболее эффективным и действенным при очистке сточных вод по сравнению с pH от 8 до 8,5. pH бытовых сточных вод находится в диапазоне от 6,5 до 7,3, что подходит для удаления отходов в пруд-стабилизатор, поэтому не требуется никаких дополнительных процессов для доведения pH до необходимого значения 6,5–7,3. Промышленные сточные воды должны пройти предварительную очистку перед поступлением на водоочистку, поскольку значение pH может отличаться от требуемого значения. и что эффективность удаления ХПК, TN и TP составляет 79%, 93% и 84% соответственно при pH 6,9 в WSP. Аналогичным образом, pH 6,8 в HRAP (пруде с высокопроизводительными водорослями) имел эффективность удаления 58%, 17%, 78% COD, TP и NH_4-N учёные оценили влияние глубины на удаление NH_4-N в пруду с высокими водорослями (HRAP) в разные сезоны. Максимальное удаление 78,9±3,2% получено в весенний период на глубине 200 мм при pH 6,7.±0,8. Среднее сезонное pH приходящих сточных вод составлял 7,8 весной и 7,9 летом, тогда как pH сточных вод составлял 7,9 и 8,3 зимой и летом, соответственно,

в процессе мониторинга ПОБВ. Максимальное удаление БПК и ХПК в летний сезон составило 83% и 76% соответственно (Tom et al.,., 2021).

Глубина пруда. Глубина пруда является жизненно важным фактором, влияющим на рост водорослей и его продуктивность. С увеличением глубины пруда, использования света, хранения CO_2 содержание питательных веществ увеличивается, что, в свою очередь, увеличивает процесс удаления загрязняющих веществ. Напротив, исследователи доказали, что удаление загрязняющих веществ в мелком пруду выше, чем в глубоком пруду. Аэробные пруды с небольшой глубиной максимизируют проникновение света по всей глубине жидкости, вызывая интенсивный рост водорослей, но нагрузка по БПК должна быть меньше. Исследование, проведенное в городе Розетта, показало, что оптимальная рабочая глубина составляет 0,35 м (Tom et al., 2021).

Отмечено, что самый низкий средний уровень удаления БПК летом и зимой для HRAP наблюдался на глубине 0,55 м. Средняя эффективность удаления БПК составила 82% в жаркий сезон при глубине HRAP 0,32 м, тогда как удаление 63% наблюдалось при глубине HRAP 0,43 м. В холодное время года средняя эффективность удаления БПК снижалась, и не зависела от глубины и колебалась от 52 до 59%. В жаркое время года общее удаление неорганического азота не зависело от глубины HRAP, однако в холодное время года общее удаление неорганического азота снижалось с увеличением рабочей глубины пруда и максимальная эффективность удаления была получена на глубине 0,32 м.

Отмечено, что общая площадная продуктивность микроводорослей значительно увеличивается с увеличением глубины. Производительность варьировалась от 134 до 200% выше в HRAP глубиной 400 мм по сравнению с HRAP глубиной 200 мм, а микроводоросли в HRAP глубиной 400 мм были фотосинтетически более эффективны по сравнению с микроводорослями в HRAP глубиной 200 мм. Более высокая концентрация хлорофилла-а в HRAP

глубиной 200 мм привела к снижению фотосинтетической эффективности из-за недостаточного поступления углерода в течение дня летом по сравнению с HRAP глубиной 300 и 400 мм. Основываясь на этих результатах, можно повысить производительность по площади и увеличить количество сточных вод на площади земли в HRAP глубиной 400 мм по сравнению с HRAP глубиной 200 мм без ущерба для качества очистки сточных вод, одновременно снижая капитальные и эксплуатационные затраты.

Видно, что потребность в земле и использование капитала уменьшаются с увеличением глубины пруда. Во время сильного дождя водоросли вымываются, но с увеличением глубины пруда вымывание водорослей можно в некоторой степени предотвратить. Однако из-за различий в морфологии и физическом поведении нитчатых водорослей глубина может быть неприменима для их крупномасштабного производства. Глубина пруда по-разному влияет на разные виды водорослей, и эта область менее исследована, но все леще требует пристального внимания. Для пруда глубиной 0,3 м и площадью 5 $м^2$ эффективность удаления БПК, NH_4–N, NO_3–N и фосфора составила 60%, 95%, 77% и 65% соответственно. Для другого аэробного пруда глубиной 0,3 м и шириной 0,3 м процент удаления ХПК, ТОС, ТС и аммиака составил 83%, 60%, 45% и 88% соответственно (Tom et al., 2021).

Растущему признанию WSP препятствуют требования к большим земельным участкам. Наиболее эффективным способом решения проблемы является рециркуляция сточных вод. WSP в сочетании с рециркуляцией поможет повысить общую эффективность удаления отходов из пруда, предотвратить появление нежелательного запаха, появление мух и снизить требования к площади земельного участка. Это обеспечивает более длительное время контакта загрязнений и биопленки, тем самым засеивая загрязняющие вещества бактериями и ускоряя процесс биологического окисления. Рециркуляция позволяет непрерывно дозировать приток,

независимо от колебаний расхода. Он также выравнивает и снижает нагрузку, тем самым повышая эффективность. Учёные изучали влияние рециркуляции на производительность WSP, состоящего из четырёх прудов подряд: анаэробного пруда, за которым следуют три отдельных пруда (пруд 1, пруд 2 и пруд 3). Сточные воды последнего пруда (пруд 3) рециркулировались обратно на вход первого пруда (пруд 1) с соотношением сбросов 2:1 (рециркуляция: приток). Общее снижение БПК, ХПК, СС и общего количества колиформ составило 89%, 81%, 85% и 99,7% соответственно. Анаэробный пруд оказался наиболее эффективным в удалении ХПК и СС - 57% и 68% соответственно, тогда как в пруду 1 было достигнуто наиболее значительное снижение БПК и общего количества колиформ (ОК) - 69% и 86% соответственно. Хотя БПК и ХПК были адекватно снижены за счёт линии рециркуляционного пруда, концентрация СС была высокой из-за присутствия водорослей в конечных сточных водах. Ещё 1993 году были собрала данные за 12 месяцев из системы WSP, состоящей из двух факультативных прудов, расположенных параллельно, за которыми следуют два последовательных пруда для созревания, работающих в условиях ограниченного среднегодового колебания температуры 4,5 °C и среднего общего времени хранения 21,2 дня. для первого заказа и комплексного проектирования (удаление БПК и ФК). Для факультативных прудов были получены коэффициенты реакции первого порядка 0,357 дней при 30°C для удаления БПК и 15,7 дней для удаления фекальных колформ соответственно (Tom et al., 2021).

Время гидравлического удержании (HRT). HRT – это средняя продолжительность времени, в течение которого сточные воды остаются в стабилизирующем пруду. При увеличении HRT эффективность удаления загрязняющих веществ увеличится, поскольку у водорослей, присутствующих в пруду, будет больше времени на очистку сточных вод. ЗГТ может влиять на продуктивность водорослей и эффективность удаления

питательных веществ в WSP, а при более высокой ГЗТ эффективность удаления патогенов также увеличивается. Cromar и Fallowfield (1997) сообщили, что с увеличением продолжительности HRT с 4 до 7 дней в WSP эффективность удаления фосфора увеличивается с 69 до 93% наряду с увеличением биомассы цианобактерий и процесса нитрификации. Удаление ХПК составило 30% и не было затронуто увеличением ЗГТ. Время хранения также зависит от температуры и погодных условий. В зимний сезон требуемая HRT выше, чем летом, чтобы обеспечить ту же производительность или эффективность удаления загрязняющих веществ. Время удерживания как правило 9 дней, зимой, 6 дней весной и 4 дня летом приводит к удалению NH_4 63,9%, 78,9% и 70,3% соответственно (Доливо-Добровольский и др, 1972, Доливо-Добровольский, 1987; Tom et al., 2021).

HRT также может быть полезна при определении глубины пруда на основе площади пруда и расхода сточных вод.уравнение 6HRT = Реклама QГ где d – проектная глубина пруда в метрах A – площадь пруда в м Q – расход сточных вод в м/сут.

Для пруда глубиной 0,3 м, шириной 0,3 м и HRT, равным 4 дням, эффективность удаления ХПК, TOC, TC и аммиака составляет 83%, 60%, 45% и 88% соответственно. Аналогичным образом, были получены научные данные, что пруд с HRT в течение 4,5 дней, глубиной 0,3 м и площадью 1,5 м обеспечивает удаление ХПК, TSS и NH_4-N на 62%, 77% и 91% соответственно.

Tom A.P. et al., 2021, наблюдали увеличение эффективности удаления БПК с 59% до 83% при увеличении HRT с 7,5 до 31,5 дней в пруду, расположенном на востоке Ирана 32°86′ северной широты и 59°21′ восточной долготы (Tom et al., 2021).

Турбулентность и мутность. Турбулентность и сдвиг, возникающие в WSP, возникают естественным путём или в результате деятельности человека. Естественно, турбулентность и сдвиг в пруду возникают из-за

разницы температур, ветра, а также характера притока и оттока сточных вод. Искусственные действия, такие как перемешивание лопастными колесами и барботаж газом, вызывают турбулентность и сдвиг в пруду. В WSP соответствующий уровень турбулентности может обеспечить более высокий поток питательных веществ и уменьшить эффект самозатенения, в то время как избыточный сдвиг может повредить водоросли и привести к потере биомассы .

Ветер необходим для перемешивания более холодных и тёплых слоев воды в субтропических регионах. Более высокие воды помогут рассеять микроорганизмы и ускорить движение водорослей (особенно зелёных). Наряду с высокой скоростью ветра, направление ветра также играет решающую роль в процессе очистки на ПОБВ.

На этапе проектирования необходимо соблюдать надлежащую осторожность, чтобы предотвратить короткое замыкание и уменьшить запах. Проектирование должно осуществляться таким образом, чтобы ось входа/выхода была перпендикулярна преобладающим ветрам .

По наблюдению учёных водоросли при наличии ветра могут образовывать толстый слой толщиной 20 см, который распространяется на 50 см воды без присутствия ветра. Таким образом, качество образующихся сточных вод сильно зависит от ветра, (Tom., 2021).

Мутность вызвана наличием взвешенных частиц и органических веществ в толще воды. Высокая мутность возникает, когда через систему проходит много воды с большей концентрацией взвешенных веществ, а низкая мутность возникает, когда в толще воды присутствует небольшое количество взвешенных веществ. Низкая мутность может быть связана с медленно движущейся или застойной водой, которая позволяет взвешенным частицам оседать из водного столба. Твёрдые частицы или взвешенные частицы являются основной причиной мутности.

Питательных веществ. Питательные вещества способствуют и поддерживают рост водорослей, а эвтрофикация пруда считается основным последствием. Внутреннее происхождение биогенных веществ, происходит из озерных отложений. Когда концентрация растворенного кислорода в водоеме низкая (бескислородная), осадки выделяют фосфат в толщу воды, что способствует росту водорослей. Ландшафтные сточные воды, такие как сельскохозяйственные сточные воды, где вода от стоков и эрозии почвы с удобренных сельскохозяйственных территорий и газонов, вода, полученная в результате эрозии берегов рек, русел рек, расчистки земель (вырубки лесов) являются основными источниками фосфора и азота, попадающими в водные пути (Tom et al., 2021). В летнее время при высокой биогенной нагрузке физиологические показатели микроводорослей сточных вод улучшаются по сравнению с умеренной биогенной нагрузкой.

Таблица 7 - Различные характеристики WSP

Характеристики пруда	**Аэробные пруды**	**Анаэробные пруды**	**Факультативные пруды**	**Третичные пруды**
1	**2**	**3**	**4**	**5**
Глубина (м)	0,15 – 0,5	2 – 5	1 – 2	1 – 1,5
ЗГТ (дни)	2 – 6	1 – 1,5	15 – 20	10
Концентрация водорослей. мг/л	100 – 200	–	–	–
Загрузка БПК (кг БПК.га)	112 – 225	3000	100 – 400	–
Удаление БПК (%)	85 – 95	60%	85 – 90%	–
Коэффициент рециркуляции	0,2 – 2	–	–	–

Увеличение нагрузки питательными веществами привело к снижению эффективности поглощения света. Продуктивность биомассы микроводорослей была значительно выше при высоких нагрузках по питательным веществам (средняя концентрация NH_4-N 39,7 ± 17,9 г/м) с

увеличением площадной продуктивности хлорофилла-а и VSS на 133% и 126% соответственно по сравнению с умеренной нагрузкой. (NH_4-N средняя концентрация 19,9 ± 8,9 г/м).

Микроводоросли более эффективно усваивали NH_4^+ -N из сточных вод при более высоких нагрузках по питательным веществам по сравнению с умеренными нагрузками (Tom et al., 2021).

Пруды, работающие с высоким соотношением C:N:P, как правило, имеют более высокую эффективность удаления фосфора и ХПК и максимизируют концентрацию биомассы водорослей. Cromar и Fallowfield (1997) сообщили, что при изменении соотношения C:N:P с 9:7:1 до 104:10:1 эффективность удаления ХПК увеличилась с 9,7 до 35%, удаления азота с 68 до 75% и фосфора удаление от 18 до 69% при ЗГТ 4 дня.

Типы прудов для окисления (стабилизации) отходов. ПОБВ также известны как пруды окисления или лагуны.

По сути, это пруды большой или небольшой глубины, используемые для биологической очистки сточных вод путём взаимодействия солнечного света, бактерий и водорослей. В таблице 7 представлены характеристики различных WSP.

Различные категории прудов для очистки сточных вод. Аэробные пруды. Аэробные пруды (водорослевые пруды с высокой производительностью) имеют большие размеры и небольшую глубину используются для очистки сточных вод с использованием процесса водорослево-бактериального симбиоза. Из-за небольшой глубины уровень растворенного кислорода поддерживается на всей глубине пруда за счёт фотосинтетической активности водорослей. Днём кислород поступает за счёт фотосинтетической деятельности водорослей, а ночью происходит аэрация за счёт работы ветра. Эффективность удаления БПК выше, чем у прудов других типов.

Недорогую землю можно использовать для строительства аэробного пруда для очистки сточных вод. Для аэробного пруда размерами 30×2,5×0,32 м, очищающего сельские сточные воды, процент удаления БПК и взвешенных веществ составил 85% и 15% соответственно. Удаление NH_4 –N и PO_4–P в одном и том же пруду составило 80% и 34% соответственно другие ученые получили показатели удаления ХПК, ТОС и аммиака на уровне 83%, 60% и 88% соответственно при очистке бытовых сточных вод в аэробном пруду глубиной 0,3 м и шириной 0,3 м (Tom et al., 2021).

Анаэробные пруды. Анаэробные пруды имеют большую глубину и меньшее время гидравлического удержания. Эти пруды в основном функционируют без присутствия растворённого кислорода в метаногенных условиях. Микроорганизмам не нужен растворённый кислород, они поглощают кислород из различных соединений и производят метан и CO_2 в качестве конечного продукта. Анаэробные пруды имеют более низкую эффективность удаления БПК, и очистка в таких прудах осуществляется в основном путём осаждения. Анаэробное переваривание ила происходит на дне пруда. Гельминты оседают на дно пруда, а бактерии и вирусы удаляются, прикрепляясь к оседающим твёрдым веществам, или погибают при потере доступной пищи или в присутствии хищников. Из-за более низкой эффективности эти пруды в основном используются для системы предварительной или последующей очистки на любом заводе. В анаэробном пруду глубиной 5 м для очистки сточных вод скотобойни удаление БПК и ХПК составило 42% и 38% соответственно. После установки аэратора удаление БПК и ХПК улучшилось до 91% и 89% соответственно (Tom et al., 2021).

Факультативные пруды. Факультативные пруды представляют собой сочетание аэробных и анаэробных прудов, в которых преобладают как аэробные, так и анаэробные условия.

Верхняя поверхность воды в пруду представляет собой аэробную область поверхности, состоящую из бактерий и водорослей, а нижняя часть пруда представляет собой анаэробную/бескислородную область, состоящую из бактерий, которые могут процветать как в аэробных, так и в анаэробных условиях. В этих прудах в утренние часы или в дневное время наблюдаются аэробные условия, а в остальные часы на дне пруда преобладают анаэробные условия.

В верхней воде пруда растёт очень высокая плотность популяции водорослей, поскольку на верхней поверхности преобладают аэробные условия, а на дне пруда переваривание ила происходит в анаэробных условиях. Используется как самостоятельная очистная система или последовательно при попадании в нее стоков с других очистных сооружений. Для комбинированной факультативной системы прудов (с *ряской малой*) глубиной 1 м, длиной 4,2 м и шириной 2,4 м для очистки бытовых сточных вод удаление ХПК, ТФ и ТН составило 79%, 84% и 93% соответственно (Tom et al., 2021).

Пруды созревания - третичные пруды. Пруды для вызревания похожи на аэробные пруды, но в них очень мало органических отходов. Эти пруды в основном используются для улучшения или улучшения качества сточных вод, очищаемых в процессе вторичной очистки. Их основная функция, помимо удаления БПК, заключается в удалении фекальных колиформ, патогенов и питательных веществ из сточных вод, в связи с чем их также называют третичными прудами .

Комплексные прудовые системы. WSP используются уже более 50 лет, но процесс их изготовления и установки на протяжении многих лет не менялся. Напротив, другие традиционные методы лечения привели к множеству изменений, направленных на повышение эффективности удаления. Технология прудов сталкивается со многими проблемами, такими как перегрузка, накопление ила, неприятный запах и удаление питательных

веществ. Таким образом, интеграция этих прудов с другими методами или дополнениями может помочь преодолеть эти проблемы и привести к более высокой эффективности удаления. Интеграция или добавление каменных фильтров, CW, ASP в систему пруда и модификации различных конфигураций прудов, таких как усовершенствованная интегрированная система прудов со сточными водами (AIWPS), пруды с подачей сточных вод (WFP), могут быть использованы для разработки современной технологии прудов. Эти небольшие изменения могут быть полезны для максимального использования потенциала водорослей и минимизации проблем их разрастания. В частности, взвешенные в пруду водоросли будут либо улавливаться каменными фильтрами или построенными водно-болотными угодьями, либо выращиваться с оптимальным выходом в HRAP для производства биомассы (Tom et al., 2021).

Пруды с построенными водно-болотными угодьями. CW может быть еще одним естественным методом очистки сточных вод, который можно дополнить прудами, он также прост в конструкции, довольно надёжен и недорог по своей природе. Его можно использовать в качестве дополнения к непрерывному перемешиванию в пруду лопастным колесом, что повысит однородность состояния пруда и взвеси водорослей. Процесс смешивания впоследствии увеличит процесс фотосинтеза водорослей и улучшит характер симбиоза между водорослями и аэробными бактериями (Субботина, РГСУ, 2011; Субботина, 2014; Tom et al., 2021).

Концентрация водорослей может быть значительно снижена из-за затеняющей активности макрофитов. Благодаря внедрению надстройки эффективность удаления взвешенных твёрдых частиц также увеличивается, поскольку они улавливаются улучшенным фильтром при прохождении через надводную растительность и гравийный слой. Эффективность удаления фосфора также увеличивается за счёт использования некоторых специфических сорбирующих фосфор сред и его поглощения растениями.

Это очень эффективно при очистке сточных вод от питательных веществ, поэтому может быть очень полезно при очистке сточных вод, богатых питательными веществами, таких как сельскохозяйственные сточные воды, сточные воды свиней, молочные сточные воды и т.д., (Tom et al., 2021).

Усовершенствованная интегрированная система пруда для сточных вод. Эта система в основном представляет собой комбинацию усовершенствованного факультативного пруда (AFP), высокоскоростного пруда с водорослями (HRAP), пруда-отстойника водорослей (ASeP) и серии прудов для созревания (MP). Он наиболее перспективен и устраняет все недостатки, такие как запах, накопление ила, плохое качество сброса питательных веществ и патогенов. AFP (глубина 3–4 м) обычно размещается глубже, чем обычный факультативный пруд (FP), и представляет собой яму для анаэробного брожения, окружённую стеной. Разработка такой системы в основном поможет предотвратить короткое замыкание, вызванное ветром и проникновением насыщенной кислородом воды, что приведёт к более высокой эффективности удаления как органических веществ, так и азота, а также устранению неприятных запахов, таких как H_2S (Tom et al., 2021).

С другой стороны, HRAP имеют небольшую глубину (0,2–1 м) с непрерывным перемешиванием лопастным колесом и более высокой HRT. Небольшая глубина пруда и постоянное перемешивание помогают поддерживать однородность условий пруда и взвеси водорослей, что, в свою очередь, ускоряет процесс фотосинтеза водорослей. Улучшение дезинфекции также наблюдается из-за сильного воздействия УФ-излучения солнечной радиации и высокого уровня pH и DO в воде. ASeP в этой системе очень важен и полезен для удаления взвешенной биомассы водорослей и бактерий в сточных водах. Соотношение длины к ширине в ASeP составляет 5:1, где возле дна пруда расположена впускная труба, а у поверхностного водослива расположен выпуск. Осевшие водоросли, содержащие твердые вещества, можно собирать со дна этого пруда каждые 4–6 месяцев. Пруды дозревания

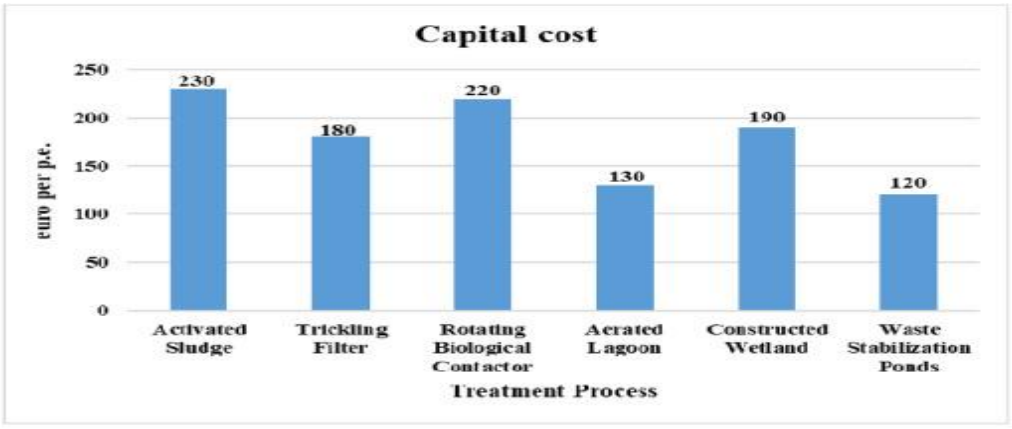
также в основном используются для дезинфекции, удаления остатков не расселённой биомассы водорослей с помощью выпаса зоопланктона и патогенов путём инактивации, опосредованной солнечным светом, седиментации и хищничества (Tomet al., 2021).

Оценка стоимости и доступности земли для прудов-стабилизаторов отходов. Обработка WSP предпочтительнее других традиционных методов очистки из-за более высокой эффективности удаления загрязняющих веществ при меньших затратах. В любом ПОБВ расходы на очистку сточных вод или сточных вод в основном включают капитальные затраты, затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание, а также приобретение земли. Таким образом, оценив эти затраты, можно решить, будет ли проект осуществим или нет. Международный центр водоснабжения и санитарии (IRC) считает WSP наиболее экономически эффективной технологией очистки сточных вод, позволяющей удалить патогенные микроорганизмы.

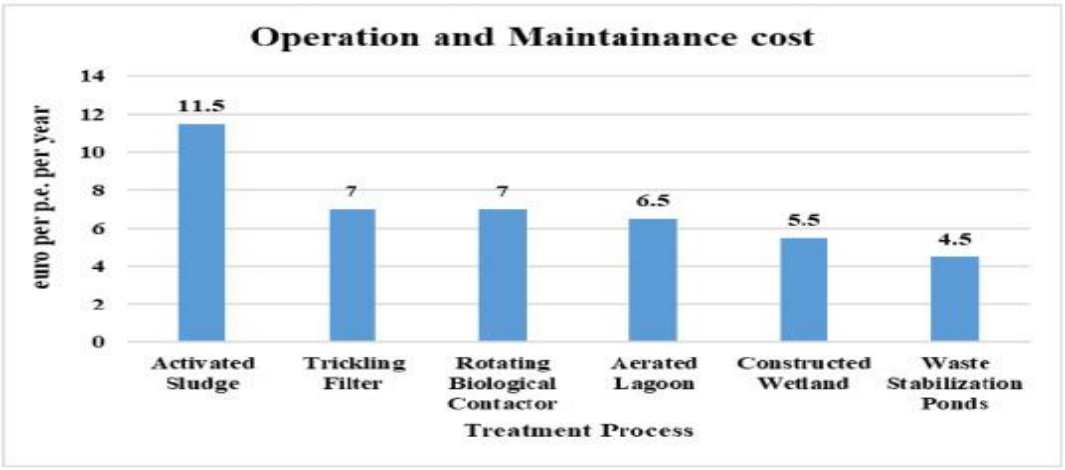
Капитальные затраты, на эксплуатацию и техническое обслуживание WSP-пудов, ниже по сравнению с другими биомеханическими системами, такими как процесс с активным илом, вращающийся биологический контактор, капельный фильтры т. д. Исследования, проведённое 2007 году подтверждает, что капитальные затраты, при эксплуатации и техническом обслуживание различных технологий очистки сточных вод, не столь значительны.

Так во Франции для населения с эквивалентной численностью 1000 человек и пришли к выводу об экономической эффективности WSP по сравнению с другими технологиями (рис. 13 a и b). Однако это зависит от наличия региона строительства, земли и ее цены и стенок пруда, а также стоимость впускного и выпускного сооружения.

Капитальные затраты или инвестиционные затраты в основном включают затраты, необходимые для приобретения земли, стоимость земляных работ, облицовку дна и прочее.



a. Capital cost comparison of various treatment processes.



b. Operation and maintenance of various treatment processes.

Рисунок 13 - а. Сравнение капитальных затрат различных процессов очистки; б. Эксплуатация и обслуживание различных процессов очистки

Стоимость WSP варьируется в зависимости от страны и продолжительности времени, поскольку первоначальная стоимость строительства зависит от затрат на рабочую силу и материалы, которые не являются одинаковыми во всем мире (Tom et al., 2021).

Затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание WSP включают затраты на персонал, затраты на ремонтные работы и затраты на удаление шлама. Эти затраты важны для достижения оптимальной эффективности переработки отходов и достижения требуемой надёжности.

В большинстве проектов ПОБВ стоимость земли, на которой будут построены стабилизационные пруды, является основным фактором,

влияющим на общие капитальные затраты. Потребность в земле может быть оценена заранее в соответствии с требованиями обработки, но стоимость не может быть оценена заранее, поскольку она зависит от места обработки и стоимости земли в этом месте в определённое время (Tom et al., 2021).

Для аэробных прудов потребность в земле велика, поскольку глубина небольшая, но для факультативных прудов, прудов для созревания и анаэробных прудов потребность в земле меньше по сравнению с аэробными прудами, поскольку глубина больше. Первоначально стоимость инвестиций или стоимость строительства в основном зависит от стоимости покупки земли и облицовки. В тематическом исследовании, проведённом, 98% стоимости строительства (первоначальных инвестиций) WSP вложено в землю и облицовку. Общая стоимость капитальных или инвестиционных затрат оценивалась в 704850 евро, из которых стоимость земли составляла 47,6%, а стоимость облицовки - 50,1% от общей суммы инвестиций. Стоимость земляных работ, а также входных и выходных сооружений составила всего лишь 2%. В местах, где земля внезапно доступна и стоимость земли низкая, затраты на облицовку можно свести к минимуму. Футеровка в основном делается для предотвращения эрозионной активности почвы. Таким образом, места с большим количеством насаждений и хорошими почвенными условиями в значительной степени сведут к минимуму затраты на облицовку. Затраты на техническое обслуживание и эксплуатацию также играют роль в WSP, но не имеют большего значения по сравнению с инвестиционными затратами (Tom et al., 2021).

В тематическом исследовании, проведёнными учёными, затраты на персонал и удаление шлама составили 96,5% от общей стоимости технического обслуживания проекта, которая составила 282,8 евро, а 3,5% было использовано на ремонтные работы. Стоимость строительства ПОБВ сравнительно выше по сравнению с другими традиционными методами очистки. Общие инвестиционные затраты в год для эквивалента населения в

2700 человек составили 704 - 850 евро для WSP и 275 - 872 евро для CW. Инвестиционные затраты выше из-за более высоких требований к земле, тогда как затраты на содержание WSP сравнительно ниже по сравнению с другими традиционными методами очистки. Затраты на содержание в год для эквивалента населения в 2700 человек составили 283 евро для WSP и 23300 евро для CW, что с учётом требований к земельной площади и стоимости факультативные пруды и не аэрированные или аэрированные каменные фильтры должны быть предпочтительнее, чем водно-болотные угодья, построенные с вторичным подземным горизонтальным потоком. Для вторичного CW требуется на 60 процентов больше земли, чем для вторичного факультативного пруда, чтобы очистить сточные воды, до требуемых показателей. Стоимость WSP варьируется в зависимости от страны и продолжительности времени, поскольку первоначальная стоимость строительства зависит от затрат на рабочую силу и материалы, которые не являются одинаковыми во всем мире (Tom et al., 2021).

В ходе различных исследований было замечено, что капитальные затраты на различные системы очистки в значительной степени зависели от стоимости земли и необходимых строительных материалов. Традиционные методы очистки показали меньшую потребность в земле на единицу объема очищенных сточных вод по сравнению с методом WSP, но затраты на техническое обслуживание и эксплуатацию были выше. Следовательно, в местах, где земля имеется в изобилии, ПОБВ являются лучшими методами очистки, поскольку их можно использовать для очистки большого количества сточных вод с минимальным вредным воздействием на окружающую среду. В местах, где стоимость земли выше, системы очистки следует выбирать с точки зрения эффективности очистки, а общую стоимость проекта и борьбу с экологическим ущербом также можно рассматривать выше стоимости (Tom et al., 2021).

Биоценоз – это исторически сложившаяся совокупность животных, растений, грибов и микроорганизмов, населяющих относительно однородное жизненное пространство (определённый участок суши или акватории), и связанных между собой и окружающей их средой. Биоценозы возникли на основе биогенного круговорота, и обеспечивают его в конкретных природных условиях. Биоценоз — это динамическая, способная к саморегулированию система, компоненты которой (продуценты, консументы, редуценты) взаимосвязаны.

При нормальном функционировании природных биоценозов вопрос об отходах жизнедеятельности не возникает благодаря возможности использования продукта жизнедеятельности одного вида в качестве исходного продукта для другого биологического вида или видов. При этом строго соблюдается баланс между количеством производимых и потребляемых продуктов жизнедеятельности (Глазкова, Субботина Ю.М., 2017; Субботина, КубГАУ, 2018).

Антропогенный прессинг на окружающую среду приводит к нарушению биологического равновесия в ней из-за концентрации различных видов индустриализованных производств.

Интенсивное строительство в конце 60-х и начала 70-х годов животноводческих комплексов и в частности по выращиванию и откорму свиней на 12, 24, 54, 108, 216 тыс. голов в год создало ряд проблем научно-технического, экологического, ветеринарно-санитарного характера. Эти проблемы связаны в основном с хранением, утилизацией и обеззараживанием навоза, так как гидростатическая нагрузка навозных стоков в комплексах применяющих гидросмыв составляло от 600 до 8000 $м^3$ в сутки (Субботина, КубГАУ, 2018).

Метод биологической очистки сточных вод известен достаточно давно, так в средние века сброс сточных вод в городах осуществлялся в крепостные рвы заполненные водой. Совместная биологическая очистка и выращивание

гидробионтов, в том числе и рыбы так же имеет древние корни. Первый в России эксперимент по выращиванию товарной рыбы на сооружениях очистки бытовых стоков, поступающих, по каскаду биологических прудов описан в работе В.А. Мейна в 1932 году (Глазкова, Субботина, 2017; Субботина, КубГАУ, 2018).

Исследования по вопросам биологической очистки носили в те времена эпизодический характер и не рассматривали проблему в целом, т.к. в те годы еще не встала во всей остроте проблема охраны окружающей среды, не возникал вопрос об истощении водных ресурсов.

Метод рыбоводно-биологической очистки навозных стоков свиноводческих комплексов в России был предложен сотрудниками Московской областной рыбоводно-мелиоративной станции (в дальнейшем ВНИИР), учёных ВИЖ, и в 1976 году началась первая производственная проверка этого способа в свиноводческом экспериментальном хозяйстве ВИЖ «Кленово-Чегодаево» Московской области (Субботина Ю.М., КубГАУ, 2018; Субботина., патент, 1999).

Основоположник экологического направления в микробиологии С.Н. Виноградский (1888 - 1999) показал, что деятельность микроорганизмов в природе представляет собой саморегулирующий процесс, указывая, таким образом, на необходимость исследования не только физиологии и экологии отдельных видов, но и всего сообщества в целом в его естественном местообитании.

Бактериопланктон водоёмов представлен в виде свободно живущих клеток (одиночек), агрегатов клеток (колоний) и клеток, прикреплённых к детритным частицам. Соотношение свободноживущих и прикреплённых групп бактерий в водоёмах различной трофности сильно колеблется. В олиготрофных водоёмах доля одиночных бактерий значительно ниже, чем в загрязненных.

Бактерии, находящиеся в этих трёх состояниях, имеют разную физиологическую активность, что предполагает возможность дифференцированной трансформации растворённой органики.

Вторым немаловажным фактором является то, что крупные бактериальные агрегаты легко отфильтровываются разными группами зоопланктона («грубыми» и «тонкими»), тогда как одиночные бактериальные клетки – в основном, «тонкими» фильтры. Поэтому изучение структуры бактериопланктона крайне необходимо для правильного понимания микробиологических процессов (Субботина., КубГАУ, 2018).

Следующим звеном биологической очистки и трофического круговорота вещества является фотосинтетическая активность микроводорослей. Жизнедеятельность сообщества микробиоты направлена, в основном, на минерализацию органического вещества и создание условий для жизнедеятельности фитопланктона и других организмов. Имеющиеся в прудах водоросли активно используют биогенные вещества (азот, фосфор и др.), выделяя при этом кислород и стимулируя деструкцию растворённых органических веществ. Процессы самоочищения навозных стоков можно ускорить инокулировав в пруд альгологический полинокулянт, а также макрофитов, которые активно поглощают различные загрязнения. Наличие альгологического полинокулянта гарантирует быстрое удаление биогенов (Телитченко, 1969; Телитченко, 1970; Субботина., 1999; Субботина, Смирнова, 2001; Субботина, КубГАУ, 2018).

Очистки сточных вод микроводорослями. В любом ПОБВ основным механизмом удаления загрязняющих веществ является водорослево-бактериальный симбиоз. Водоросли управляют процессом удаления отходов внутри пруда, и в последние годы биологическая очистка сточных вод с использованием биомассы водорослей приобрела большое значение. Водоросли играют важную роль в технологии очистки прудов, поскольку они поглощают углекислый газ, фосфаты и соединения азота, такие как аммиак,

нитраты, используя минеральные и органические вещества для роста своих клеточных стенок и увеличения биомассы. Увеличение биомассы водорослей приводит к более интенсивному фотосинтезу, что, в свою очередь, приводит к более высокому производству кислорода, который помогает бактериям разлагать органические вещества, попадающих в пруд со сточными водами. Значимость этих систем очистки сточных вод, связанных с водорослями, возрастает из-за их простоты в эксплуатации и обслуживании по сравнению с традиционными методами очистки. Эти системы при более низкой стоимости обеспечивают такую же эффективность и результативность очистки сточных вод. Биомасса водорослей не только помогает в очистке сточных вод, но также может быть использована для производства биотоплива, азотных и фосфорных добавок, которые можно использовать в сельскохозяйственных целях и подвергать процессу ферментации для получения энергии из метана (Tom et al., 2021).

Существуют различные виды водорослей, которые эффективно удаляют отходы из прудов. *Chlamydomonas* и *Euglena* — одни из распространенных видов, встречающихся в WSP. В HRAP чаще всего встречаются виды водорослей *Scenedesmus acutus*, обладающие более высокой эффективностью удаления TSS. *Chlorella vulgaris* и *Oscillatoria brevis* также эффективны, при удалении отходов в условиях HRAP. Некоторые из других видов, которые могут быть использованы в WSP, включают *Euglenophyta*, *Chlamydomonas*, *Eudorina*, *Navicula, Cyclotella Anabaena*т. Микроводоросли, такие как *Dunaliella, Chlorella, Ankistrodesmus, Scenedesmus, Euglena, Chlamydomonas, Oscillatoria, Micractinium и Golenkinia* и т. д., в основном встречаются в различных WSP. Наиболее толерантными восемью родами водорослей WSP являются *Euglena, Oscillatoria, Chlamydomonas, Scenedesmus, Chlorella, Nitzschia, Navicula* и *Stigeoclonium* (Tom et al., 2021).

Нитчатые водоросли, часто называемые микроводорослями, наиболее эффективны при очистке сточных вод. Эти нитчатые водоросли в основном относятся к группе водорослей из отдела Chlorophyta (зеленые водоросли), клетки которых соединены продольно, образуя длинные нити. В пресной воде можно встретить несколько нитчатых водорослей, но лишь немногие из них способны очищать сточные воды. Нитчатые водоросли из родов *Oedogonium, Cladophora, Spirogyra, Rhizoclonium, Microspora, Klebsormidium* и *Stigeoclonium* являются доминирующими видами в системах очистки сточных вод от водорослей. *Спирогиры* эффективно усваивают фосфор в своих клетках, а Cr поглощается *Oscillatoria. Chlorella vulgaris* может удалять Cd, Cu и Zn, а *Scenedesmus chromelloides* (Tom et al., 2021).

Российским учёным, в том числе и автору этого научного труда занимавшимся проблемой утилизации и обеззараживанием сточных вод удавалась добиться удаления на 95 - 99,0% органических веществ сточных вод и 99,9% удалением болезнетворных бактерий кишечной палочки. Изучение химико-биологического состава сухой биомассы фитопланктона свидетельствует о ее высокой кормовой ценности. Протеина в ней содержится до 40%, в его состав входят все незаменимые аминокислоты. Кроме того, в состав фитопланктона входят минеральные вещества, витамины, ферменты. Высушенная биомасса фитопланктона, добытого из водорослевых прудов очистки, может использоваться на корм крупному рогатому скоту, птице и свиньям (Субботина, КубГАУ, 2018; Субботина, патент на изобретение, 1999).

1.3 Метод очистки сточных вод зоопланктоном

Разработка и использование технологии проточного культивирования кормовых гидробионтов на рыбоводно-биологических прудах богатых органическим веществом, является высокоэффективным рентабельным

способам использования побочной продукции цеха очистных сооружений (Субботина, КубГАУ, 2018).

Пищевые взаимоотношения зоопланктона с бактерио - и фитопланктоном описаны достаточно подробно Гутельмахерером Б.Л., Садчиковым А.П., Монаковым А.В., Сущеня Л.М., Телитченко М.М. Основными источниками пищевых ресурсов зоопланктона являются водные бактерии и одноклеточные водоросли. В процессе жизнедеятельности, низшие ракообразные выделяют продукты, которые в свою очередь стимулируют фотосинтез и прирост биомассы водорослей. Значение бактериопланктона и питание зоопланктона зависят от степени его концентрации и агрегированности (Телитченко, 1964; Телитченко, 1965; Гутельмахерер, 1979; Гутельмахерер, 1988; Телитченко, 1992; Субботина., патент на изобретение, 1999; Никулина и др., 2007; Глазкова, Субботина, 2017; Субботина, КубГАУ, 2018).

В процессах самоочищения сточных вод принимает участие весь комплекс биоценоза, включающий водных растений, животных, бактерий, зоопланктона, грибов, рыб. Одни из них обладают механической очистительной способностью, другие могут аккумулировать в своих органах химические соединения, третьи – минерализуют сложные загрязняющие вещества, обладающие мутагенными и канцерогенными свойствами. Несомненно, наибольшую роль в этих процессах играют бактерии, другие одноклеточные микроорганизмы, грибы, простейшие в комплексе с водной растительностью (Субботина, КубГАУ, 2018).

Необходимо отметить, что очистительной способностью обладает стабильный комплекс организмов, составляющих биоценоз экосистемы. Чем богаче видовое разнообразие, тем быстрее осуществляются эти процессы (Субботина, КубГАУ, 2018; Садчикова, 2014).

В стабильной экосистеме синтезированное фитопланктоном органическое вещество утилизируется зоопланктоном. При этом в

сообществе развиваются те виды водорослей, к которым приспособлено зоопланктонное население. Неиспользованное органическое вещество, экскременты разлагается в толще воды или оседает на дно, где потребляются донными бактериями и другими клетками. Всех их, в конечном счёте, потребляют рыбы. Таким образом, круг замыкается. Достаточное количество кислорода в водоеме способствует более полному окислению органического вещества. Большое разнообразие видов (как животных, так и растений) позволяет такой экосистеме существовать стабильно и достаточно долго (Субботина Ю.М., КубГАУ, 2018).

Роль зоопланктона в рыбоводно-биологических прудах велика, как и водорослей на определённой ступени очистки. Зоопланктон, как никто из водных организмов утилизирует мелкий бактериопланктон, детрит и трансформирует их энергию на более высокий уровень. Сам же зоопланктон является пищей для более крупных беспозвоночных и рыб.

Измеряя биомассу и численность организмов различных сообществ биологической очистки, мы можем дать лишь статистическое описание сообществ, характеризующего его на момент взятия пробы. Динамика функционирования сообществ описывается потоком энергии, переходящим с биомассой от одного трофического уровня к другому. Потоки энергии характеризуются скоростью переноса энергии и питательных веществ от организма к организму по пищевым цепям.

Учёные выделяют факторы среды, оказывающие влияние на скорость биотической трансформации органического вещества. Большое внимание уделяются размерам организмов, масса многих из них различается на несколько порядков. Сложившиеся в экологической физиологии представление о связи между массой организма и скоростью его роста, потребление кислорода и пищи свидетельствует о том, что чем меньше масса тела, тем более интенсивно протекают эти процессы (Субботина, КубГАУ, 2018).

В естественных условиях зоопланктон действует как своеобразный бактериальный фильтр. Снижение численности бактерий благодаря фильтрации зоопланктона может достигать 99,5% в поверхностных и глубинных слоях пруда (Садчиков, 2007; Глазкова, Субботина, 2017; Субботина, КубГАУ, 2018).

Так в естественных биоценозных сообществах две трети первопищи рассеивается бактериями в процессе обмена. Суммарная продукция зоопланктона, простейших и бентоса ограничивается 1,1 – 1,5 % от энергии первопищи. Продукция хищного зоопланктона от продукции фильтраторов составляет 10 - 15%.

1.4 Технология выращивания рыбы в рыбоводно-биологических прудах

Пруды со сточными водами. Это ещё одна модернизированная прудовая система, в которой используется большая часть симбиотических отношений между разлагателями, такими как бактерии, первичными продуцентами, такими как водоросли и растения, и потребителями, такими как зоопланктон и рыбы, в водной пищевой сети. Первичные продуценты, т.е. водоросли и растения, поглощают питательные вещества из исходных материалов и процессов разложения. Разрушители (бактерии) в пруду получают углерод и питательные вещества из притоков пруда. Потребители, то есть зоопланктон и рыбы, помогают в процессах выделения, дыхания и распада первичных продуцентов. Рыбы в пруду в основном питаются обильными клетками водорослей и зоопланктоном, что, в свою очередь, приводит к снижению содержания взвешенных веществ и питательных веществ в конечных сточных водах. Это позволит получить ценную рыбную биомассу, которую, в свою очередь, можно будет использовать в качестве корма для животных и человека.

В основном их можно разделить на два типа: монокультуру, при которой выращивается только один вид рыбы, и поликультуру, при которой выращивается несколько видов рыбы. Рыбы, выращиваемые в таких прудах, должны быть травоядными или всеядными из-за неблагоприятных условий пруда и более низкого уровня растворённого кислорода. Такие рыбы, как тилапия, китайский карп и индийский карп, являются лучшими примерами, которых можно выращивать в таких прудах. Благодаря более высокой экономической выгоде и значительному экономическому росту такие виды прудов получили широкое распространение во многих странах мира (Tom et al., 2021).

При хорошо отлаженной технологии прудового рыбоводства доля карпа в общем потоке энергии составляет от 2,0 до 4,7% первопищи.

Введение в рыбоводный пруд кроме карпа и карася, растительноядных рыб имеет огромное влияние на поток энергии, сокращая трофическую цепь, а следовательно и траты на обмен. Растительноядные рыбы, питаясь фитопланктоном, бактериями и детритом потребляют около 17% суммарной продукции растений в водоёме (фитопланктон + макрофиты) (Субботина, КубГАУ, 2018; Глазкова, Субботина, 2017).

Для более полного понимания сути процессов, происходящих во время биологического самоочищения сточных вод, необходимо знать пути, по которым происходит передача энергии в сообществах, а также степень воздействия различных физико-химических условий среды на поток энергии. Высшими консументами III порядка в трофической цепи рыбоводно-биологических прудов каскада очистки является рыбы - планктофаги (Субботина, 1999; Субботина, патентна изобретение, 1999; Субботина и др., 2001; Субботина, 2008; Глазкова, Субботина, 2017; Субботина, КубГАУ, 2018).

1.5 Эффективность переработки птичьего помета в органическое удобрение на птицефабриках

Сырой помет имеет неприятные свойства: обладает сильным зловонным запахом, содержит большое количество семян сорняков, яиц и личинок гельминтов и мух, множество микроорганизмов, среди которых нередки возбудители опасных заболеваний. В связи с этим методы хранения навоза должны обеспечивать его дезинфекцию и максим возможного предохранения от потерь элементов питания.

Для достижения этих целей используются различные методы его обработки: компостирование, добавление химических ингредиентов, смешивание с веществами, способными уничтожить неприятные запахи и фиксировать азот, термический метод обезвоживания и дезинфекции. Сушка помета при температуре 600-800°С уничтожает патогенные микроорганизмы и семена сорняков. Снижение влажности помета с 75 - 80 % до 20 - 25 % уменьшает массу конечного продукта в 3 - 4 раза. Подсушенный помет представляет собой высококонцентрированное органическое удобрение, лишённое зловонного запаха, с сбалансированными химическими и физическими свойствами.

Преимущество такого проекта неоспоримы. Его внедрение на птицеводческих фермах позволит перерабатывать птичий помет в больших объемах и больше не скапливать его на полях и не нанимать специальные службы по вывозу отходов, что облегчит экологическую ситуацию. На сегодняшний день часть помета поступающего с птицефабрик, принадлежащих агропромышленному холдингу ОАО «Русгрэйн Холдинг» (Управляющая компания ООО «Русское зерно»), выдерживается на специальных бетонированных площадках в течение 18 месяцев и после вывозится на прилегающие территории. За это период птичий помет не только теряет свои опасные свойства, но и постепенно сокращает содержание полезных органических соединений в своём составе. Помимо прочего такая

высокая концентрация хоть и «неопасного» компоста не только не приносит пользы почве, но и отравляет её. За накопление птичьего помета компании, выплачивают государству большие деньги (Субботина., РГАЗУ, 2014; Субботина, 2020).

Пользуется услугами специальных служб, управляющая компания ООО «Русское зерно», по договору вывозят птичий помет с птицеперерабатывающих производств. Органическое удобрение в дозированных объёмах вносимые в почву, выступает средством повышения плодородия почв, что является положительной стороной утилизации птичьего помета. Переработанный помет, можно реализовать на рынке удобрений и получить от этого дополнительный доход, т.к птичий помет высоко ценится, и не уступает по своей эффективности минеральным удобрениям.

В таблице 8 указаны объёмы помета со всех птицефабрик агропромышленного комплекса ОАО «Русгрэйн Холдинг» (Управляющая компания ООО «Русское зерно»), а так же соответствующее количество органического удобрения, которое возможно получать при переработке данного объёма птичьего помета.

Таблица 8 - Объём помета со всех птицефабрик за год и данные по соответствующему количеству удобрения

Птице фабрика	**Объем помета в сутки, т**	**Объем помета в год, т**	**Влажность помета, %**	**Влажность удобрения, %**	**Объем полученного удобрения, т**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
ТБ	90	32 850	73	27	12 150
УПФ	90	32 850	73	27	12 150
БПФ	450	164 250	73	27	60 750
АПФ	200	73 000	73	27	27 000
ТПФ	80	29 200	73	27	10 800
ЮПФ	10	3 650	73	27	1 350
Итого	920	335 800	73	27	124 200

Далее в таблице 9 указана средняя на рынке цена органического удобрения. Представлено два типа удобрения: яичное удобрение от кур несушек и бройлерное – от кур бройлеров.

Таблица 9 - Средняя по рынку цена органического удобрения

Наименование удобрения	Цена реализации 1 т, руб.
1	**2**
Органическое удобрение бройлерное	1 183
Органическое удобрение яичное	2 369

В таблице 9, исходя из данных о стоимости органического удобрения, объёмах его производства и ежегодных расходов на материалы (на топливо и энергию, на оплату труда, отчисления на социальные нужды, налог на имущество и на амортизацию). Произведён расчёт прибыли, которую должна приносить переработка птичьего помета, с учётом реализации всего объёма произведённого органического удобрения.

В таблице 10 приведён расчёт эффективности проекта, а в таблице 7 производится расчёт окупаемости непосредственно всего проекта. Учитываются единовременные затраты на покупку оборудования и затраты на оборудование площадок для производства органического удобрения на всех птицефабриках компании ОАО «Русгрэйн Холдинг» (Управляющая компания ООО «Русское зерно»).

В июне месяце отмечалось потемнение ила в аэротенке, что мы связывали с значительными перегрузками азротенка и высокой концентрацией поступающих стоков, которое, по-видимому, привело к нарушению жизнедеятельности микронаселения активного ила и частичной его гибели, что незамедлительно нарушило нормальную работу азротенка, и как следствие этого, в очищенной воде отмечалась высокая концентрация взвешенных веществ и повышенная мутность (Субботина, «Перо», 2016).

И так же учитывается планируемый доход с продажи этого удобрения. По подсчётам аналитиков с теми объёмами помета, которые компания имеет сейчас, и при условии реализации всего производимого органического удобрения весь проект окупиться примерно через 1,5 года.

Таблица 10 – Расчёт эффективности проекта

Расчёт прибыли проекта, тыс. руб.	**1-ый год**	**2-ой год**	**3-ий год**
1	**2**	**3**	**4**
Доходная часть	289 381	289 381	289 381
Продажа удобрения Экономия затрат на утилизацию помета	265 381 24 000	265 381 24 000	265 381 24 000
Расходная часть	140 343	140 343	140 343
Расходы на материалы Расходы на топливо и энергию Расходы на оплату труда Отчисления на соц. нужды Налог на имущество Амортизация	59 036 10 991 31 204 6 553 4 586 27 973	59 036 10 991 31 204 6 553 4 586 27 973	59 036 10 991 31 204 6 553 4 586 27 973
Прибыль	149 038	149 038	149 038

Одно из российских предприятий, которое активно изучает вопрос утилизации птичьего помета с максимальной эффективностью, является компания ОАО «Русгрэйн Холдинг» (Управляющая компания ООО «Русское зерно»). Птицеводческие предприятия компании производят 335 800 тыс.т помета в среднем за год, что эквивалентно 124 200 тыс.т органического удобрения (Тарханов, 2006; Тарханов, Тарханова, 2009).

В рамках данного исследования была произведена оценка проекта по переработке помета в органическое удобрение и его последующую реализацию, которая показала, привлекательность проекта с экономической и экологической точек зрения.

При консервативном сценарии окупаемость такого проекта для компании составит всего 1,5 года, что является достаточно высоким

показателем для проектов, реализуемых в агропромышленном секторе, так же как и использование органических удобрений на основе птичьего помета, которые значительно повышают плодородность почв, а таблице 11 представлен расчёт окупаемости проекта.

Таблица 11 – Расчёт окупаемости проекта (при объёме помета в год не менее 340 тыс. т.)

Расчёт окупаемости проекта, тыс. руб.	**1-ый год**	**2-ой год**	**3-ий год**
1	**2**	**3**	**4**
Операционный денежный поток	177 011	177 011	177 011
Продажа удобрения Экономия затрат на утилизацию помета Операционные расходы	256 381 24 000 -112 370	256 381 24 000 -112 370	256 381 24 000 -112 370
Инвестиционный денежный поток	- 230 909	0	0
Площадка для компостирования Пометная карда для хранения жидкого помета Техника для транспортировки помета Оборудование для перемешивания компоста Установка на пометных кардах сепаратора	- 37 322 - 20 339 -41 525 -119 011 -12 712	-	-
Итог : Свободный денежный поток	-53 899	177 011	177 011

Таким образом, переработка помета в органическое удобрение имеет исключительно положительное воздействие, как на окружающую среду, так и на результаты компании (Тарханов, 2008, Тарханов, Тарханова, 2009; Тарханов, 2010).

Так, птичий помет в качестве удобрения может быть использован в чистом виде или в виде компостов, а также может служить сырьем для производства различного вида удобрений (например, сухого помета). Такой помет, являющийся отходом крупных птицеферм, в чистом виде без дополнительной переработки, использоваться в сельском хозяйстве не может, поэтому необходимо:

– Как можно скорее приступить к реализации данного проекта, что бы снизить негативное экологической влияние со стороны птицеводческих производств на окружающую экосистему.

– За счёт производства органических удобрений внести свой вклад в повышение плодородности почвы.

– Повысить доходы путём получения прибыли от реализации органического удобрения.

–Изучить методы иностранных специалистов, чтобы всегда быть в курсе новых технологий, не отставать от прогресса, и от конкурентов.

Дальнейшее тиражирование метода утилизации птичьего помета на собственном примере, изложенном в работе: «Эффективность утилизации твёрдых и жидких отходов птицеводческого производства» (Субботина., КГАУ, 2014).

1.6 Очистка и санитарно-гигиеническая подготовка сточных вод на предприятиях молочной промышленности

Предприятия по производству масла, сыра и первичной переработки молока в основном сосредоточены в нечернозёмной зоне России, охватывая такие регионы, как центральные области, а также южные районы нечерноземной зоны России. Основная масса этих предприятий расположена в зоне дерново-подзолистых, серых лесных и выщелоченных чернозёмных почв (Субботина, 1993; Субботина, Ш Междунар научн.., 2015).

Российским законодательством закреплён принцип презумпции потенциальной экологической опасности и приоритета экологической безопасности производственной деятельности. Федеральным законом «О техническом регулировании» принятым в 2002 г., были установлены требования по разработке технических регламентов, в том числе применительно к процессам пищевого производства, для которых обеспечение экологической безопасности становится обязательным условием

сельскохозяйственной деятельности (Субботина, Ш Междунар. 2015).

Предприятия молочной промышленности крайне разнообразны по мощности и, следовательно, по объёму образующихся сточных вод. Преобладают средние и маленькие предприятия. Средние предприятия ежегодно сбрасываются в водоёмы около 200 - 250 тыс. м³/год неочищенных или слабо очищенных сточных вод (Субботина, 2015).

Малые предприятия сбрасывают до 50 - 70 тыс. м³/год сточных вод. Сточные воды предприятий по переработке молока отличаются большим своеобразием. Они содержат много органических веществ, в числе которых много белковых соединений, которые быстро загнивают и приводят к загрязнению атмосферы. Сточным водам свойственно высокое содержание удобрительных элементов (азота, калия). Поэтому они представляют интерес для сельского хозяйства, как источник удобрений (Субботина, 2008; Субботина, Ш Междунар.научн…, 2015; Субботина, 2017).

В технологии производства не используются какие-либо токсические вещества. Определённую опасность представляют стоки от засолки сыров, где используется высококонцентрированный раствор хлористого натрия (NaCl) от 20 - 25%. Эти стоки образуются на маслосырзаводах и периодически сбрасываются небольшими объёмами в общий коллектор сточных вод. В результате этих сбросов общий сток заметно ухудшается по многим Стоки предприятия молочной промышленности высококонцентрированные. Содержат 25 л/л растворённых солей, много солей натрия (25,3 г/л) и органических соединений (3 г/л). Такие стоки необходимо удалять из общего объёма сточных вод. Изучение химического состава сточных вод Ковылкинского маслосырзавода показало, что общий сток завода из прудов-накопителей, где сточные воды длительно хранятся и отстаиваются, характеризуется более благоприятным составом. Он имеет нейтральную или щелочную реакцию, менее высокую концентрацию растворенных веществ (1,4 г/л), бикарбонатно-хлоридный состав. В составе

солей преобладают соли натрия. Удобрительная ценность и содержание органических веществ снижается, воды становятся пригодными для орошения сельскохозяйственных культур. На данном объекте стоки из солевых ванн вывозятся мобильным транспортом, следовательно, изолируются от общего объёма сточных вод ряда предприятий молочной промышленности (Субботина, Ш Междунар.научн…, 2015).

В таблице 12 и таблице 13 представлены данные о химическом составе и удобрительной ценности сточных вод ряда предприятий молочной промышленности. На примере ОАО «Надежда» Ковылкинский маслосырзавода республики Мордовия, которое является типичным предприятием по производству масла и сыра, приведены данные химического состава сточных вод по основным циклам технологического процесса и общего стока завода.

На всех стадиях технологического процесса, образующиеся сточные воды, имеют, кислую реакцию, высокое содержание органических веществ и биогенных элементов (Рекомендации по использованию сточных вод сахарных заводов и маслосырзаводов для орошения…., 1984; Субботина, 2017).

Содержание органических веществ (ХПК) варьирует от 6,5 до 7,7 мгО/л, общего азота - от 105 до 216 мг/л, калия от 56 до 223 мг/л (исключая стоки солевых бассейнов), количество фосфора 18 - 60 мг/л (Субботина, 2008; Субботина, Ш Междунар. научн. , 2015; Субботина, 2017).

Стоки предприятия молочной промышленности высококонцентрированные. Содержат 25 г/л растворённых солей, много солей натрия (25,3 г/л) и органических соединений (3 г/л).

Такие стоки необходимо удалять из общего объёма сточных вод. Изучение химического состава сточных вод Ковылкинского маслосырзавода показало, что общий сток завода из прудов-накопителей, где сточные воды длительно хранятся и отстаиваются, характеризуется боле благоприятным

составом.

Он имеет нейтральную или щелочную реакцию, менее высокую концентрацию растворённых веществ (1,4 г/л), бикарбонатно-хлоридный состав. В составе солей преобладают соли натрия. Удобрительная ценность и содержание органических веществ снижается, воды становятся пригодными для орошения сельскохозяйственных культур. На данном объекте стоки из солевых ванн вывозятся мобильным транспортом, следовательно, изолируются от общего объёма сточных вод.

В таблице 13 представлены данные по сточным водам других масло - и маслосырзаводам. В таблице показан состав общего стока маслосырзаводов республики Мордовии и заводов Владимирской области (Субботина, 1993; Субботина, 2006; Субботина, 2008; Субботина, Ш Междунар. научн…, 2015; Субботина, 2017).

Из данных таблицы видно, что сточные воды в исходном состоянии (до чистки) характеризуются повышенным содержанием взвешенного осадка, растворённых веществ, в том числе органических соединений и солей натрия. Сточные воды перед использованием требуют подготовки к орошению.

В процессе подготовки сточные воды не должны иметь высокого содержания взвешенного осадка, органических соединений и удобрительных элементов. Воды требуют усреднения, отстаивания, изоляции солей натрия. Учитывая, что воды маслосырзаводов обладают высокой удобрительной ценностью, их целесообразно использовать для орошения сельскохозяйственных культур и в первую очередь, кормовых культур (Субботина, 1993; Субботина, 2006; Субботина, 2008; Субботина, Ш Междунар.научн…, 2015; Субботина, 2017).

Рассмотрев химический состав основных категорий и видов сточных вод с учётом технологии производства, можно сделать вывод, что сточные воды пищевой промышленности в своём исходном состоянии характеризуются высоким содержанием взвешенного осадка, растворённых

Таблица 12 - Химический состав сточных вод ОАО «Надежда» Ковылкинского маслозавода республики Мордовия по основным технологическим циклам, мг/л (Субботина, Ш Междунар.научн., 2015; Субботина, 2017)

Категория сточных вод	**pH**	**Взвеш. осадок**	**Сухой остаток**	**Прокал. остаток**	**HCO_3**	**Cl**	**SO_4**	**Ca**	**Mg**	**Na**	**K**	**Азот общ.**	**Азот аммач.**	**P_2O_5**	**ХПК**
Стоки от мойки оборудования	4,8	2970	1815	839	1582	275	203	97	85	142	56	105	8	18	7325
Стоки от котельной	5,65	4744	4451	1920	1801	778	152	192	167	219	223	216	44	24	494
Стоки от бассейнов засолки сыров	6,6	6585	28783	27278	1921	44629	2113	1823	638	25295	810	26	7	60	28843
Общий сток на территории завода	6,5	436	3018	1462	897	271	106	125	94	136	57	135	56	25	6516
Общий сток нас. ст. на территор.завода	5,6	985	4781	34	1425	416	376	343	72	240	90	36	26	16	7777
Накопитель (общий сток завода)	7,4	314	2530	1419	962	340	140	126	91	119	78	139	73	25	1306

Таблица 13 - Химический состав и удобрительная ценность сточных вод предприятий молочной промышленности (Субботина, Ш Междунар.научн., 2015; Субботина, 2017)

Предприятия	**pH**	**Взвеш. осадок**	**Сухой остаток**	**Прокал остаток**	**HCO_3**	**Cl**	**SO_4**	**Ca**	**Mg**	**Na**	**K**	**Азот общий**	**Азот аммиач.**	**P_2O_5**	**ХПК**
Торбеевский маслозавод	4,9 5,6 6,5	4275 1300 1470	3476 2260 2075	1865 1500 1375	1505 518 1372	735 73 131	268 96 123	365 412 210	137 25	370 110 120	75 30 10	81 97 83	36 41 28	24 21 28	5976 2440 2880
Краснослободский маслозавод	5,4 5,6	3970 930	2839 3425	1560 859	937 579	670 52	163 83	280	65 48	482 170	83 30	92 87	38 42	19 20	4386 2184
Аташевский маслозавод	8,1	1870	2000	1500	680	204	164	200	12	310	85	31	66	15	1760
Ставровский молокозавод	5,2	1889	725	390	549	53	161	64	62	32	31	77	46	12	4860

\

веществ, органических соединений, повышенным содержанием биогенных элементов и некоторых веществ, попадание которых в сточные воды нежелательно. Все виды и категории сточных вод в той или иной степени требуют подготовки к орошению. Характер и особенности подготовки их к орошению определяются составом сточных вод, технологией производства, особенностью природных условий зоны орошения. С помощью подготовки, сточные воды должны быть доведены до кондиции пригодной для орошения (Субботина, 1993; Субботина, 2006; Субботина, 2008; Субботина, Ш Междунар научн…, 2015; Субботина, 2017).

Выводы: Проблема утилизации навоза, а особенно сточных вод сельскохозяйственных ферм, птицефабрик, предприятий пищевой промышленности и других предприятий сельскохозяйственного профиля не новая. Нами, начиная с 1989 года на свиноводческом комплексе «Кленово-Чегодаево» Подольского района Московской области благодаря разарботанной технологии и методам очсистки сточнычх вод в рыбоводно-биологических прудах выращивалась молодь карпа, а с 1995 года было начато выращивание сеголеток толстолобика и его гибридов, в 2006 - 2007 г.г была выращена молодь щуки со средней навеске 1,2 грамма а в 2007 - 2008 г.г - 1,5 грамм (Субботина, 1993; Субботина, Ш Междунар. научн…, 2015; Субботина, Кудрявцева, 2018).

Проводимые нами модельные лабораторные эксперименты позволили установить прямую зависимость очистки стоков и сроков гибели условно-патогенной и санитарно-показательной микрофлоры от вносимого объёма микроводорослей. Было отмечено, что увеличение вносимого объёма микроводорослей до 700 - 1000 мл (по сырому весу) способствовало ускорению процесса обеззараживания. Обеззараживание наступает тогда, когда в экспериментальной жидкости устанавливается определённый микробиоценоз.

Бактерии кишечной палочки при объёме водорослей 500 мл,

отмечались на 13 - 15 день; при увеличении объёма микроводорослей до 700 1000 мл кишечная палочка и стафилококк не выделялись уже на 10 день (Субботина, 1993; Субботина¸ Терёшина, 1990; Субботина¸ 2012; Крылов, 2007; Субботина, Ш Междунар. научн…, 2015; Субботина, 2017).

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в Институте ветеринарии, ветеринарно-санитарной экспертизы и агробезопасности ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет «РОСБИОТЕХ», (1987-2024), Производственные испытания в хозяйствах ВИЖ «Кленово-Чегодаево» (1987 - 2016), на свиноводческом комплексе АО «Шуваловский» Костромской области, птицефабрике Краснополянская г. Лобня Московской области, птицефабрике Михневская Ступинского района Московской области, мясокомбинате г. Клин и цветоводческом совхозе «Победа» Московской области, птицефабрике «Центральная» Владимирской области, на БОКС прудах посёлка Старая Купавна Московской области, на Курьяновских очистных сооружениях, в Российском Государственном Социальном Университете (2005 - 2014).

Гидрохимическая, ветеринарно-санитарная и гигиеническая оценка процессов очистки, обеззараживания и утилизации сточных вод в биоэкосистемах осуществлялась комплексно с использованием гидрохимических, микробиологических, гидробиологических методов исследований. Научные эксперименты проводились поэтапно в соответствии с решаемыми задачами. Изучение гидрохимического состава сочных вод изучаемых объектов проводилось в соответствии с действующими инструкциями (Рекомендации по использованию сточных вод сахарных заводов и маслосырзаводов…, 1984; Рекомендации по очистке сточных вод…, 1982; Смирнова, 1997; Субботина, 2023).

1. Лурье Ю.Ю. Рыбникова А.И. Химический анализ производственных сточных вод.- М.: Химия, 1991 – 296 с [129].

2. Лурье Ю.Ю. Унифицированные методы исследования качества вод. М.; Химия МГУ, 1996 –121 с [128].

3. Инструкции по лабораторному контролю очистных сооружений на животноводческих комплексах. Минсельхоз СССР. – М.: Колос. ч. II. ч. III. 1984. – 118 с [67];

4. Режим работы рыбоводно-биологических прудов определяли на основании гидрохимических показателей, активную реакцию среды (pH) определяли потенциометрическим методом в соответствии с ГОСТ 27979-88 [44].

5. Количество растворённого кислород, в полевых условиях определяли с помощью оксиметра.

6. Суммарное содержание окисляющих веществ, биохимическое потребление кислорода, азот - общий, аммонийный и органический, фосфор и другие показатели определяли по методикам, в соответствии с Лурье Ю.Ю. Унифицированными методами исследования качества вод. М.: МГУ, 1996,- 121 с [128].

7. Рекомендациям по анализу сточных вод животноводческих комплексов ВНПО «Прогресс», ВНИИСС. Купавна,1984. – 36 с [200].

8. Использовались Методические указания по санитарно-микробиологическому анализу воды из обследованных водоёмов [153];

9. Определение микобактерий туберкулёза проводили и использованием флотационного метода в соответствии с «Наставлением по диагностике туберкулёза животных» утверждённое Департаментом ветеринарии 18 ноября 2002 М.: 2002. В качестве тест микроорганизма использовали музейный штамм микобактерий туберкулёза В-5 [169].

10. Качественный и количественный и видовой состав альгологический комплекс (АК) микроводорослей определялся согласно рекомендациям ВНПО «Прогресс»: Рекомендации по устройству БОКС прудов в СССР для небольших населённых пунктов, М.:1987.- 35 с [199].

10.1 Рекомендации по очистке и обеззараживанию сточных вод населённых пунктов и птицеводческих предприятий в биологических прудах. М.:1987. – 35 с [201].

Ветеринарно-санитарная и гигиеническая оценка прудов проводилась совместно с сотрудниками ВНИИВСГЭ.

11. Гидробиологические и ботанические исследования проводили в соответствии с методиками:

11.1 Жадин В.И. Методика изучения донной фауны водоёмов и экологии донных беспозвоночных // Жизнь пресных вод СССР. - М-Л.: Изд-во АН СССР, 1956. -Т. 4, ч. 1.- С. 279-382 [58].

11.2. Жадин В.И. Методы гидробиологического исследования// М.: Высшая школа, 1960. – 189 с [69].

11.3 Кузьмин Г.В., Балонов И.М. Фитопланктон. // ВКН. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоёмов. - М.: 1975. – С. 73-90 [99].

11.4 Лепилова Г.К. Инструкция для полевого исследования высшей водной растительности // Инструкция по биологическому исследованию вод. Биология материковых вод. – Л., 1934.- Вып. V, ч. 2 [111].

11.5 Митропольский В.И., Мордухай-Болтовской Ф.Д., Чурикова З.Н. Зообентос и другие биоценозы, связанные с субстратом // Методика изучения биоценозов внутренних водоёмов. – Л.: Наука, 1975.- С.158-178. [156,157].

11.6 Монаков А.В., Мордухай-Болтовской Ф.Д. К методике исследования природной микрофауны // Бюл. Института биологии водохранилищ АН СССР. - 1959. - № 4. - С. 55-59 [163];

11.7 Усачев П.И. Количественная методика сбора и обработки фитопланктона // Тр. Всесоюзного гидробиологического общества. - 1961.- Вып. 11, - С. 411- 415 [379].

Эколого-биологическую оценку степени загрязнения природных вод производили согласно:

Применение биологических и экологических показателей для определения степени загрязнения природных вод (Алимов А.Ф., Бульон В.В., Гутельмахер В.П. Иванова С.И. Водные ресурсы, 1979. № 5. – 153 с. [4]; (Смирнова И.Р., 1997).

Ихтиологические исследования по темпам роста молоди и сеголеток, подращиваемых и выращиваемых рыб, проводили согласно методикам:

13. Методические рекомендации по технологии выращивания рыбопосадочного материала в рыбоводно-биологических прудах, прошедших очистку и обеззараживание в системе биологических прудов и на площадке с высшей водной растительностью // Субботина Ю.М., 1993; Смирнова И.Р., 1997 [149]; Овцов Л.П., Музыченко Л.А., Меркурьев В.С., Субботина Ю.М., Ярных В.С., Жирков Е.И., Смирнова И.Р., РАСХН, М.:1993.- 27 с. [137].

14. Алехин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А., Руководство по химическому анализу вод суши - Л.: Гидрометеоиздат, 1973. - 269 с. [4].

15. Бессонов Н.М., Привезенцев Ю.А. Рыбохозяйственная гидрохимия. М.: Пищевая промышленность, 1987. – 159 с. [19].

16. Привезенцев Ю.А. Гидрохимия пресных водоемов. - М.: Пищевая промышленность, 1973. – 120 с. [191].

17. Ветеринарно-санитарную оценку выращенной рыбы производили по методическим рекомендациям Смирнова И.Р., Друковский С.Г., Крылов А.Н., Серветник Г.Е., Субботина Ю.М., Наумова А.М. Ветеринарно-санитарная оценка качества и ихтиопатологические исследования пресноводной рыбы. Методические рекомендации МГУПБ, ВНИИР. ВНИИВСГЭ. М.: МГУПБ, 2006. – 39 с. [229].

18. Ветеринарно-санитарная оценка качества и ихтиопатологические исследования пресноводной рыбы. Методические рекомендации ВНИИР, ВНИИВСГЭ. М.: 2006 - 39 с. (Субботина, 1993; Смирнова, 1997; Крылов, 2006).

При проведении научно - исследовательских работ по теме диссертации выполнено 3800 санитарно-бактериологических исследований, 5700 гидрохимических анализов, 440 гидробиологических проб, проведено 3700 морфометрических измерений на 1000 экземпляров рыб.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ СРБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Использование микробиоценозов для очистки, детоксикации и обеззараживания сточных вод

Исследования проводились в Институте ветеринарии, ветеринарно - санитарной экспертизы и агробезопасности Федерального государственного бюджетного образовательного учереждения высшего образования Российский биотехнологический университет «РОСБИОТЕХ» (1987 - 2024), на первых этапах в лабораторных условиях, как правило, они сводились к адаптации микроводорослей, к сточным водам хозяйств, с которыми мы работали. При получении положительных лабораторных исследований, мы приступали к исследованиям в условиях производства. Основные производственные опыты с использованием всех биоценозов (микроводоросли, зоопланктон, высшая водная растительность, рыба) были проведены на вновь выстроенных рыбоводно-биологических пудах свиноводческого комплекса «Кленово-Чегодаево».

3.2 Животноводческие стоки

Исследования по данной тематике первоначально осуществлялись в лабораторных условия в лаборатории сточных вод ВНИИ сельскохозяйственного использования сточных вод.

Рисунок 14 - Пруд биологической очистки в экспериментальном хозяйстве «Кленово-Чегодаево» (Субботина и др., 2015)

Рисунок 15 – Рыбоводно- биологический пруд очистки в экспериментальном хозяйстве «Кленово-Чегодаево»

Таблица 14 - Санитарно-гидрохимические показатели модельного лабораторного эксперимента со сточной жидкостью э/х «Кленово-Чегодаево»

Эксп	Номера	Санитарно-гидрохимические показатели в

озиц ия	**проб**	**числителе мг/л; в знаменателе % очистки**							
		ХПК	**$БПК_5$**	**$БПК_{20}$**	**Азот**		**P_20_5**	**Калий**	**Взв. в-ва**
					Аммиач.	**Органич.**			
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
1 сутки	1 2 3	740,0 748,0 675,2	276.3 304,0 190,0	- 400,0 308,0	254,8 310,0 282,0	283,4 334,8 319,9	9,8 - 9,0	49,5 45,0 46,1	237,0 1341, 799,0
7 сутки	1 2 3	633,6 518,4 576,0	166,0 102,0 134,0	330,0 328,0 338,0	270,0 217,0 243,7	300,0 227,6 220,3	44,0 46,1 40,0	49,5 49,0 49,1	42,0 34,0 39,9
	%очистки	**14,7**	**29,5**	**15.5**	**13,8**	**14,9**	-	0,05	**96,2**
15 сутки	1 2 3	518,4 504,0 446,0	90,9 104,0 128,1	- - -	243,0 221,3 210,4	253,6 224,8 219,0	29,0 280 32,0	47,0 160,0 140,0	73,0 531,0 282,0
	%очистки	**27,5**	**45,3**	-	**25,2**	**29,2**	-	-	**62.7**
30 сутки	1 2 3	303,2 316,0 309,6	24,0 18,0 25,0	70,0 50,0 60,0	131.0 120,1 78,0	152,2 80.0 121,0	36,0 36,0 35,1	58,5 75,0 60,7	70,0 86,0 75,9
	%очистки	**54,2**	**73,8**	**85,0**	**63,5**	**60,9**	-	-	**90,2**

В лабораторных условиях проводились экспериментальные работы в 20 литровых аквариумах, куда инокулировался адаптированный альгологический комплекс микроводорослей.

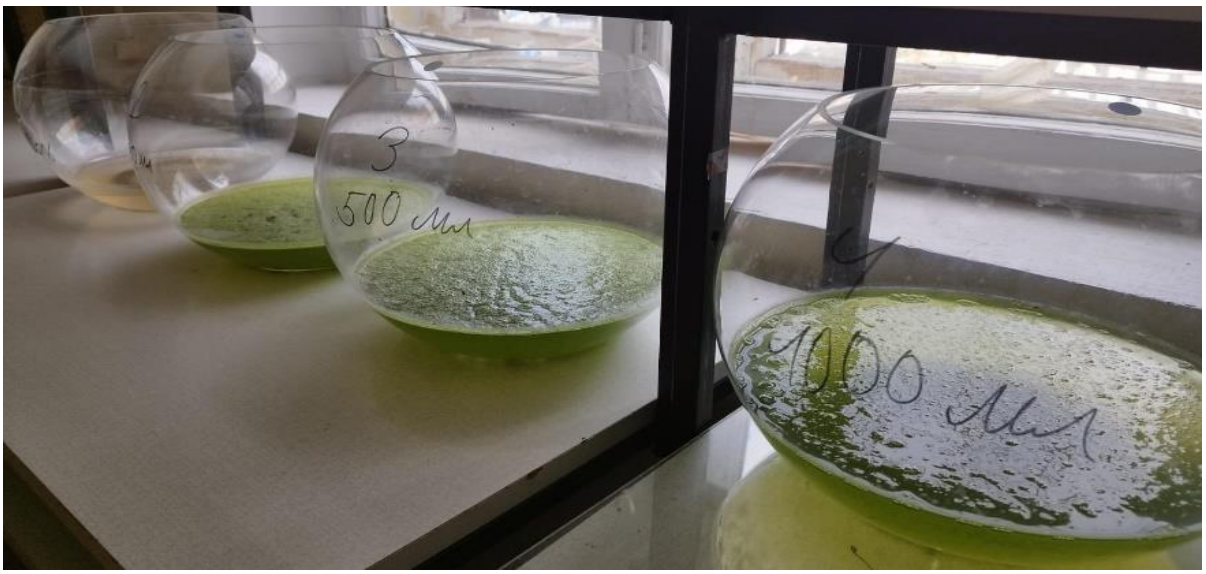


Рисунок 16 – Экспериментальные аквариумы альголизированные микроводорослями

Таблица 15 - Выживаемость условно-патогенной и санитарно-показательной микрофлоры в свиноводческих стоках «Кленово-Чегодаево» в условиях модельного лабораторного эксперимента

Пр о-бы	Коли-во микро водорослей	Микробиологические показатели	Время экспозиции, в днях					
			Исхо дная	5 дней	20 дней	30 дней	50 дней	60 дней
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	-	Микробное число, млн/г Коли-титр Титр стафилококка	8,25 10^{-5} 10^{-4}	8,00 10^{-5} 10^{-4}	6,32 10^{-4} 10^{-3}	3,10 10^{-} 10^{-2}	1,54 10^{-2} 10^{-1}	0,76 10^{-1} 10,0
II	250 мл	Микробное число, млн/г Коли-титр Титр стафилококка	7,70 10^{-5} 10^{-4}	5,21 10^{-3} 10^{-3}	2,00 10^{-2} 10^{-2}	0,4 - 10^{-1}	0,19 - -	- - -
III	250 мл	Микробное число, млн/г Коли-титр Титр стафилококка E-Coli 0142 Микобактерии S-dublin St.aureus Микобактерии В-5	8,50 10^{-6} 10^{-5} + + + +	6,1 10^{-5} 10^{-3} + + + +	3,25 10^{-2} 10^{-2} + - + +	1,12 10,0 10,0 - - + +	0,20 - - - - - -	- - - - - - -

Примечание: + выделены, - не выделены

Комплекс микроводослей обеспечил стабилизацию санитарно-бактериологических и санитарно-гидрохимических показателей (табл.14,15), куда также вносилась условно-патогенная микрофлора (Субботина, 2014; Субботина и др., 2015).

Анализируя выше сказанное, можно утверждать, что вносимый адаптированный альгологический комплекс микроводорослей в условиях модельного лабораторного эксперимента дал положительные результаты и показал, что данный метод может быть использован для очистки и обеззараживания сточных вод свиноводческого комплекса «Кленово-Чегодаево» в каскаде рыбоводно-биологических прудов очистки. Эти данные представлены в таблице 14,15 (Субботина, 2013; Субботина, 2014; Субботина и др., 2015; Субботина, Тамбов: UCJM, 2015).

Очистка и обеззараживание сточных вод экспериментального хозяйства «Клёново-Чегодаево». Начиная с 1985 - 2000 годах хозяйство

«Клёново-Чегодаево» являлось крупным животноводческим предприятием в системе Российской академии сельскохозяйственных наук. Директор экспериментального хозяйства «Кленово-Чегодаево» - член-корреспондент ВНИИЖ Россельхозакадемии профессор, член корреспондент РАСХН (2007) член корреспондент РАН (2014) В.Н. Виноградов. В 2002—2011 директор ВИЖа.

В хозяйстве развито племенное молочное скотоводство и репродуктивное свиноводство. В 2020 г. поголовье коров в хозяйстве «Клёново-Чегодаево» (Московская область) составляло 1381, свиней 6549 свиней (рис.17).

Экспериментальное хозяйство «Клёново-Чегодаево» входило в список 100 крупнейших производителей молока России. Высокие достижения хозяйства в развитии племенного молочного животноводства неоднократно отмечены дипломами и наградами выставок «Звёзды Подмосковья» и «Золотая осень».

Рисунок 17 - Административное здание ВИЖ «Клёново-Чегодаево»

Рисунок 18 – Объекты разведения и выращивания в «Кленово-Чегодаево»

Высокие показатели в хозяйстве достигнуты за счёт улучшения качества кормления животных посредством производства специализированных комбикормов в собственном комбикормовом цехе с использованием новейших достижений и разработок ВИЖ.

Предметом наших исследования являлись сточные воды свиноводческого хозяйства «Клёново-Чегодаево» объёмом 600 м^3, а также их очистка в биологических прудах общей площадью 5,6 га.

Таблица 16 - Санитарно-гидрохимические показатели свиноводческих стоков в рыбоводно-биологических прудах по ступеням очистки, мг/л

Технологические этапы очистки в прудах	**pH**	**ХПК**	**БПК$_5$**	**Азот**			**P_2O_5**	**взвешен. в-ва**
				аммонийный	**органич.**	**общий**		
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**

Стоки после очистных сооружений	7,5	2145,0	609,0	239,9	213,9	471,0	182,0	2052,5
Накопитель	7	1680,0	480,0	235,0	247,6	441,0	150,0	2275,0
Водорослевой	8,4	540,0	230,0	145,0	221,7	160,7	91,0	38,0
Рачковый	7,6	320,0	160,0	127,0	182,8	135,8	83,0	310,0
Сток после инженерных сооружений	7,3	150,0	50,0	14,1	36,6	50,7	41,0	87,0
Рыбоводный	7,8	130,4	48,0	1,9	31,6	32,5	14,6	30,0

Периодически с биологических прудов отбирались пробы на гидрохимические и бактериологические показатели по всем ступеням очистки. За время исследования было отобрано около 3750 про воды, проведено определение по 7-10 гидрохимическим показателям (участие автора 100%). Первые полученные результаты гидрохимических результатов по ступеням очистки в биологических прудах отражены в таблицах 16, 17, 18.

На основе полученных гидрохимических результатов оценена эффективность очистки сточных вод в хозяйстве «Кленово-Чегодаево» в производственных условиях в рыбоводно-биологических прудах г. (таблица 16,17, рисунки 17,18) и на сооружениях биологической очистки.

Отбор проб проводился в марте, в июне и августе месяце, полученные данные размещены в таблицах 16,17 и рисунка 19,20. Анализируя, гидрохимические показатели мы можем заключить, что эффективность очистки по ступеням рыбоводно-биологических прудов возрастает по ступеням очистки. Эффективнее в процентном отношении вода очищается в последнем рыбоводном пруду, это собственно понятно, так как в последней ступени очистки рыбоводном пруду присутствуют все естественные компоненты экосистемы от бактериопланктона ила до последнего

естественного биоценоза рыбы (Субботина, Ш Междунар. научн…, 2015).

Таблица 17 - Эффективность очистки каждой ступени РБП в %

Название биопруда	**ХПК**	**$БПК_5$**	**Азот аммон.**	**Азот орган.**	**Азот общий**	**P_2O_5**	**Взвешенные вещества**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Накопитель	21,7	21,2	2	0	6,4	17,6	0
Водорослевой	67,9	52,1	38,3	3,6	63,6	39,3	57,8
Рачковый перед	40,7	30,4	12,4	17,5	15,5	8,8	18,4
Сток после ботанической площадки	51,3	62,5	77,2	74,7	62,7	50,6	71,9
Пруд рыбоводный	16,4	20,0	93,4	31,7	47,9	64,4	65,5

Наибольший процент очистки по азоту аммонийному, P_2O_5 наблюдался в рыбоводном пруду, по азоту органическому – на ботанической площадке, практически одинаково высокий процент уменьшения азота общего мы видим на ботанической площадке и в водорослевом пруду. Таким образом, наибольший процент уменьшения взвешенных веществ мы зарегистрировали в водорослевом пруду, на ботанической площадке и в рыбоводном пруду.

Наименьшая эффективность очистки сточных вод по ХПК и БПК зарегистрированы в пруду-накопителе и в рыбоводном пруду. Повышенное содержание ХПК и, $БПК_5$ мы объясняем, прежде всего, тем, что эти показатели определялись не в отфильтрованной воде, и живые организмы, присутствующие в пробах дали такой результат.

Наибольший процент очистки по NH_4, взвешенным веществам, общему азоту наблюдается в рачковом пруду, по P_2O_5 – рыбоводном пруду без рыбы.

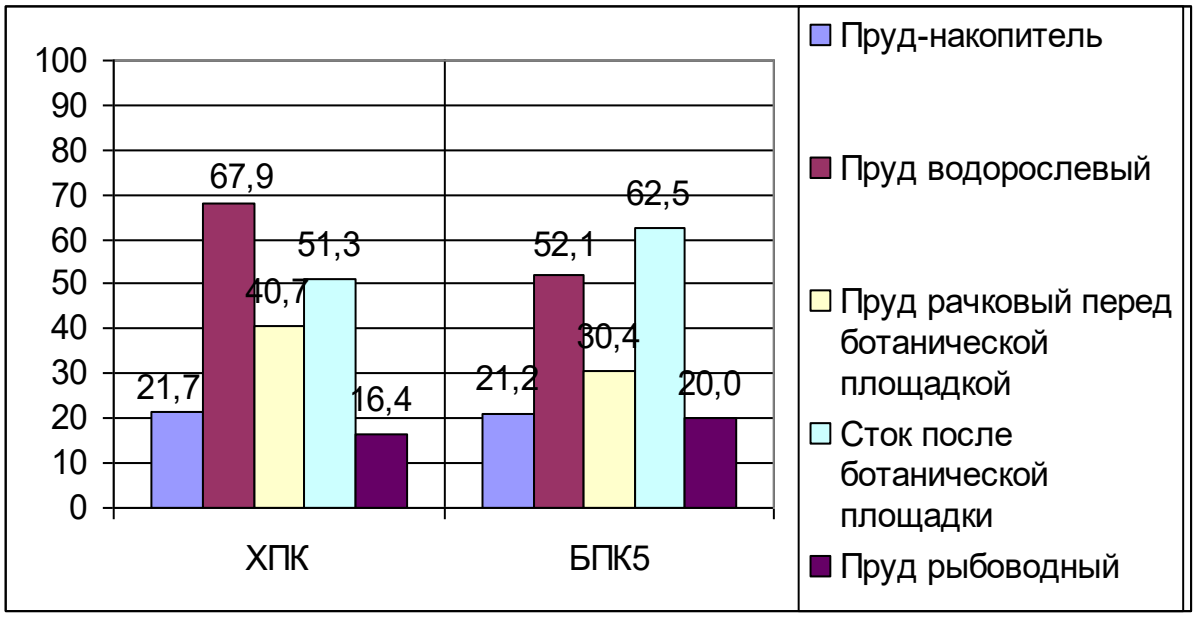


Рисунок 19 – Диаграмма эффективности очистки каждой ступени РБП в %

Высокая эффективность очистки по ХПК и $БПК_5$ в рачковом пруду, является положительным фактором для обитателей водоёма. Исходя из результатов гидрохимического анализа можно сделать вывод, что в экспериментальном хозяйстве «Клёново-Чегодаево» эффективность очистки сточных вод естественными биоценозами проходит интенсивно на каждой ступени очистки рыбоводно-биологических прудов (Субботина, 2013; Субботина, Тамбов: UCJM, 2015).

Таблица 18 - Санитарно-гидрохимические показатели свиноводческих стоков в рыбоводно-биологических прудах, мг/л.

Место отбора проб	**pH**	**ХПК**	**$БПК_5$**	**Азот**		**P_2O_5**	**Взве шен. в-ва**
				аммиач ный	**общий**		
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Выход с искусственных сооружений очистки	6,7	2288	400	326	326	90	1180
Пруд-накопитель	7,1	1455	240	312	313,5	80	875
Рачковый пруд	8,3	141	33	48,2	52,3	75	59
Рыбоводный пруд	8,1	100	32	45,5	45	61,5	205

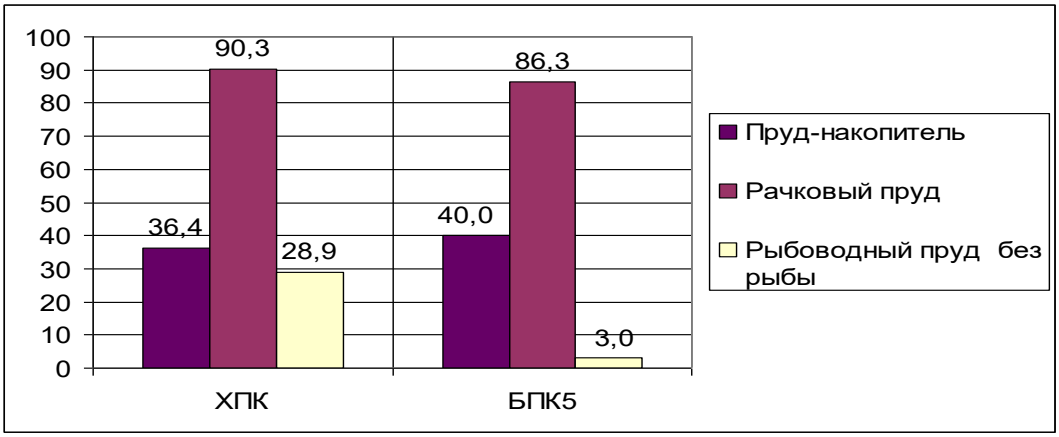


Рисунок 20 – Диаграмма эффективность каждой ступени очистки по отношению к предыдущей на основании гидрохимических анализов свиноводческих стоков в РБП в %

Исследование сточных вод в хозяйстве «Клёново - Чегодаево» по санитарно-микробиологическим показателям по этапам очистки в рыбоводно-биологических прудах проводились с мая по ноябрь.

В таблице 20 и на рис. 18, 19 иллюстрируется эффективность каждой ступени очистки по отношению к предыдущей на основании гидрохимических анализов. В рыбоводно-биологических прудах № 2 и № 3 проходило, обильное развитие микроводорослей на 12 - 13 день вода в этих прудах была зелёного цвета, а в прудах № 5 и № 6 происходило обильное развитие

Таблица 19 – Санитарно-микробиологическое исследование сточных вод свинокомплекса «Кленово-Чегодаево» по сезонам года и этапам очистки

№ проб	Объем исследования	Время года	Объем микроводорослей, мл	Санитарно-бактериологические показатели					
				Микробное число, млн/г	Коли-титр	Патогенные сероварианты	Титр стафилококка	Титр сальмонелл	Сальмонеллы
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
I	Стоки, поступающна на очистн. сооружения	весна лето осень	- - -	6,30 5,20 7,0	10^{-7} 10^{-6} 10^{-6}	0141,01 42,0147, 0149	10^{-4} 10^{-3} 10^{-4}	10^{-2} 10^{-1}	- - -
2	Стоки, прошед.	весна	-	5,70	10^{-7}	0141,01	10^{-4}	10^{-2}	-

	искусственную биолог. очистку	лето осень	- -	4,00 6,10	10^{-5} 10^{-6}	42,0147, 0149	10^{-3} 10^{-3}	10^{-1} 10^{-1}	- -
3	Пруд-накопитель - 1	весна лето осень	- - -	6,00 4,00 5,00	10^{-6} 10^{-5} 10^{-5}	0141,01 42,0147, 0149	10^{-3} 10^{-2} 10^{-3}	10^{-1} 10^{-1} 10^{-1}	- - -
4	Пруд - 2	весна лето осень	1000	4,00 3,15 2,00	10^{-4} 10^{-2} 10^{-3}	0141,01 42,0147, 0149	10^{-3} 10^{-2} 10^{-2}	10^{-1} $10^{\cdot 0}$ -	- - -
5	Пруд -3	весна лето осень		2,10 1,15 п	10^{-3} 10^{-1} п	- п	10^{-2} 10^{-1} п	10,0 - п	- - -
6	Пруд - 4	весна лето осень		1,12 0,27 п	10^{-2} 10^{-1} п	- п	10^{-1} 10,0 п	- - п	- - -
7	Пруд -5	весна лето осень		0,47 0,25 0,13	10,0 - -	 - -	10,0 - -	- - -	- - -
8	Пруд - 6 (рыбоводный)	весна лето осень		0,11 0,07 0,10	10,0 - -	 - -	10,0 -	- - -	- - -
9	Пруд - 3 (проточный)	весна лето осень	1000	4,80 2,91 3,50	10^{-4} 10^{-3} 10^{-4}	0141,01 42,0147 0149	10^{-3} 10^{-1} 10^{-3}	10^{-1}	 -
10	Пруд - 6 (проточный)	весна лето осень		1,34 0,19 1,51	10^{-1} 10,0 10^{-1}	 -	10^{-1} 10,0 10^{-1}	 -	- -
11	Вода из реки на 100 м удаления от сброса	весна лето осень		0,76 0,12 0,54	10,0 - -	- - -	- - 10,0	- - -	- - -

Примечание: + выделены; - не выделены: п- пруд пустой

зоопланктона Daphnia magna, в местах же их скоплений отмечался коричневатый оттенок воды (Субботина, РГСУ, 2013).

Таблица 20 - Эффективность каждой ступени очистки по отношению к предыдущей на основании гидрохимических анализов свиноводческих стоков в рыбоводно-биологических прудах в %

Название биопруда	**ХПК**	**БПК$_5$**	**NH$_4$**	**Азот общий**	**P$_2$O$_5$**	**Взвешенные вещества**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Пруд-накопитель	36,4	40,0	4,3	3,8	1,1	25,8
Рачковый пруд	90,3	86,3	84,6	83,3	6,3	93,3
Рыбоводный пруд	28,9	3,0	51,0	14,0	18,0	24,5

В августе месяце, в прудах 5 и 6 санитарно - показательная микрофлора не выделялась из объёма сточной жидкости в 10 мл, что говорит о том, что вода очистилась по гидрохимическим и бактериологическим показателям и такую воду, отвечающую рыбохозяйственным нормативам можно сбрасывать в естественные водоёмы.

Внесённый альгологический комплекс (альгологический, полинокулянт) микроводорослей представленный диатомовыми, зелёными и протококковыми водорослями усваивал органические, и минеральные вещества сточных вод наращивал свою биомассу и выделял в окружающую водную среду фитонциды, обеззараживая сточную воду.

Коли титр в модельных и производственных условиях снижался до 10,0 и 7 $x10^{-3}$титр стафилококка до 2 $x10^{-2.}$ соответственно (Субботина, патент на изобретение, 1999).

Очистка и обеззараживание сточных вод хозяйства «Кленово-Чегодаево» с помощью высшей водной растительности. Однако, проведённые в первый год исследования непосредственно в рыбоводно - биологических прудах, показали низкий эффект очистки стоков, как на сооружениях биологической очистки так и в биологических прудах. Содержание органических и минеральных веществ в воде не отвечало предъявляемым требованиям к воде рыбохозяйственного назначения, в ней нельзя было разводить рыбу. При разделении сточных вод на фракции на сооружениях биологической очистки. В жидкую фракцию поступало много взвешенных веществ, что значительно затрудняло ее очистку в рыбоводно-биологических прудах, возникла необходимость дополнительной очистки (Колтыпин, 1979; Смирнова, 1997; Методические рекомендации по устройству…, 1982; Ветеринарно-санитарные и экологические…, 2002).

Был проведён патентный поиск, который позволил предложить для свиноводческого комплекса «Кленово-Чегодаево» биоинженерных

сооружений с ВВР. Именно высшая водная растительность широко используется в мире для очистки и доочистки, различных по происхождению сточных вод (Реферативный журнал «Химия» № 1-24, 1985, 1986; Субботина, 2012; Субботина, 2006; Субботина, 2010).

Для глубокой доочистки сточных вод высокой органоминеральной загрязнённости с целью их дальнейшего использования на рыборазведение, было рекомендовано строительство ботанической площадки с высшей водной растительностью (ВВР) – рогозом, тростником или многолетними травами (Субботина, 2010; Проектирование и строительство…, 1990).

В лабораторных условиях был проведён модельный эксперимент с использованием почвенного лизиметра, поученные данные подтвердил, что применение ботанической площадки с высшей водной растительностью (рогоз узколистный и тростник обыкновенный) способствовало бы повышению эффективности очистки. Водопочвенная среда благодаря высшей водной растительности обогащается кислородом, в ней происходит процесс окисления биогенов (Субботина, и др., патент на изоретение1999).

После лабораторных испытаний (с использованием почвенного лизиметра) хозяйству было предложено построить площадку с высшей водной растительностью (тростником, рогозом). На свободном земельном участке между прудами (рачковым и рыбоводным) с правой и левой стороны произвели вспашку, дискование, боронование и нарезку борозд с перемычками. Высадили тростник в борозды, высота борозд равна 0,25 м, высота перемычки 0,2 м и длина перемычки 1,2 м. (Субботина, 1993; Субботина., патент на изобретение 1999; Меркурьев, Субботина, А.С. 1999; Субботина, 2010; Субботина, Кудрявцева, 2021; Субботина, 2023).

С помощью тростника и рогоза можно изъять из сточных вод значительное количество биогенных веществ, экспериментальным путем было установлено, что на ботанической площадке задерживается, а затем усваивается 150 мг/л азота.

Осенью ВВР скашивалась, складировалась в бурты и увозилась на поля, на удобрение. Предложена усовершенствованная схема очистки животноводческих стоков с биоплато и ВВР повысила, как показали исследования, эффективность очистки до 30% (Меркурьев , Субботина, А.С., 1999; Субботина и др., Теоретические и прикладные вопросы…, 2015).

Проведённые в производственных условиях гидрохимические исследования сточных вод, прошедших биоинженерное сооружение таблица 17, указывали на высокую степень очистки и обеззараживания. Было установлено, что в сточной жидкости, прошедшей биоинженерное сооружение, повышалась pH с 7,2 до 7,8. Гидрохимические показатели резко снижались, и на выходе с ботанической площадки ХПК составляла – 156,0 мг/л, $БПК_5$ – 60,0 мг/л, аммиачный азот – 29,0 мг/л, органический азот – 46,3 мг/л, взвешенных веществ – 87,0 мг/л (Крылов, 2006).

Эффективность очистки от органических веществ, минеральных солей и патогенных микроорганизмов повысилась благодаря применению и ботанической площадки с высшей водной растительностью (Субботина и др., патент на изобретение 1999).

Из результатов исследования представленных в таблице 21, видно, что гидрохимические показатели сточной воды прошедшей ботаническую площадку с высшей водной растительностью нормализовалась.

Величина pH, установилась в пределах нормы, другие гидрохимические показатели резко снизились, так ХПК составило 82,0 мг/л, $БПК_5$ 82,0 мг/л, взвешенных веществ осталось всего 28,3 мг/л., по этому показателю эффективность очистки возросла в 2,9 раз (Смирнова., 1997; Субботина и др., патент на изобретение 1999).

Таблица 21 - Результаты санитарно-гидрохимического анализа сточных вод свиноводческого комплекса «Кленово-Чегодаево» на ботанической площадке с высшей водной растительностью

Этапы очистки	pH	ХПК	$БПК_5$	Азот	Азот	P_2O	Взв.

				аммонийный	Орган.	Общий	5	ва-а
1	2	3	4	5	6	7	8	9
До ботанической площадки	7,8	329,0	80,0	161,8	21,0	182,8	98,0	40,0
После прохождения ботанической площадки	7,0	82,0		31,0	15,3	46,3	43,0	28,3

Таблица 22 - Эффективность очистки сточных вод свиноводческого комплекса «Кленово-Чегодаево» на площадке с высшей водной растительностью

Этапы очистки	ХПК	$БПК_5$	$БПК_{20}$	Азот аммонийный	P_2O_5	Взвешен. вещества
1	2	3	4	5	6	7
После ботанической площадки	69,4	66,4	70,6	88,2	66,5	62,9

Высокий показатель очистки получен по аммиачному азоту. Эффективность очистки по этому показателю составила 88,2%, увеличилась в 8,2 раз. Эффективность очистки по соединениям фосфора составила 66,5, возросла в 3 раза (таблица 22).

Также наблюдалось снижение санитарно бактериологических показателей сточных вод при выходе с ботанической площадки (таблица 23).

Особенности биологической очистки и обеззараживания свиноводческих стоков в рыбоводно-биологических прудах. Сточные воды высокой органической загрязнённости характерны для животноводческих стоков, стоков птицефабрик, а также стоков мясокомбинатов**.**

Таблица 23 – Санитарно-бактериологические показатели очистки сточных вод свиноводческого комплекса «Кленово-Чегодаево» на ботанической площадки с высшей водной растительностью

Этапы очистки	Сезон года	МАФАнМ	Биомасса водорослей, мг/л	Биомасса Зоопланктона, мг/л	БГКП Коли-титр	БГКП Патогенные сероварианты	Титр стафилококка
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Сточные воды до ботанической площадки	весна лето осень	1.9-1,3 1,0-0,9 1,0-1,1	250,0	400,0	$10,0^{-2}$ $10,0^{-2}$ $10,0^{-2}$	- - -	$10,0^{-2}$ $10,0^{-1}$ $10,0^{-1}$
Сточные воды до ботанической площадки	весна лето осень	0,5-0,8 0,32-0,2 0,2-0,3	200,0	400,0	1,0 1,0 10^{-1}	- - -	10,0 10,0 1,0

Для животноводческих предприятий различной мощности предусматривается несколько технологических схем очистки животноводческих стоков. Суть всех технологических схем очистки, сводится к процессам разделения стоков на твёрдую и жидкую фракции:

— твёрдая фракция компостируется или подвергается термической обработке и вывозится на поля;

— жидкая фракция накапливается в прудах – накопителя (Субботина, Терёшина, 1990; Субботина, 1991; Смирнова, Субботина, 1995; Смирнова, Субботина, 2008; Субботина и др., «Перо» 2016).

Стоки в прудах - накопителях выдерживаются в течение полугода, а затем, после соответствующей подготовки, вносится на поля орошения – это так называемая двухступенчатая система подготовки. Трехступенчатая система подготовки включает дополнительную очистку жидкой фракции в аэротенках и циркуляционных каналах с последующим окислением в водорослевых прудах и внесением на поля утилизации. И наконец, очищенная в водорослевых прудах сточная жидкость, не вносится на поля орошения, а поступает в рачковые, затем в рыбоводные пруды, где и происходит выращивание рыбопосадочного материала (Субботина,

Терёшина, 1990; Субботина, 1991; Смирнова, Субботина, 1995; Смирнова, Субботина, 2008; Субботина и др., «Перо» 2016).

Существующие и используемые в настоящее время системы очистки и дезинфекции стоков скота, птицефабрик и мясоперерабатывающих заводов на настоящий момент не рациональны (по ряду показателей). Высокая интенсивность работы, большая энергоёмкость, и, самое главное, все это не гарантирует получения полностью очищенных и продезинфицированных стоков (Савин, и др., 1992; Субботина, Терёшина, 1990).

Долгосрочная эксплуатация искусственных сооружений биологической очистки (аэротенки) показала, что они работают не достаточно эффективно. В некоторых хозяйствах из-за отсутствия квалифицированных кадров и выхода из строя оборудования совсем не используются из-за загнивания ила аэротенков при отключении электроэнергии (Субботина, и др., «Перо» 2016).

Строительство и эксплуатация таких сооружений требует значительных капитальных и эксплуатационных затрат. Осложняется работа сооружений биологической очистки неравномерностью поступления сточных вод в течение суток. Цикличность поступления стоков предопределяет весьма напряжённый режим работы очистных сооружений, что нередко приводит к гибели биоценозов и, как следствие, к выходу сооружений из строя на длительное время (Савин и др., 1992; Субботина, 2013; Субботина и др, 2017).

Исследования загрязнения окружающей среды в районах размещения животноводческих комплексов, ферм и птицефабрик начались в 70-е годы. Эти исследования показали, что животноводческие комплексы, фермы и птицефабрики являются загрязнителями окружающей среды. Поэтому по-прежнему остаётся актуальным поиск методов и технологических решений, обеспечивающих защиту окружающей среды, в первую очередь водоёмов от загрязнения отходами животноводства и птицеводства. Остаётся актуальным поиск методов и способов очистки и обеззараживания животноводческих

стоков. При этом основное внимание уделяется решению такой важной проблемы, как экономия природных ресурсов, топлива и энергии, сокращение затрат чистой воды на производственные и бытовые нужды, снижения вредного антропогенного воздействия на водоём, почву и атмосферу. Поэтому разрабатываемые методы и способы очистки животноводческих стоков в биопрудах с использованием поликультуры рыб являются не менее актуальными (Субботина и др., «Перо» 2016).

Известны способы утилизации животноводческих стоков в рыбоводно-биологических прудах, в каждой ступени которых образуется высокая биомасса водорослей (зоопланктона, бентоса), которая не используется и, в конечном итоге, вызывает вторичное загрязнение стоков. С помощью рыбы, выращиваемой в последней ступени биологических прудов, мы не только утилизируем водоросли и зоопланктон, получаем ценнейший белковый продукт в виде сеголеток карповых и растительноядных рыб. Мёртвое органическое вещество сточных вод, пройдя ряд трофических уровней, в конечном итоге, накапливается в организме рыбы, находящейся на верхней ступени пищевой цепи. Через бактерии, водоросли, зоопланктон, рыбу идёт преобразование органических веществ навозных стоков в белковую массу в виде мальков и сеголеток, выращенных без использования корма и минеральных удобрений (Субботина, Терёшина, 1990; Субботина, Терёшина, Информационный сборник, 1990; Субботина и др., патент на изобретение, 1999).

Конечным точка очистки животноводческих и птицеводческих стоков является экологически незагрязненная окружающая среда и рыбопосадочный материал. Использование поликультуры позволяет повысить рыбопродуктивность с 6 ц/га до 10 ц/га. Кроме того, гибрид белого толстолобика, поедая микроводоросли, оказывает высокий мелиоративный эффект, нормализуется гидрохимический режим пруда, и повышается уровень очистки воды от органических веществ и патогенных микробов.

(Субботина, Терёшина, 1990; Субботина, Терёшина, Информационный сборник, 1990; Субботина и др., патент на изобретение, 1999).

Технологическая схема очистки стоков свиноферм в рыбоводно-биологических прудах АО "Шувалово"Костромской области. Ознакомимся с технологической схемой очистки свиноводческих стоков в классических биологических прудах АО "Шувалово" Костромской области.

Свинокомплекс АО "Шувалово" по выращиванию и откорму свиней имеет проектную производственную мощность 24 тыс. голов свиней в год. Навоз и остатки кормов удаляются с помощью гидросмыва. Гидрологическая нагрузка на очистные сооружения составляет 600 $м^3$/сутки. Особенностью технологии переработки стоков является совмещение механической и биологической очистки в одном комплексе сооружений, обеспечивающей повторное использование стоков свиноводческого комплекса для технических нужд и гидросмыва. Хозяйство полностью работает на оборотной воде (Субботина, и др., Усовершенствованная технология...., 1999; Субботина и др., 2002; Смирнова, 2007).

Ширина канала 1040 мм, глубина — 1360 мм. Навозные стоки из свиноводческого комплекса подаются в горизонтальные отстойники. По дну каждого отстойника проложены две линии дренажных лотков, заполненных щебнем, который после каждого цикла работы промывается водой и снова загружается в дренажный канал.

Подача стоков производится под напором через два колодца. Утилизация навозных стоков начинается с прудов - отстойников, ёмкость каждого из шести прудов – 3000 $м^3$, занимаемая площадь 1 га.

Утилизация сточных вод начинается с механической очистки. Жидкая часть стоков просачивается через канализационные решётки и щебень, твёрдая фракция остаётся в пруду - накопителе. Отстойники, которых шесть работают поочерёдно (Субботина, и др., Усовершенствованная технология...., 1999; Субботина и др., 2002; Смирнова, 2007).

Технологический процесс очистки навозных стоков происходит по схеме, представленной на рисунке 21.

Ширина канала 1040 мм, глубина — 1360 мм. Навозные стоки из свиноводческого комплекса подаются в горизонтальные отстойники. По дну каждого отстойника проложены две линии дренажных лотков, заполненных щебнем, который после каждого цикла работы промывается водой и снова загружается в дренажный канал.

Подача стоков производится под напором через два колодца. Утилизация навозных стоков начинается с пруда отстойников, емкость каждой из шести прудов – 3000 м^3, занимаемая площадь 1 га.

Утилизация сточных вод начнается с механической очистки. Жидкая часть стоков просачивается через канализационные решётки и щебень, твёрдая фракция остаётся в пруду накопителе. Отстойники, которых шесть работают поочерёдно (Смирнова, 2007).

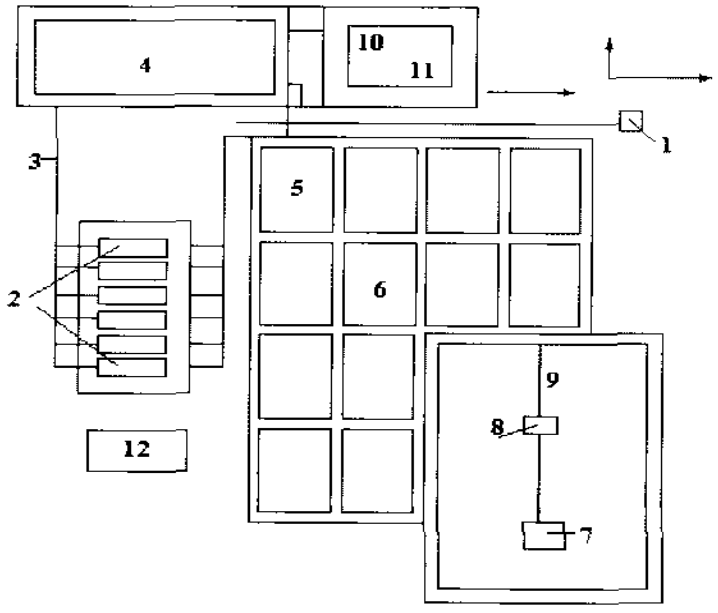


Рисунок 21 - Схема очистных сооружений свиноводческого комплекса А.О. «Шувалово»

1. Насосная станция
7. Рыбоуловитель

2. Отстойники
3. Самотечная линия жидкой фракции
4. Пруд-накопитель
5. Водорослевые пруды
6. Рачковые пруды
8. Насосная станция
9. Водовод чистой воды
10. Пруд чистой воды
11. Насосная станция
12. Площадка компостирования

Чередование использования отстойников поступающими стоками ведется по мере их наполнения. В течение лета осадок обезвоживается, подсушивается до влажности 60 - 70%, после чего выгружается из горизонтального отстойника мобильным погрузчиком, который въезжает в карту-отстойник. Осадок из отстойников вывозится на бетонную площадку, где компостируется с торфом и выдерживается летом 3 - 4 месяца в буртах высотой не более 2 м. За этот период при рыхлом складировании и достаточном поступлении кислорода в бурте интенсивно протекают аэробные биотермические процессы. В результате которых температура навозной массы достигает 55 - 66°C, что приводит к дегельминтизации и дезодорации осадка, к потере всхожести семян сорняков (Субботина и др., Усовершенствованная технология, 1999; Субботина и др., 2002; Смирнова, 2007; Субботина, Российский журнал, 2022).

Осветлённые стоки из горизонтальных отстойников самотеком поступают в пруд-накопитель, где происходит следующая стадия счистки – микробиологическая. Наиболее интенсивно процесс микробиологической очистки в пруду-накопителе происходит в летнее время. Пруд-накопитель имеет объем 100 тыс. м^3 или 54% от годового стока свиноводческого комплекса, его площадь 3,5 га (Федосеев, Макаров 1988; Субботина, и др., Усовершенствованная технология, 1999).

В начале мая стоки из пруда-накопителя поступают в водорслевые пруды. В водорослевых прудах на свету, в результате фотосинтетической деятельности микроводослей, идёт интенсивная утилизация избыточного количества органических (Смирнова, 2007; Субботина, Российский журнал, 2022).

Посредством введения в водорослевые пруды адаптированного комплекса микроводорослей процесс интенсифицируется. Скорость очистки возрастает с увеличением объёма водорослей. Общая площадь семи секций водорослевого пруда составляет 5,1 га, объем воды 30660 $м^3$, площадь 3,8 га, глубина водорослевых прудов 0,6 - 0,8 м. Было отмечено, что эффективность очистки водорослевых прудов возрастает при отсутствии зоопланктона, который частично утилизирует водоросли, снижая эффективность очистки. Ежесуточно объем стоков, подаваемых в водорослевые пруды, изменяется с 660 $м^3$/сутки, в середине мая, до 1000 $м^3$/сутки, в июне - августе, а затем вновь снижается, и, в среднем, составляет 1000 $м^3$/сутки. На входе $БПК_5$ стоков с 1000 мг 0_2/л снижается до 200 мг 0_2/л. Биомасса фитопланктона в рачковом пруду достигает 100 - 150 мг/л (Смирнова, 2007; Субботина, Российский журнал, 2022; Субботина и др., 2002; Субботина и др., Усовершенствованная технологи, 1999).

Четвёртая стадия очистки комплексная, в основном простейшими ракообразными Daphnia magna. Вода рачковых прудов характеризовалась дальнейшим снижением содержания биогенов. Величина выходящей из рачкового пруда воды по $БПК_5$ составляла 40 мг 0_2/л (табл. 24). Общая площадь семи секций рачковых прудов 3,8 га, объем воды 30,6 тыс. Биомасса фитопланктона в рачковом пуду с 150 мг/л уменьшается до 30 мг/л. Снижение биомассы наблюдается за счёт выедания водорослей зоопланктоном. Отмечено, что биомасса зоопланктона возрастает более чем до 100 мг/л (Субботина, Терёшина, 1999; Смирнова, 2007; Субботина, Российский журнал, 2022).

Площадь рыбоводного пруда 15,3 га, его объём 214 тыс.$м^3$. Именно в нем проходит окончательная очистка Пруд неглубокий, хорошо прогреваемый, очищение стоков происходит в результате физических процессов, связанных с перемешиванием поверхностных слоёв воды и

воздуха, а также в результате биологических процессов, обусловленных развитием и жизнедеятельностью водорослей, зоопланктона и рыбы.

На день комиссионных испытаний вода в рыбоводном пруду имела следующие показатели: по $БПК_5$ - 5,5 O_2/л, аммонийному азоту - 2,2 мг/л растворенному кислороду - 9,76 мг0_2/л, фосфору - 0,1 мг/л, биомасса фитопланктона - 73 мг/л, биомасса зоопланктона - 47 мг/л (Субботина и др., Усовершенствованная технология, 1999; Субботина и др., 2002; Смирнова, 2007; Субботина, Кудрявцева, 2018; Субботина, Российский журнал, 2022).

В пруду чистой воды количество МАФАнМ составило: 0,17 млн м.кл./г кишечные палочки, стафилококки и сальмонеллы не выделялись из 10,0 мл сточных вод. В осенний период процесс самоочищения проходил менее интенсивно количество МАФАнМ составило 0,21 млн.м.кл./г, коли-титр титр стафилококка 10,0 мл (Субботина и др., 2002; Субботина, Российский журнал, 2022).

Таблица 24 - Динамика изменения гидрохимических показателей сточных вод в АО «Шувалово» Костромскоб6й области по сезонам года, в мг/л.

Этапы биологической очистки в прудах	**Времена сезона года**	**$БПК_5$**	**Азот аммон.**	**Взвеш. в-ва**	**P_2O_5**	**Раств. O_2**	**Б/масса зоопланктона**	**Б/масса водорослей**	**Темпер. воды**	**Темпер. воздуха**	**Темпер. воздуха**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Отстойник накопитель	Весна	16000,0	1000,0	10000,0	-	0	Нет	Нет	10	15	15
	Лето	13200,0	1140,0	8816,0	-	0	Нет	Нет	18	25	25
	Осень	22000,0	900,0	21156,0	-	0	Нет	Нет	10	12	12
Пруд накопитель	Весна	4800,0	700,0	600,0	15,0	0	Нет	Нет	10	12	12
	Лето	256,0	1016,0	404,0	20,0	0	Нет	Нет	18	25	25
	Осень	368,0	560,0	366,0	18,0	0	Нет	Нет	8	10	10
Водорослевые	Весна	200,0	400,0	200,0	-	0,7	30,0	40,0	10	10	10
	Лето	219,0	240,0	115,0	0,141	2,0	50,0	200,0	19	25	25
	Осень	185,0	365,0	250,0	0,117	1,0	50,0	50,0	7	12	12
Рачко	Весна	200,0	30,0	30,0	0,111	2,0	70,0	50,0	12	18	18

вые	Лето	100,0	21,0	21,0	0,125	3,05	100,0	100,0	25	25	25
	Осень	75,0	47,0	47,0	0,115	2,2	150,0	50,0	5	10	10
Рыбо водн ый	Весна	12,0	17,0	17,0	0,90	5,35	50,0	50,0	12	15	15
	Лето	10,0	11,0	11,0	0,125	4,16	100,0	150,0	20	25	25
	Осень	25,0	30,0	30,0	0,100	6,32	100,0	100,0	5	10	10
Пруд с чистой водой	Весна	3,0	3,0	8,0	0,71	6,0	30,0	30,0	10	15	15
	Лето	4,0	3,0	6,0	0,100	6,0	30,0	50,0	20	25	25
	осень	6,0	2,2	15,0	0,100	9,76	30,0	30,0	5	10	10

По своим гидрохимическим и гидробиологическим параметрам вода в пруду соответствует оптимальным требованиям, предъявленным к выростным прудам.

Анализ полученных данных натуральной санитарно - бактериологической оценки показал, что в системе РБП, функционирующих в проточном режиме, происходит очистка и дезинфекции сточных вод, поступающих со свиноводческого комплекса до стабилизационного уровня (Смирнова, 2007; Субботина и др., 2014; Субботина, Российский журнал 2022).

Это позволяет использовать их на рециркуляцию, технические нужды, сохраняя при этом водные ресурсы и ограждая окружающую среду от загрязнения.

Таблица 25 - Санитарно-биологическая характеристика сточных вод в системе рыбоводно-биологических прудов свиноводческого комплекса «Шувалово» по сезонам года

Этапы биологической очистки	**Времена сезона года**	**Кол-во МАФАнМ, КОЕ/мл**	**БГКП**		**Титр стафило-кокка**
			Коли-титр (вход-выход)	**Патогенные сероварианты**	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Отстойник-накопитель	Весна	8,4	10^{-8} – 10^{-7}	0139 0147,0149	10^{-5}
	Лето	6,2 – 6,0	10^{-7}	021 01	10^{-4}
	Осень	7,3 – 7,5	10^{-7}		10^{-4}
Пруд накопитель	Весна	7,5 – 7,8	10^{-8}	-*-	10^{-5}
	Лето	5,0 – 5,3	10^{-6} – 10^{-4}		10^{-4}-10^{-3}
	Осень	6,4 – 6,1	10^{-7} – 10^{-6}		10^{-4}

Водорослевые пруды	Весна	6,4 – 6,2	$10^{-8} – 10^{-5}$	0139,0147 0149	10^{-5}-10^{-3}
	Лето	3,7 – 3,1	$10^{-4} – 10^{-2}$	-	$10^{-3} – 10^{-2}$
	Осень	4,1 – 3,7	$10^{-6} – 10^{-4}$	-	$10^{-4} – 10^{-2}$
Рачковые пруды	Весна	3,3 – 2,7	$10^{-5} – 10^{-2}$	-	$10^{-3} – 10^{-2}$
	Лето	2,1 – 1,5	$10^{-2} – 10^{-1}$	-	$10^{-2} – 10^{-1}$
	Осень	2,5 – 2,0	$10^{-4} – 10^{-2}$	-	$10^{-1} – 1,0$
Рыбоводный пруд	Весна	1,85	$10^{-2} – 10^{-1}$	-	10^{-2}-10^{-1}
	Лето	0,57	$10^{-1} – 1,0$	-	$10^{-1} – 1,0$
	Осень	0,63	$10^{-2} – 1,0$	-	$10^{-1} – 1,0$
Пруд с чистой 9водой	Весна	0,51	10,0	-	10,0-1,0
	Лето	0,17	10,0 - 50,0	-	10,0-50,0
	Осень	0,21	10,0	-	10,0

Примечание: (-) — микроорганизмы не выделены (-*-) — микроорганизмы выделены

Итак, проведённые исследования показали уместность использования системы РБП для очистки и дезинфекции сточных вод, а также их дальнейшее внедрение в различных климатических зонах страны (Субботина, 1993; Смирнова, 1997; Субботина, 2012; Субботина, 2014; Субботина и др., 2014; Субботина и др., 1999; Субботина и др., Усовершенствованная технология, 1999; Субботина и др., 2002; Субботина, Российский журнал, 2022; Субботина, 2024).

Экономическая эффективность очистки животноводческих стоков в РБП очевидна. Свиноводческий комплекс получает 10 т твёрдых органических удобрений, 200 - 250 тыс. $м^3$ очищенной воды в сутки и несколько десятков центнеров рыбы за вегетационный сезон при небольшом штате сотрудников (9 человек). Как показали исследования последних перестроечных лет, экономическая эффективность этих сооружений возросла.

Из проведённого анализа, представленная в таблице 26, экономическая эффективность очистки сточных вод при различных способах утилизации очевидна, но наиболее дешёвой является очистка стоков в рыбоводно-биологических прудах, в АО "Шувалово".

В таблице 26 представлена экономическая эффективность утилизации свиноводческих стоков с помощью различных технологий.

Нами отмечено, что рыбоводно-биологические пруды в хозяйстве "Шувалово" отличаются высокой степенью очищения и значительной экономией чистой воды за счёт оборотной воды; относительно низкой стоимостью очистки 1 м^3 свиноводческих стоков (182 руб/м^3 в рыбоводно-биологических прудах). Как следует из таблицы 26, на сооружениях искусственной биологической очистки в "Кленово-Чегодаево" стоимость очистка составила 2500 руб/м^3.

В АО "Шувалово" весь объем сточных вод очищается в рыбоводно-биологических прудах, где полностью исключён сброс условно-очищенных сточных вод в естественные водоёмы.

Рыбоводно-биологические пруды этого хозяйства отличаются высоким природоохранным и эколого-экономическим эффектом (Субботина и др., 1993; Субботина и др, Усовершенствованная технология...,1999; Субботина, 1999; Смирнова, 1997; Субботина, 2012; Субботина, 2014; Субботина и др., 2014; Субботина и др., 2002; Субботина, Российский журнал, 2022; Субботина, монография. 2022).

Таблица 26 - Экономическая эффективность утилизации свиноводческих стоков различными технологиями (

Наименование технологии	**Капитальные вложения, млн.руб**	**Себестоимость очистки, руб/м^3**		**Затраты на 200 тыс.м^3 стоков, тыс.руб**
		1988	**1994**	
1	**2**	**3**	**4**	**5**
Рыбоводно-биологические пруды	2,3	0,63	182	36,4
Сооружения искусственной биологической очистки	3,1	1,1	2500	500,0
Поля орошения	10,5	1,2	3100	620,0
Вывоз мобильным транспортом	0,01	2,2	9800	1980,0

Краткая технологическая схема счистки сточных вод свиноводческого комплекса "Дороничи", Кировской области.

Свинокомплекс совхоза «Дороничи» рассчитан, на выращивание 24 тыс. голов свиней, за основу взяты очистные сооружения АО "Шувалово" Костромской области.

При проектиовании и строительстве очистных сооужений в совхозе «Дороничи» были учтены недостатки системы АО «Шувалово». Пруд – накоптель разделен на 4 изолированные секции, появилась дополнительная секция водорослевых прудов, рыбоводный пруд разделен на 2 пруда.

Схема очистных сооружений свиноводческого комплекса на 24 тыс. голов совхоза «Дороничи», которая представлена на рисунке 22 (Субботина и др ., 2002; Крылов, 2006; Субботина, 2024).

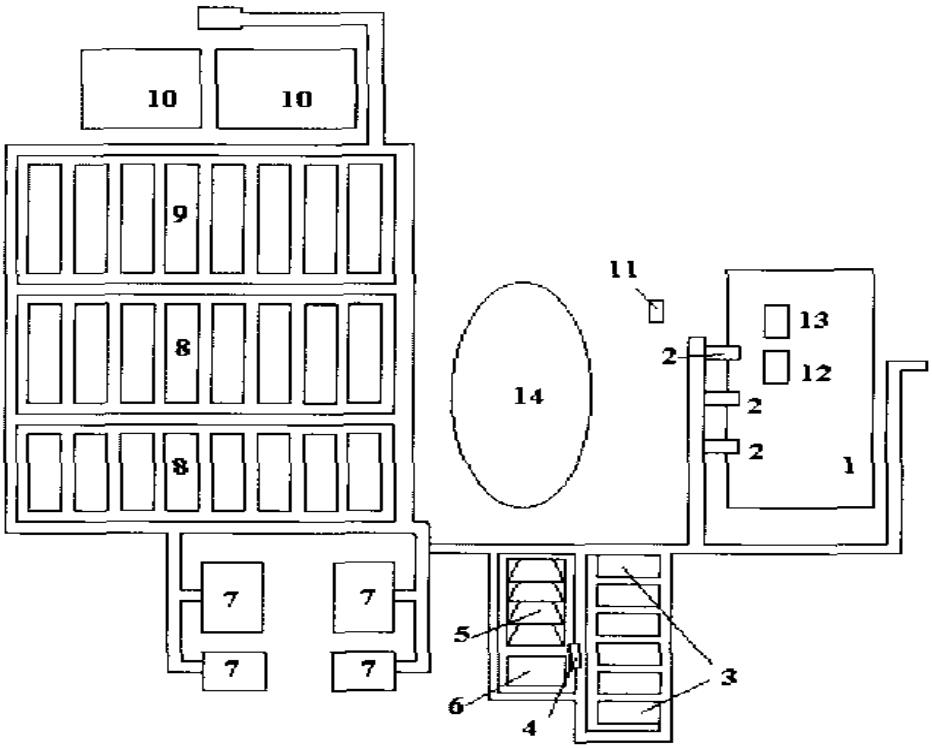


Рисунок 22 – Схема очистных сооружений свиноводческого комплекса совхоза «Дороничи» (Субботина и др., 2002; Крылов, 2006; Субботина, Монография, 2012)

1. Свинокомплекс на 24 тыс. голов
2. Навозосборники
3. Отстойники-накопители.
4. Насосная станция осветленных стоков
5 Площадка компостирования
6. Площадка промывки щебня
7 Пруд-накопитель
8. Водорослевые пруды
9. Рачковые пруды
10. Рачковые пруды
11. Насосная станция очщенной воды
12. Компрессорная станция
13. Лаборатория очистных сооружений
14. Пруд чистой воды

Технологическая схема очистки животноводческих стоков на площадке с высшей водной растительностью в "Кленсво-Чегодаево". Технологическая схема очистки, стоков свиней в "Кленсво-Чегодаево" предусматривает искусственную биологическую очистку, состоящую из приёмной камеры, первичного отстойника, центрифуги, аэротенка, циркуляционного канала - 1 (ЦОК-1), вторичного отстойника, ЦОК - 2 (рис. 22), коллектора длиной 1,5 км (Субботина, 1993, Субботина, 2022; Субботина 2024).

Твёрдая фракция после центрифугирования храниться на специально выделенной площадке, жидкая дочищается в каскаде рыбоводно-биологических прудов общей площадью 5,6 га. Каскад прудов включает:

— пруды - накопители ёмкостью 44,3 тыс. $м^3$;

— водорослевые пруды ёмкостью 7,2 тыс. $м^3$;

— рачковые пруды ёмкостью 3,1 тыс. $м^3$;

— четыре рыбоводных пруда ёмкостью 1,8 тыс. $м^3$ каждый, глубиной 1,2 м (Субботина, 1993; Крылов, 2007; Субботина, 2022; Субботина 2024);

— два нефункционирующих накопителя чистой воды объемом 1000 $м^{3.}$

Очистка сточных вод в экспериментальном свиноводческом хозяйстве происходит согласно схеме представленной на рисунке 22. Каждый пруд имеет перепускное устройство, донный водоспуск, а рыбоводные пруды снабжены донными водовыпусками с камерой вылова рыбы.

При проведении исследовательских работ по биологическим прудам на свинокомплексе мы столкнулись с низким эффектом очистки стоков свиней,

как на очистных сооружениях, так и в биологических прудах (Методические рекомендации по устройству, размещению и наладке РБП., 1982; Субботина, 1993; Смирнова, 1997; Субботина, Терёшина, Экологические и технологические...., 1990; Субботина, Смирнова, 2001; Aubbot W.E., 1968).

Содержание органических и минеральных веществ не соответствовали требованиям к воде рыбохозяйственного назначения, её нельзя было использовать на рециркуляцию. При разделении сточных вод на фракции, многие взвешенные вещества переходили в жидкую фракцию, что значительно усложняло её очистку в рыбоводно-биологических прудах (Ятулене, 1983; Субботина, 1993; Смирнова И.Р., 1997; Субботина, Шопинская, 2018).

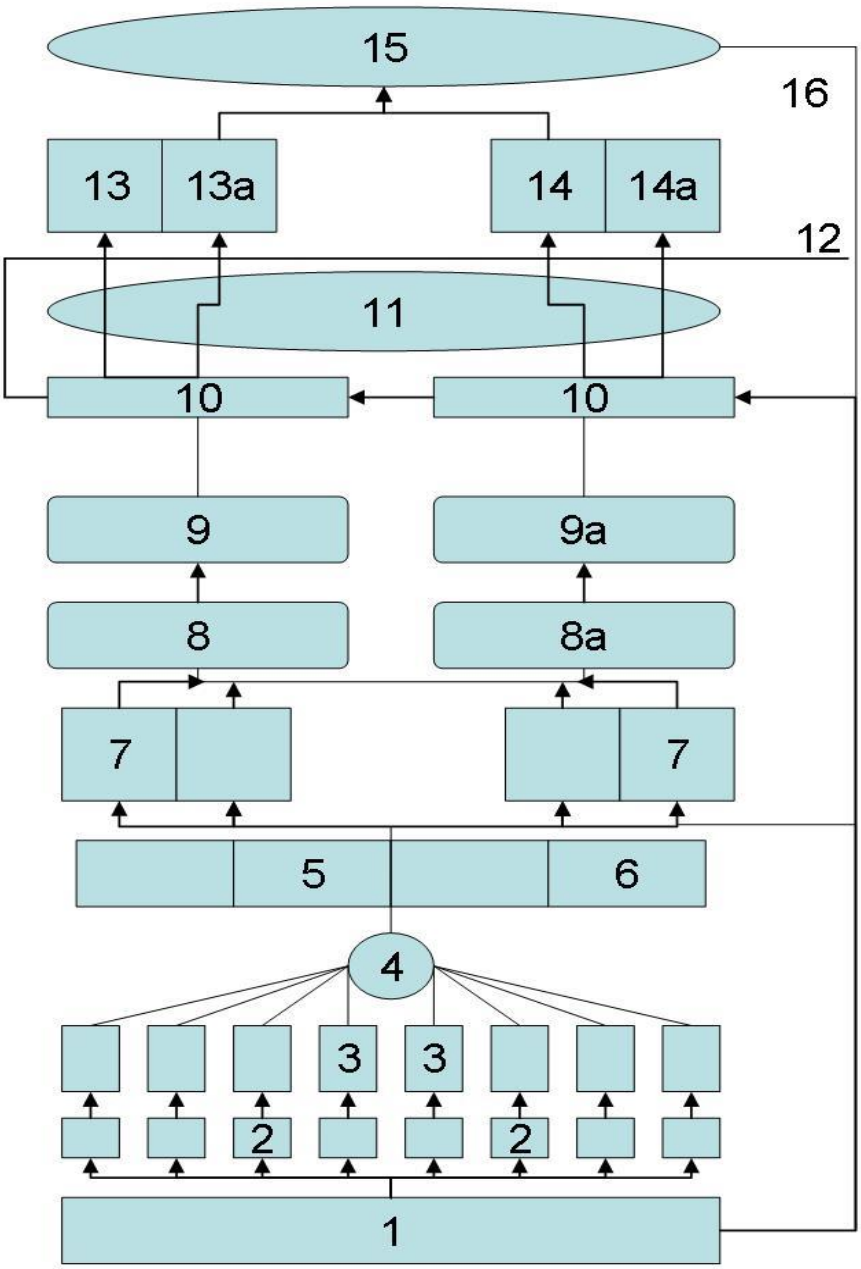


Рисунок 23 - Схема очисти животноводческих стоков в биологических прудах с помощью гидробионтов в э/х «Кленово-Чегодаево»

Примечание. Экспликация к рисунку: 1 Свинокомплекс; 2. Навозосборник; 3. Отстойники-накопители; 4. Насосная станция; 5. Площадка компостирования; 6. Площадка промывки щебня; 7. Пруды накопители осветлённых стоков; 8- Секционные водорослевые пруды; 9. Секционные рачковые пруды. 10. Распределительное устройство. 11. Ботаническая площадка с высшей водной растительностью. 12. Борозды с перемычками. 13. Рыбоводно-выростные пруды. 14. Пруд чистой воды. 15. Напорный трубопровод. 16. Задвижка.

Было выдвинуто несколько предложений по повышению эффективности очистки стоков в хозяйстве (Субботина Ю.М., Терёшина А.Н., 1990; Смирнова И.Р., 1997; Кудрявцева А.Д., Субботина Ю.М., 2018).

Рисунок 24 - Общий вид искусственных сооружений очистки в «Кленово-Чегодаево»

Рисунок 25 – Циркуляционный канал очистки – № 2

Проведённый патентный поиск позволил установить, что самое большее количество изобретений по этому вопросу за десятилетие, 1977 - 1987 г.г., направлено на создание специальных конструкций типа - биоинженерных сооружений с высшей водной растительностью (Мейен, 1932; Субботина и др., 1999; Субботина и др., 1999; Субботина, Терёщина, 1990; Меркурьев, Субботина, А.С. 1993).

Использования высшей водной растительности, как альтернативного метода для доочистки сточных вод различного генезиса. Биологические методы очистки сточных вод используются с давних времён. Они связаны с наблюдениями очистной способности почвы и воды и, особенно, тесно с производственно–биологическими аспектами земледелия. Ещё до нашей эры были известны высокоразвитые системы этого типа в Греции (Меркурьев, Субботина, А.С. 1993; Субботина, Коган, 2017).

В Пруссии первое такое сооружение было построено в 1557 году и находилось в эксплуатации свыше 300 лет. После обобщения 1700 методов почвенной очистки в Париже, Берлине, Москве и Мельбурне, с 1870 года этот метод очистки начали внедрять в США.

В настоящее время в США функционируют 2500 систем этого типа. В других странах сторонников этого метода также много; одни подчеркивает большую эффективность этих методов, другие указывают на их особую экономичность (Меркурьев, Субботина, А.С. 1993; Субботина, Коган, 2017; De Furk , 1935; Botzan, Gobjila, 1960; Metacale, 1972; Gnau., 1978; Fessenow., 1978).

При почвенной очистке сточных вод различают 4 метода:

— орошение сельскохозяйственных или садоводческих культур путём дождевания или полива по бороздам;

— быстрая или медленная инфильтрация сточных вод на засаженных участках с высокой водопроницаемостью;

— полив по склону – особенно пригоден для водонепроницаемых почв;

— Метод "Weltland", при котором используются болота и маршевые земли.

Особым достоинством и недостатком метода посвящена обширная литература. Однако, обобщающим мнением, следует считать, что по гидравлическим химическим и гигиеническим причинам более рациональным считается использование предварительно очищенных сточных вод.

Если использовать пропускную способность почвы для очистки необратимых или только механически очищенных сточных вод, то на тяжелых почвах в среднеевропейских климатических условиях норма внесения едва превышает 300 - 600 мм сточных вод. Это означает нагрузку (эквивалентно) 100 - 200 эгт на га. При такой нагрузке требуется много земель. С 1945 года только в ФРГ были выключены из сельскохозяйственного использования 300000 га (Додолина, 1978; Додолина, 1990; Меркурьев, Субботина, А.С. 1993; Субботина, Коган, 2017; Gnau, 1978).

К тому же, в настоящее время в сельскохозяйственном районе много сельскохозяйственных объектов (дома отдыха, дороги, и населенные пункты и.т. д.), поэтому все труднее находить площади для отвода на них сточных вод.

Обойти проблемы классических методов почвенной очистки можно, включая их в качестве третьей и четвёртой стадии очистки после биологической части традиционных технических методов, но это не всегда экономически выгодно (Меркурьев, Субботина, А.С. 1993; Субботина, Коган, 2017; Heider, 1970; Hunt, Gec, 1974; Kurpas, 1982).

В настоящее время в ФРГ и ряде других стран ещё не утихли дискуссии о так называемом, гидроботаническом или ситниковом методе. Сторонники этого

метода подчёркивается низкие капиталовложения и эксплуатационные затраты хорошую эффективность очистки и небольшое число обслуживающего персонала. Критики считают, что ещё мало практического опыта и таким (Субботина, КРАСНИИРХ, 1999; Субботина, Коган, 2017; Botzan M., Gobjila W., 1960; Hunt, Gec, 1974; Kurpas, 1982).

При очистке сточных вод с помощью макрофитов эффективны различные отдельные процессы, о значении которых и взаимном влиянии существуют различные мнения. Общим признаком всех вариантов является применение высших водных растений. Более подробно с утилизацией сточных вод с помощью корневой системы (ризосферы) растений и нитрификации азотистых соединений в сточных водах в аэробных условиях в работе: Субботина Ю.М. «Альтернативный опыт использования высшей водной растительности для доочистки сточных вод» Международный научный журнал «Наука и мир» № 3 (7) VOL. 2014 – С.99 - 105. (Меркурьев, Субботина, А.С., 1993; Субботина, 2014; Субботина, Коган, 2017; Botzan, Gobjila, 1960; Heider, 1970; Hunt , Gec 1974; Gec, 1974; Kurpas, 1982).

Гидроботанический метод очистки стоков свиней в хозяйстве "Кленово-Чегодаево". Биоинженерные сооружения, как правило, включают элементы почвенной очистки с использованием в качестве биофильтра высшей водной растительности. После лабораторных испытаний опытно-показательному хозяйству ВИЖ «Кленово-Чегодаево» было предложено построить площадку с высшей водной растительностью (тростником, рогозом). На свободном земельном участке между прудами (рачковым и рыбоводным) с правой и левой стороны произвели вспашку, дискование, боронование и нарезку борозд с перемычками. Была проведена высадка тростника и рогоза по длине борозд на расстоянии 0,5 м друг от друга. Глубина борозд равна 0,25 м, высота перемычки 0,2 м и длина перемычки 1,2 м (Субботина, Терёшина, 1990; Методические указание по технологии…1993; Субботина, 1993; Меркурьев, Субботина, А.С, 1993;

Смирнова, 1997; Субботина, 1998; Субботина и др., 1999; Субботина, 1912; Субботина, Коган, 2017; Кудрявцева, Субботина, 2018).

При движении стоков по бороздам за счёт уклона, обеспечивается равномерное распределение последних по всей площади. Распределение жидкости проходит посредством распределительного трубопровода с перфорацией 0,01 м и расстоянием между отверстиями 0,7 м. При прохождении сточной жидкости по борозде она заполняет емкость до первой перемычки, затем жидкость переливается через перемычку в следующую емкость и так продолжается до тех пор, пока жидкость не пройдет по всей длине борозды. Происходит равномерное распределение сточных вод между корнями тростника, рогоза или многолетних трав. Эксперименты показали высокую степень адаптации тростника к неблагоприятному газовому режиму болотных почв. Это явление объясняется наличием в корневищах и побегах крупных воздухоносных полостей и аэренхимы. Корневища растений, биомасса которых составляет 100 и более тонн на гектар, образуют в почве густую разветвлённую сеть, проникающую на глубину 2-х метров и более (Методические рекомендации по устройству, размещению и наладке рыбоводно-биологических прудов; Меркурьев, Субботина, А.С., 1993; Субботина, Терёшина, 1990; Субботина, Коган, 2017; Кудрявцева, Субботина, 2018).

В безвоздушной почве образуются своеобразные "лёгкие", по которым циркулирует воздух, и почва "дышит". Связь корневищ с атмосферой осуществляется через полые воздухопроводящие побеги. Водно-почвенная среда благодаря тростнику обогащается кислородом и в ней происходят процессы очистки. Отмечено, что мощная корневая система макрофитов нередко превышает в несколько раз наземную биомассу, выделяет в процессе метаболизма в воду бактерицидные вещества, которые губительно действуют на микрофлору сточных вод. С помощью тростника и рогоза можно изъять из сточных вод значительное количество биогенных веществ, фитомассой

тростника изымается азота 239,2 г/м^2, с фитомассой рогоза 113 г/м^2 (Методические рекомендации по устройству, размещению и наладке РБП; Субботина, 2015; Субботина, Крылов, 2018; Кудрявцева, Субботина, 2018).

Осенью высшая водная растительность скашивается, складируется в бурты и увозится на поля, на удобрение. Предлагаемая стандартизированная схема очистки животноводческих стоков с биоплато и высшей водной растительностью повышает эффективность очистки сточных вод до 30%.

Полученные экспериментальные данные легли в основу изобретений Меркурьев В.С. Субботина Ю.М. «Способ очистки стоков». Второе изобретение - Субботина Ю.М., Смирнова И.Р., Виноградов В.Н., Мазур А.В., Чистова Л.С., Лесина Т.Н. «Способ очистки сточных вод животноводческих комплексов, ферм и птицефабрик с помощью адаптированного комплекса микроводорослей, высшей водной растительности, зоопланктона и рыбы».

Проведённые экспериментальные исследования в производственных условиях позволили рекомендовать для сточных вод высокой органоминеральной загрязнённости вместо четырёх ступеней очистки, пять: секционный пруд - накопитель (не менее 2-х секций), секционные водорослевые и рачковые пруды (9 - 11 секций), биоплато с высшей водной растительностью, рыбоводные пруды (не менее двух) (Субботина, 1993; Субботина, 2015; Кудрявцева, Субботина, 2018; Субботина и др., патент, на изобретение, 1999).

В рыбоводном пруду рекомендуется выращивать 3-х дневную личинку карпа (при плотности посадки 30 - 40 тыс. шт/га) или карпо - карася (не более 30 тыс. шт/га) в поликультуре с толстолобиком 8 - 10 тыс. шт/га. Выращенные сеголетки карпа и толстолобика подвергаются токсикологическому анализу (Субботина, № 11, РГСУ, 2011; Субботина др., патент на изобретение, 1999).

Установлено отсутствие в образцах рыб нитритов, а нитраты и N - нитрозамины не превышали установленного гигиенического регламента. Качество очистки стоков в рыбоводно-биологических прудах представлено таблице 27 (Субботина и др., патент на изобретение,, 1999).

Очищенные сточные воды следует накапливать в пруду с чистой водой при глубине не более 2,5 - 3 м. Качество биологической счистки стоков на разных этапах обработки в рыбоводно-биологических прудах в условиях Московской области должно соответствовать показателям, представленным в таблице 27 (Субботина, 2012; Субботина, № 11, РГСУ, 2011; Субботина, 2015).

Таблица 27 - Качество очистки стоков в рыбоводно-биологических прудах

Показатели	**Пруд-накопитель**	**Водорослевой пруд**	**Рачковый пруд**	**Рыбоводный пруд**
$БПК_5$	1000	200	400	4
Абсолютно сухое вещество	847	240	240	120
Фосфор	2,0	0,7	0,1	0,01
Азот общий	150,0	15	10	0,5
Сырая биомасса водорослей	нет	150	30	115

3.3 Птицеводческие стоки

Мощному загрязнению среди объектов внешней среды, на одно из первых мест следует поставить естественные водоёмы и водотоки: озера, реки, моря, а также подводные водоносные горизонт, которые непрерывно загрязнялись и продолжают загрязняться.

Основным источником загрязнения, как и тридцать лет назад по-прежнему, являются сточные воды, недостаточно очищенные или совсем неочищенные, в том числе и те, которые образуются не только на

животноводческих фермах и комплексах, но и на птицефабриках (Субботина, 1998; Субботина, 2012; Субботина. 2022).

К началу 80-х годов в стране сложилась катастрофическая ситуация с отходами птицефабрик. Их, по данным ВНИИТИП, насчитывалось более 1500 птицефабрик, которые свои отхода накапливали в течение долгого времени в прудах-накопителях. Все имеющиеся пруды-накопители на большинстве птицефабрик уже были заполнены, а на некоторых даже и переполнены. Жидкие и твёрдые отходы птицеводческих предприятий попадали в реки и водоёмы, чем вызвали их органическое загрязнение.

В этой ситуации Госагропром обратился в ВНПО «Прогресс», с просьбой помочь разработать технологию утилизации отходов птицеводческих предприятий (Лысенко, 1998; Лысенко, 1998; Лысенко, 2005; Лысенко, 2009; Тарханов. 2010; Тарханов, 2011; Лысенко, 2014; Лысенко, Горохов 2014; Лысенко, 2021).

С этой целью было органзовано изучене условй формирования очистки сточных вод на ряде птицефабрик Украинской, Казахской ССР и РСФСР. Была разработана технология, которая с 1983 по 1985г.г. внедрялась одной из лабораторией ВНПО «Прогресс» пос. Игналина Литовской ССР. Принципиальная схема подготовки сточных вод птицеводческих предприятий (новизна которой защищена авторским свидетельством и разработанными рекомендациями) представлена на рисунке 25.

С этой целью было организовано изучение условий формирования Полученные результаты были обобщены в ряде работ.

За отчётный период было обследовано состояние вопросов очистки сточных вод на:

- птицефабрике в Пахтаабадском районе Андижанской области Узбекской ССР;

- Чемионской птицефабрике Ферганской области Узбекской ССР;

- птицеводческом хозяйства им. Ильича Ташкентской области Узбекской ССР;

- Грачевской птицефабрике Оренбургской области;

- птицефабрике «Центральная» Владимировской области

Кроме того были разработаны:

- технико-экономические решения по выбору площадки для строительства прудовых систем Кунцевской птицефабрики, Московской области;

- научно-технические условия на проектирование и строительство прудовых систем на Васильевской птицефабрике, Пензенской области;

- научно-технические условия на проектирование прудовых систем для:

- Подбельской птицефабрики, Куйбышевской области;

- птицефабрики «Зареченская»;

- птицефабрики «Михайловская» Приморского края;

- Ферганской птицефабрики № 3

(Доливо-Добровольский, 1984; Доливо-Добровольский, 1986; Жирков, Терёшина, 1984; Жирков, Терёшина, 1985; Жирков, Терёшина, 1986).

С состоянием очистки сточных вод одной из птицефабрик, а именно на Михневской птицефабрике Ступинского района Московской области можно подробно ознакомиться в статье Субботиной Ю.М. «Состояние рециклинга биоотходов на птицефабрики Михневская» Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии 2 (30), 2019. – С. 119 – 204. (Субботина, 2019).

Очистки сточных вод на Краснополянской птицефабрики. Краснополянская птицефабрика находится в Сходненском районе Московской области, является объектом, где, неоднократно возникала, был изучен режим работы очистных сооружений, которыми располагала Краснополянская птицефабрика. Отмечено, что очень часто здесь создаются условия перегрузки всех технологических узлов, вследствие чего выходящая

с очистных сооружений сточная жидкость не соответствовала нормативным показателям для сброса сточных вод в естественные водоемы (Правила охраны поверхностных вод…, 1991).

Из утиной фермы

–

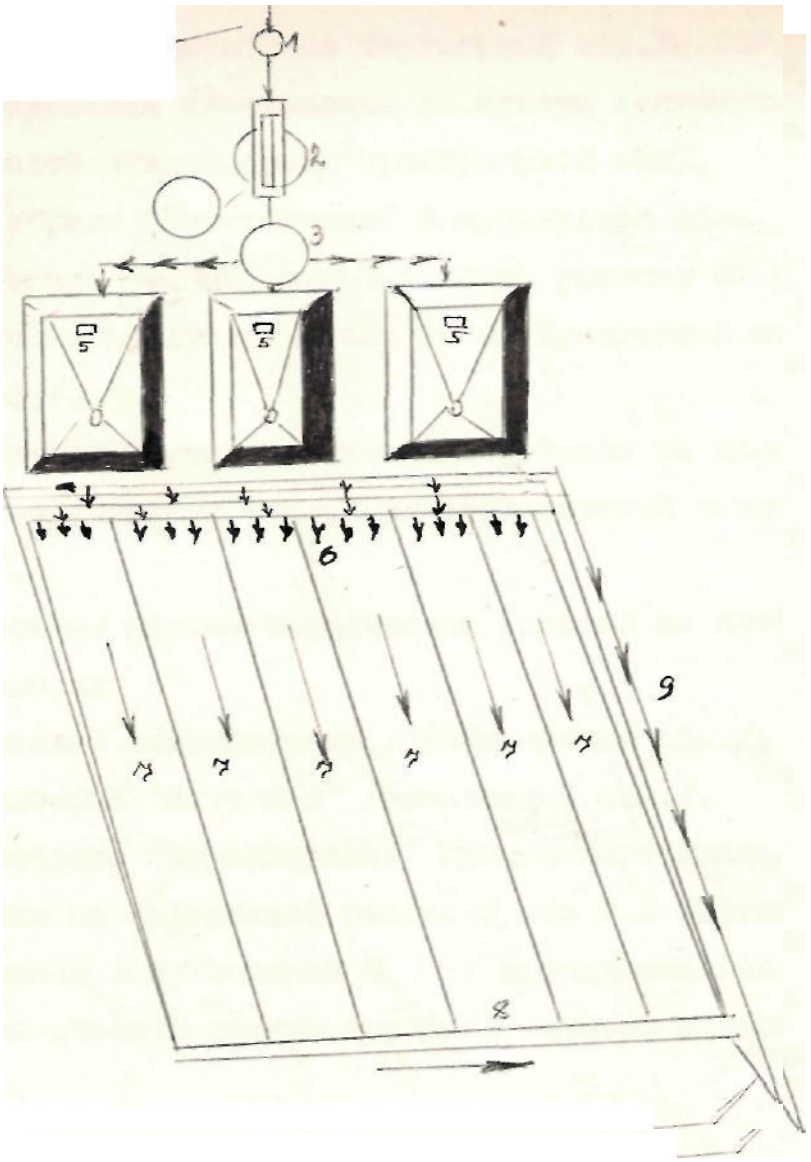


Рисунок 26 - Экспериментальные очистные сооружения утиной фермы рыбхоза Игналина Литовской ССР

1 – приемный резервуар;
2 – двухъярусный отстойник;
3 – распределительная камера;
4 – резервуар для ила;
5 – контактные стагнационные биопруды;
6 – распределительная труба;
7 – террасы;
8 – отводящий поток, обводная линия

Сточные воды птицефабрик яичного направлений являются опасными в санитарном и эпидемическом отношениях. Стоки птицефабрик яичного направления имеют следующие показатели загрязнений:

– БПК в среднем – 230 мг/л;

– количество взвешенных веществ – 420 мг/л;

– окисляемость – 75 мг/л;

– азот аммиака – 15мг/л;

– микробное число – 2,1 10.

Было предложено провести чистку ряда карт-прудов, в которых на Краснополянской птицефабрике дочищаются стоки птицеводческого генезиса, кроме того, было решено в качестве способа интенсификации процессов очистки использовать, метод альголизации, а в последнюю секцию прудов посадить рыбу.

Помимо этого, более подробно обследовали очистные сооружения Краснополянской птицефабрики, были изучены условия формирования всех сбрасываемых в ручей Раздериху сточных вод; в лабораторных условиях изучили возможность интенсификации процессов очистки сточных вод Краснополянской птицефабрики путём альголизации специально подобранным комплексом микроводорослей (Доливо-Добовольский, 1984; Доливо-Добовольский, 1986; Рекомендации по очистки и обеззараживанию…,1987; Тарханов, 2010; Тарханов, 2011; Субботина (Kanada) 2012; Субботина, (Germany), 2013).

На Краснополянской птицефабрике очистка сточных вод производится в биологических прудах (рис. 25). Сточные воды птицефабрики поступают на очистные сооружения механической очистки (песчано-гравийные фильтры), затем направляются в пруды-накопители, площадью 0,45 га, глубиной 2 метра. Затем осветлённая сточная жидкость поступает в каскад биологических очистительных прудов; площадь каждого пруда составляет 0,45 га глубина 0,8 - 1,2 м. В тёплое время года эксплуатируются

очистительные пруды, туда же в то время перепускаются стоки из прудов-накопителей. Регулировка уровня воды в прудах производится с помощью специально сооружённых перепусков и водовыпусков (Субботина, Монография, 2012; Субботина, «Перо» 2016 ; Субботина, «Перо» 2017).

На биологические пруды поступает в сутки 800 $м^3$ сточной жидкости, $БПК_{20}$, которой в среднем составляет 155 мг/л. площадь их, если принять величину аэрации равной 7, будет составлять:

на птицефабрике принят каскад из 4-х биологических очистительных прудов, площадь каждого пруда составляет 0,45 га. Время пребывания стоков в биологических прудах при средней глубине 0,7 метров составляет:

В зимнее время года стоки накапливаются в прудах-накопителях. Площадь пруда-накопителя, согласно расчёту, составляет:

$$\frac{120 \bullet 800 \bullet 0.45 \bullet 0.65}{10000 \bullet 2} = 1{,}35 \text{ га.}$$

где 120 - количество дней намораживания;

0,45 - коэффициент фильтрации сточных вод в период намораживания принятый по табл. 20 (СНиП ДГ 6-6);

Таблица 28 - Коэффициент фильтрации сточных вод в период намораживания

Грунты	**Коэффициент снижения величины фильтрации в период намораживания**
Лёгкие суглинки	0,3
Супеси	0,45
Пески	0,55

0,65- коэффициент изменения нормы водоотведения сточных вод в зимний период;

2 - глубина пруда, в метрах.

В хозяйстве имеются три пруда-накопителя по 0,45 га каждый с рабочей глубиной 2 м.

И наконец, песчано-гравийный (участок) фильтр, его площадь составляе

$$\frac{800 \cdot 6}{10000 \cdot 1.1} = 0.44 \text{ га.}$$

– где, 1,1 метр толщина фильтрующего слоя,

– 6 м^{3}объем фильтрующего слоя на 1 м^3 сточной жидкости.

В качестве фильтрующего слоя применяется крупнозернистый песок. Биологические пруды запроектированы из 4-х последовательных ступеней. Кроме того, проектом предусмотрена возможность создания параллельного каскада из 3-х прудов (который так и не были построены), используя пруды - накопители на случай профилактического или капитального ремонта, а так же для увеличения времени пребывания стоков в очистительных прудах в летнее время (наиболее благоприятное для открытых водоёмом в санитарном отношении). Очистительные пруды эксплуатируются в вегетационный сезон (апрель октябрь). Сточная жидкость после механической очистки после механической очистки по магистральному и распределительным лоткам поступает на очистительные пруды (Субботина, Монография, 2012).

По проекту предусмотрено поступление сточной жидкости на песчано-гравийный фильтр, который не функционирует, как таковой. Для интенсификации разложения органики на сооружениях искусственной биологической очистки используется специальное устройство для аэрации.

В течение суток на очистные сооружения поступает 200 - 1000 м^3/сут промстоков. $БПК_5$ сточных вод на входе составляет в среднем 1000 мг/л, на выходе в летнее время $БПК_5$ снижается до 20-30 мг/л. В зимнем время снижение составляет лишь 100 мг/л. Сточные воды, прошедшие пруды, сбрасываются в ручей Раздериху, затем поступают в р. Учу и далее в

Учинское водохранилище. В этот же ручей сбрасывается ежесуточно и 400 $м^3$ сточных вод жилого посёлка птицефабрики, после их очистки и хлорирования. Кроме того, в ручей поступает 2000 $м^3$/сут биологически очищенных сточных вод посёлка ВНИИ кормов (как правило не до нормативных показателей), что ведёт к ухудшению санитарно-гидрохимической и санитарно-бактериологической характеристики воды в ручье Раздериха и реке Уче (Субботина, монография, 2012; Субботина, «Перо» 2016 ; Субботина, «Перо» 2017).

Последнее обстоятельство имеет весьма существенное значение, поскольку отрицательно влият на экологическую обстановку в этом районе.

Схема очистки сточных вод на Краснополянской птицефабрике и условий формирования всего объёма сбросного стока в ручей Раздериха представлена на рисунке 26.

Таким образом, эти данные подтверждали необходимость использования методики очистки сточных вод с помощью альгологического комплекса микроводорослей.

Эффективность очистки сточных вод на птицефабрике «Краснополянская» в биологических - картах в условиях производства. Нами были проведены санитарно-гидрохимические и санитарно-бактериологические исследования сточной воды, как хозяйственно бытовых, так и птицеводческого генезиса, образующихся на птицефабрике «Краснополянская». Была выявлена динамика органических загрязнений, содержащихся в хозяйственно бытовых и птицеводческих стоках (Субботина, «Перо» 2016 ; Субботина, «Перо» 2017).

В этом хозяйстве также возникла проблема интенсификации процессов очистки, улучшения качества сбрасываемых сточных вод; кроме того, совместно с научно-исследовательским институтом ветеринарной санитарии были начаты работы по изучению выживаемости патогенных

микроорганизмов под влиянием комплекса водорослей внесённых в сточные воды в лабораторных модельных экспериментах и производственных условя.

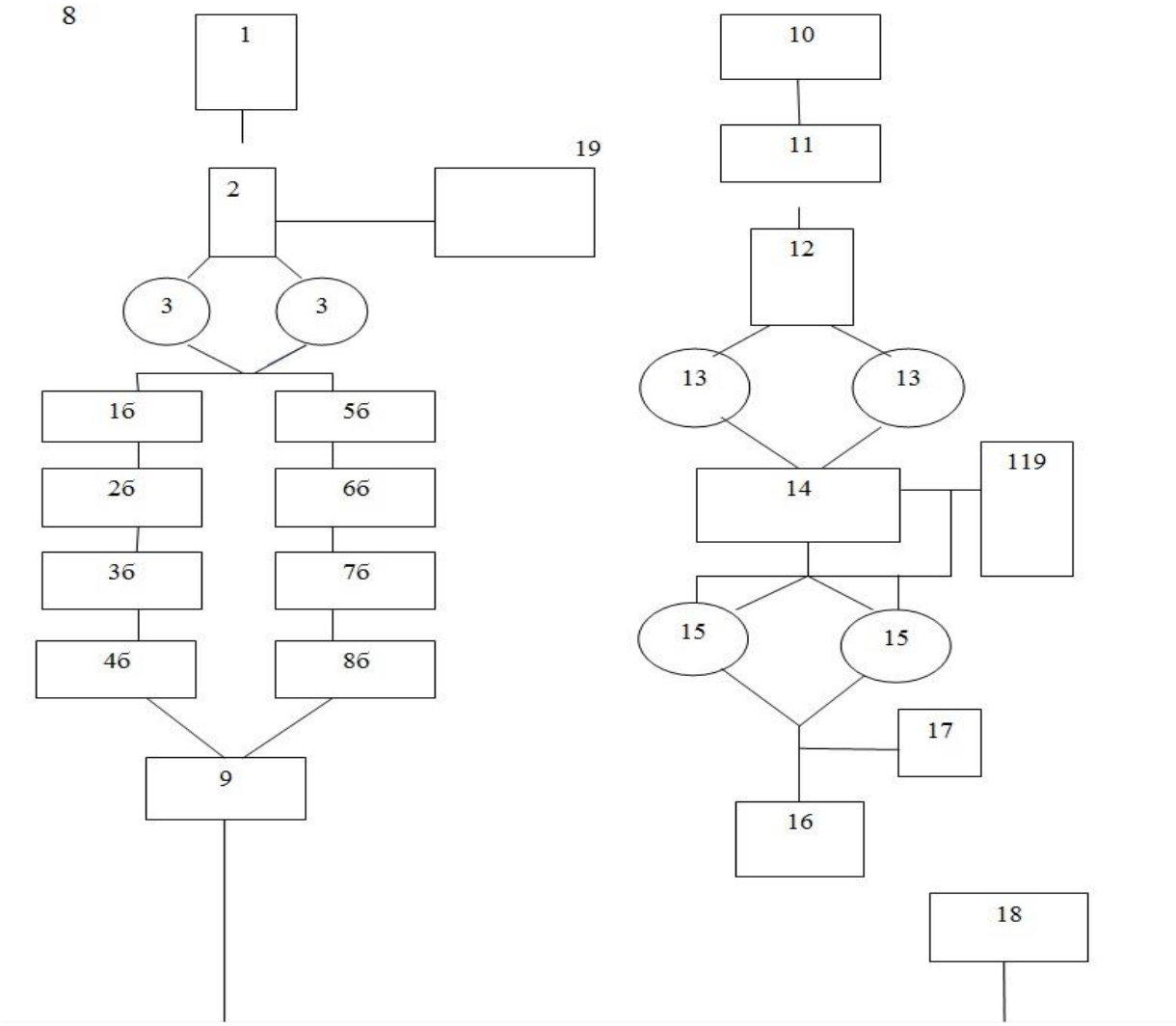


Рисунок 27 - Схема очистки сточных вод на Краснополянской птицефабрике

Экспликация к рисунку: 1-птицефабрика, 2-песколовка, 3-2-х ярусные отстойники, 4-контрольный пруд с рыбой, 1б биологический пруд; 2б- биологический пруд, 3б-биологический пруд, 4б-биологический пруд, 5б- биологический пру, 6б- биологический пруд, 7б - биологический пруд, 8б - биологический пруд, 9б - биологический пруд с рыбой (последняя ступень), 10-жилой посёлок птицефабрики, 11-решетки, 12-песколовка, 13-первичный отстойник, 14-аэротенки, 15-вторичный отстойник, 16-контактный резервуар,17-хлораторская, 18-жилой посёлок института кормов, 19-иловые площадки,

Для этого было произведено отбор сточных вод, определены условия их формирования обследован уровень обсеменённости сточных вод птицефабрики, обследованы имеющиеся очистные сооружения по очистке

хозяйственно бытовых сточных вод и биологические карты по очистке птицеводческих стоков.

Были проведены экспериментальные исследования на объекте и в лабораторных условиях по повышению очистной способности биологических карт путём внесения адаптированных к сточной воде микроводорослей. Начаты экспериментальные исследования на лабораторных моделях по изучению выживаемости патогенных микроорганизмов под воздействием альгологического комплекса (Субботина, «Перо» 2016; Субботина, «Перо» 2017).

Мной совместно с сотрудниками лабораторией очистки сточных вод для орошения проведено 756 санитарно-гидрохимических исследований сточной воды, как хозяйственно-бытовой, так и птицеводческого генезиса образующихся на Краснополянской птицефабрике.

Сточные воды Краснополянской птицефабрики на первой ступени очистки поступают на очистные сооружения механической очистки (песчано-гравийные фильтр), затем направляются в пруды накопители, площадью 0,45 га глубиной 2 м, затем осветлённая сточная жидкость направляется в биологические пруды; площадь каждого пруда составляет 0,45 га, глубина 0,8 - 1.2 м.

В биологических картах проектом предусмотрено поступление в сутки 800 $м^3$ сточной жидкости, в действительности же поступает практически вдвое больше до 1500 $м^3$, $БПК_5$ которых выше проектной, $БПК_5$ в исходной сточной жидкости составляло на момент исследования 720 - 425 мг/л (Субботина, «Перо» 2016).

Проектом предусмотрено снижение $БПК_5$ в летнее время до 20 - 30 мг/л а в зимнее время до 100 мг/л. Фактически в летнее время $БПК_5$ было гораздо выше 40 - 95,5 мг/л, а в зимнее время составило 256 - 420 мг/л (таблица 29).

В лабораторию очистки сточных вод для орошения были проведены санитарно-гидрохимические и санитарно-бактериологические исследования сточной воды как хозяйственно бытовых, так и птицеводческого генезиса.

Результаты санитарно-гидрохимических и санитарно - бактериологических исследования сточных вод приведены в таблице 30 и на рисунках 27 и 28 (Субботина, «Перо» 2016).

Показана динамика органических загрязнений, содержащихся в хозяйственно бытовых и в птицеводческих стоках, отобранных до и после обработки их на очистных сооружениях и биологических картах.

Анализируя данные по очистке хозяйственно бытовой сточной жидкости можно отметить, что эффективность работы аэротенков в период исследований колебалась от 23 до 90% по $БПК_5$, от 21 - 100% по азоту аммонийных солей, от 17 - 88% по соединениям фосфора (Субботина, «Перо» 2016).

Таблица 29 - Динамика органических загрязнений в очищенной сточной воде, прошедшей проточные биологические карты Краснополянской птицефабрики, мг/л

Номер проб	**Дата**	**ХПК**	**$БПК_5$**	***$БПК_{20}$***	**Азот**		**P_2O_5**	**Взвеш. вещества**
					NH_4	Общий		
1	9.03	720,0	420,0	544,0	93,5	10,8	40,0	75,0
2	11.04	425,0	256,0	304,0	50,4	56,6	22,0	66,0
3	16.05	182,0	95,0	118,0	41,0	58,9	5,0	96,0
4	13.06	115,2	12,60	560,0	40,0	63,5	40,0	200,0
5	27.07	115,0	60,0	206,0	23,2	34,3	9,0	115,0
6	22.08	259,2	40,0	164,0	31,4	42,0	12,0	7,0

Процент отмирания кишечной палочки был ничтожным: их количество в очищенных сточных водах в большинстве случаях колебался от 0,00028 до 0,00096 (Субботина, монография., 2012; Субботина, «Перо» 2016; Субботина, «Перо» 2022).

Оценивая, в среднем эффективность работы этого участка очистных сооружений по $БПК_{20}$ отмечаем его снижение, в среднем, только на 56,5% (табл. 31), такая сточная жидкость требует доочистки и не может быть сброшена в окружающую среду.

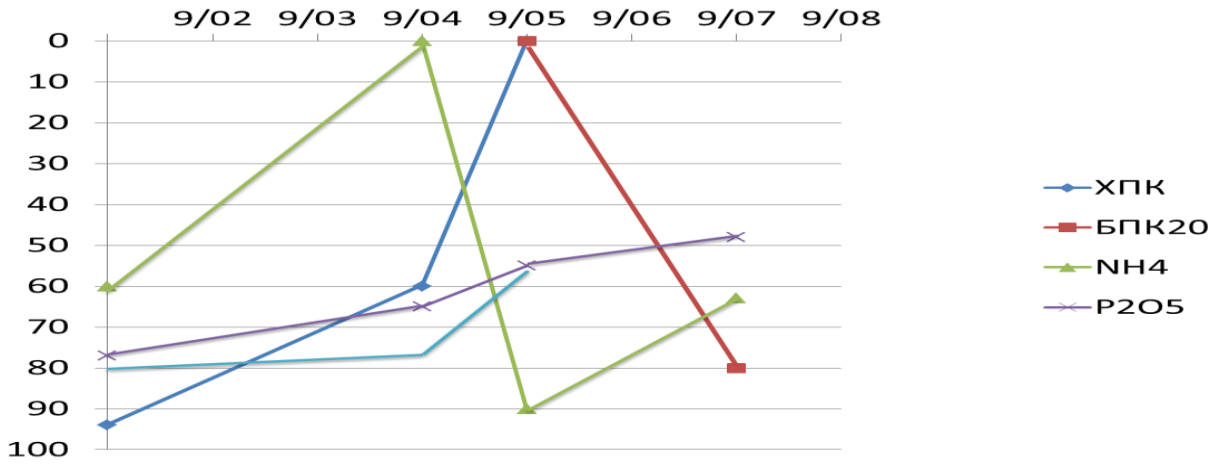


Рисунок 28 - Эффективность очистки сточных вод Краснополянской ПТФ, прошедших обработку в картах биологических прудов (Субботина, «Перо» 2016; Субботина, Монография., 2012; Субботина, 2022)

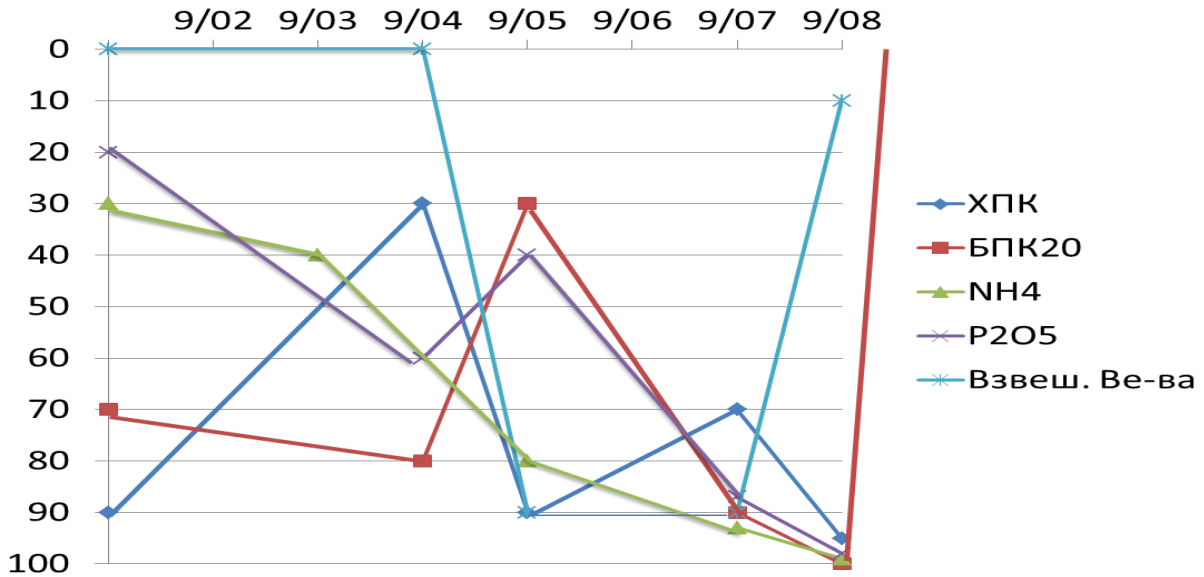


Рисунок 29 - Эффективность очистки х/бытовых сточных вод на очистных сооружениях Краснополянской ПТФ (Субботина, монография, 2012; Субботина, «Перо», 2016; Субботина, «Перо», 2022)

Таблица 30 – Санитарно-гидрохимические и санитарно-бактериологические показатели сточных вод Краснополянской птицефабрики по датам отбора проб на сооружениях и картах – прудах

Место отбора проб	Дата	pH	ХПК	$БПК_5$	Азот NH_4	Азот Органич.	Азот Общий	P_2O_5	Взвешен. вещества	Колитит	$БПК_{20}$
Х/б сточные воды поступающие	20.06	7,3	1039,0	304,0	25,2	31,9	57,1	42,0	682,0	$0,52^{-6}$	1320,0
Х/б сточные воды после аэротенков		7,1	356,4	123,0	2,2	2,24	4,44	5,0	84,0	$0,28^{-5}$	282,0
Стоки после механической очистки		6,9	1217,7	414,0	50,96	25,8	76,8	36,0	296,0	0,16	1350,0
Из карты № 7		7,8	504,9	16,0	206,0	56,0	262,0	43,0	198,0	$0,24^{-4}$	590,0
Из карты № 5		8,3	415,8	8,0	45,9	24,6	70,5	7,0	52,0	$0,83^{-5}$	276,0
Из карты № 6		7,9	623,7	64,0	128,0	38,6	166,6	42,0	148,0	$0,42^{-6}$	636,0
Из карты № 9		7,7	267,3	8,0	9,5	3,4	12,9	25,0	164.-	$0,89^{-6}$	180,0
Контрольный пруд		8,9	89,1	1,6	отсут	5,6	5,6	отсут	14,0	0,02	45,6
Х/б сточные воды поступающие	09.08	7,0	1440,0	60,0	5,6	62,7	68,3	13,0	-	$0,5^{-7}$	204,0
Х/б сточные воды после аэротенков		7,7	57,0	6,0	отсут	отсут	отсут	2,0	-	$0,96^{-5}$	5,0
Из карты № 8		7,5	432,0	70,0	127,7	17,4	145,1	33,0	-	$0,78^{-7}$	476,0
Из карты № 7		7,7	250,0	40,0	108,0	3,9	111,9	34,0	-	$0,31^{-7}$	200,0
Из карты № 5		7,8	288,0	10,0	113,7	12,3	126,0	20,5	-	$0,37^{-7}$	178,0
Из карты № 9		7,9	182,0	34,0	98,6	3,9	102,5	32,0	-	$0,11^{-6}$	118,8
Контрольный пруд		9,2	57,6	37,0	24,2	отсут	24,2	отсут	-	$0,58^{-4}$	58,8

Естественно, что органическому загрязнению и по санитарно-бактериологическим показателям сточная вода, сбрасываемая в ручей Раздериху, нуждается в доочистке и обеззараживании. Одним из таких методов был использован метод биологического обеззараживания сточных вод с помощью микроводорослей (Рекомендации по устройству БОКС прудов, 1987; Рекомендации по очистке и обеззараживанию…, 1987; Субботина, монография, 2012; Субботина, «Перо» 2016; Субботина, монография; 2022; Субботина, 2024).

Пробы были помещены в 20 - литровые аквариумы лаборатории и в течение суток освещались лампами дневного света, в лаборатории поддерживалась обычная комнатная температура 22 - 23 градуса С.

Каждые пять - десять дней из аквариумов отбирались пробы воды на гидрохимические и санитарно-бактериологические анализы (Субботина, «Перо» 2016).

Таблиц 31 - Эффективность очистки сточных вод Краснополянской птицефабрики по гидрохимическим показателям, %

Гидрохимические показатели	**Время экспозиции, %**	
	10 суток	**30 суток**
1	**2**	**3**
1. ХПК исходной сточной воды	56,2	79,8
2. ХПК исходная + водоросли	71,2	96,7
3. $БПК_5$ исходная сточная жидкость	57,7	82,1
4. $БПК_5$ исходная водоросли	78,4	96,7
5. Аммиачный азот - исходная сточная жидкость	6,7	82,4
6. Аммиачный азот сточная жидкость + водоросли	15,5	96,4

Гидрохимические анализы по санитарно-бактериологическим показателям проводились согласно имеющимися методикам исследования, силами лаборатории очистки сточных вод для орошения и частично

сотрудниками Всесоюзного научно-исследовательского института ветеринарной санитарии и экологии (Субботина,«Перо» 2016).

Результаты гидрохимических и бактериологических исследований представленные в пробах 2 и 3, которые были осеменены штаммами E. Coll (0142), сальмонелл (S. dublin), (Р-209), микобактериями В-5 в концентрации 100 кл/мл и исследованы в экспериментах В опытах исследовались 3 образца сточных вод:

Таблица 32 - Результаты санитарно-гидрохимических исследований сточных вод Краснополянской птицефабрики, мг/л.

Место отбора проб	Время	pH	ХПК	$БПК_5$	$БПК_{20}$	Азот			P_2O_5	Взвешен. вещества
						NH_4	Органич.	Общий		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 проба-исходная	Март	7,1	2012,4	448,0	870,0	167,4	34,2	201,6	121,0	101,0
2 проба-исходная+ водоросли	Апрель	7,1	2073,6	484,0	702,0	166,8	34,0	200,8	130,0	111,0
3.исходная+ водоросли + культура патогенных микроорганизмов	Май	7,0	2318,0	440,0	815,0	160,2	25,2	195,4	128,0	111,0
1 исходная	10 дней	8,0	920,0	190,0	801,7	156,2	24,0	180,2	152,0	150,0
2 проба-исх+водоросли	20 дней	8,0	598,4	105,6	180,8	141,1	19,6	160,7	141,0	285,0
1 исходная	30 дней	8,9	425,0	80,2	240,3	29,6	26,8	46,4	1175,0	-
2 исходная + водоросли	40 дней	10,4	100,0	60,4	60,4	7,8	19,6	27,4	4075,0	-

I образец - контроль (сточная вода после механической очистки);

II образец- исходная сточная вода + альгологический комплекс микроводорослей;

III образец – исходная точная вода + альгологический комплекс микроводорослей + комплекс патогенных микроорганизмов;

Результат санитарно-гидрохимический исследований модельного эксперимента в лабораторных условиях, отражены в таблице 32 (Рекомендации по устройству БОКС прудов.,1987; Рекомендации по очистке и обеззараживанию…, 1987; Субботина, «Перо» 2015; Субботина и др., 2016; Субботина, 2024).

В проводимых исследованиях была просчитана эффективность отмирания E. Coll в альголизированные сточных водах результаты исследований представлены в таблице 33.

Таблица 33 – Эффективность отмирания E.Coli в альголизированных сточных водах Краснополянской птицефабрики

Экспозиция, сутки	**Эффективность отмирания E.Coll, %**
2-ые	0
5-ые	95,6
12-ые	99,9

В анализе результатов лабораторных исследований, проводимых по альголизации стоков Краснополянской ПТФ, следует отметить, что эффективность очистки по гидрохимическим показателям выше, к 30 суткам экспозиции, по сравнению с десятью днями, самоочищение происходит эффективнее с внесённым комплексом адаптированных микроводорослей (Субботина, «Перо» 2016).

Использование метода альголизации для обеззараживания сточных вод Краснополянской птицефабрики позволяет повысить эффект отмирания бактерий до 90,0 - 95,9%; экспозиция при этом в лабораторных условиях составила 12 суток.

Эти данные позволяют заключить, что для стоков Краснополянской птицефабрики для которых характерна высокая обсеменённость, имеет место в лабораторных условиях отмирания бактерий на 90,0-95,9% в течение 12 суток (Субботина, «Перо» 2016).

Исходя из полученных данных, была предпринята попытка добиться аналогичного результата в производственных условиях. С этой целью в одну из карт биологические карты на Краснополянской птицефабрики были внесены микроводоросли (Субботина, «Перо» 2016).

Анализируя полученные данные по очистке хозяйственно бытовой сточной жидкости можно отметить, что эффективность работы аэротенков в период исследований колебалась от 23 до 90% по БПК5, от 21 - 100% по азоту аммонийных солей, от 17 - 88% по соединениям фосфора (Субботина, Монография, 2012; Субботина, «Перо» 2016).

В биологических картах № 2,3,4 в июне отмечалась высокая фотосинтетическая активность микроводорослей, которые играют основную роль в процессе очистки и дезинфекции сточных вод в карте № 2. Куда весной были внесены микроводоросли, отмечено многократное увеличение фито- и зоопланктона (Субботина, «Перо» 2016).

Работы по вселению рыбопосадочного материала не проводились, из-за не стабильного гидрохимического режима в биологических картах. А также высокой концентрации бактериальной микрофлоры.

Анализируя данные очистки птицеводческих стоков, можно отметить, что эффективность очистки:

- по ХПК колебался от. 30,8%до 87,5%,
- по $БПК_5$ - от 46,7 до 85,9%,
- по $БПК_{20}$ - от 16,0% до 83,0%,
- по азоту аммонийных солей от 26,1% до 74,5%,
- взвешенным веществам - 57,7 до 87,5% (Субботина, «Перо» 2016).

В результате исследований и анализа полученных результатов было выявлено, что птицефабрика «Краснополянская» является объектом, где, неоднократно возникала тяжёлая экологическая ситуация. На данной территории были отмечены существенные загрязнения воды сбрасываемыми с Краснополянской птицефабрики сточными водами в ручей Раздериха и р. Уча (Субботина, «Перо» 2016).

Анализируя данные очистки хозяйственно бытовой сточной жидкости, можно отметить, что аэротенки работали крайне не ритмично. Эффективность их работы в период исследований колебалась от 22,9% до 96,8% по ХПК; от 28.4 до 98,0 по $БПК_5$; от 0 до 97% по $БПК_{20}$; от 0,5% до 94,0% по азоту аммиачных солей; от 0 до 68.8% по соединениям фосфора (Субботина, «Перо» 2016).

Оценивая в среднем эффективность работы аэротенков хозяйственно бытовых сточных вод по $БПК_5$, отмечаем, его снижение на 66,8% такой низкий эффект очистки а аэротенках прежде всего связаны
неравномерностью подачи стоков и низкой окислительной способностью активного ила (Субботина, «Перо» 2016).

Окислительная способность самой аэрационной системы, рассчитанная на 1 $м^3$ объёме азротенка, тем выше, чем выше концентрация ила (до определённого предала). В иловой смеси эффективность их работы в период исследований колебалась от 22,9% до 96,8% по ХПК; от 28.4 до 98,0 по $БПК_5$; от 0 до 97% по $БПК_{20}$; от 0,5% до 94,0% по азоту аммиачных солей; от 0 до 68.8% по соединениям фосфора (Субботина, «Перо» 2016).

Оценивая в среднем эффективность работы аэротенков хозяйственно бытовых сточных вод по $БПК_5$, отмечаем, его снижение на 66,8% такой низкий эффект очистки а аэротенках прежде всего связаны с неравномерностью подачи стоков и низкой окислительной способностью активного ила (Субботина, «Перо» 2016).

.

Таблица 34 – Санитарно-гидрохимические показатели сточных вод Краснополянской птицефабрики

Место отбора проб	Дата	pH	ХПК	БПК$_5$	Азот NH_4	Азот Органич.	Азот Общий	P_2O_5	Взвешен вещества	Колитит	БПК$_{20}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13
Х/б сточные поступающие	4.05	7,5	403,2	25,6	19,6-	14,0	33,6	38,0	204,0	$0,94^{-6}$	-
Х/б сточные воды после аэротенков		7,45	28,8	19,6	5,6	11,8	17,4	26.0	38,0	$0,96^{-5}$	
Стоки после механической очистки		7,0	950,0	72,0	16,8	29,1	45,9	21.0	220,0	$0, ^{-7}$	688,0
Из карты №2		8,6	374,0	39,2	20,7	7,3	27,5	40,0	98.0	0,1	274,4
Из карты №5		8,3	201,0	25,6	20,7	5,6	26,3	39,0	92,0	$0,71^{-4}$	204,0
Из карты №4		8,4	57,6	96,0	20,7	5,6	26,3	57,0	42,0	$0,19^{-4}$	58,2
Из карты №7		7,2	518,4	88,0	29,7	11,2	40,9	47,0	116,0	$0,16^{-6}$	584,0
Из карты №9		8,1	230,0	20,0	3,4	7,8	11.2	15,0	76,0	$0,77^{-4}$	160,0
Общий коллектор		7,7	547,2	56,0	22,4	12,9	35,3	18,0	110,0	$0,21^{-5}$	350,0
Стоки после механической очистки	25.05	8,2	1101,0	206,0	15,7	30,2	45,9	27,0	-	$0,2^{-7}$	520,0
Контрольный пруд с рыбой		8,9	-	0,5	отс.	3,9	3,9	4,0	-	$0,25^{-3}$	8,2
Пруд с зарыбленной рыбой		7,0	298,0	40,0	14,0	7,8	21,8	4,0	-	$0,16^{-5}$	11,1
Х/б сточные воды поступающие	23.08	6,5	403,2	12,8	7,3	4,5	11,8	41,0	99,0	$0, ^{-7}$	-
Х/б сточные воды после аэротенков		7,5	57,6	24,0	10,0	1,1	11,1	3,0	163,0	$0,2^{-6}$	-
Из карты №8		7,2	403,2	32,0	84,6	25,1	109,7	50,0	175,0	$0,2^{-6}$	-
Из карты №		7,0	288,0	32,0	100,0	9,5	109,5	50,0	122,0	$0,32^{-6}$	-
Из карты №6		7,9	259,0	20,0	100,0	8,4	108,4	37,0	129,0	$0,27^{-6}$	-
Из карты №5		7,7	240,0	4,0	35,8	5,6	41,4	36,0	107,0	$0,47^{-6}$	-
Из карты №9		7,9	230,4	8,0	105,3	8,9	114,2	23,0	94,0	0,19	-

В июне месяце отмечалось потемнение ила в аэротенке, что мы связывали со значительными перегрузками азротенка и высокой концентрацией поступающих стоков. Которые, по-видимому, привели к нарушению жизнедеятельности микроорганизмов активного ила и частичной его гибели, что незамедлительно нарушило нормальную работу азротенка, и как следствие этого, в очищенной воде отмечалась высокая концентрация взвешенных веществ и повышенная мутность.

Оценивая в среднем эффективность работы аэротенков хозяйственно бытовых сточных вод по $БПК_5$, отмечаем, его снижение на 66,8% такой низкий эффект очистки а аэротенках прежде всего связаны с неравномерностью подачи стоков и низкой окислительной способностью активного ила (Субботина, «Перо» 2016).

Для того чтобы предотвратить это, рекомендовалось изменить режим подачи нагрузки органического субстрата на активный ил. Необходим перевод системы очистки из непрерывного режима полного перемешивания в периодический полунеприрывный (контактный) режим, тогда дефлокуляция активного ила исчезает, концентрация взвешенного вещества в очищенной воде снизится до необходимой величины (Субботина, «Перо» 2016).

Работа очистных сооружений Краснополянской птицефабрики и карт биологической очистки нуждаются в модернизации. На момент проведения исследований, сточные воды являлись источником загрязнения окружающей среды и эпидемиологической опасности. Эффективность их работы в период исследований колебалась от 22,9% до 96,8% по ХПК; от 28.4 до 98,0 по $БПК_5$; от 0 до 97% по $БПК_{20}$; от 0,5% до 94,0% по азоту аммиачных солей - от 0 до 68.8% по соединениям фосфора (Субботина., «Перо» 2016).

Оценивая в среднем эффективность работы аэротенков хозяйственно бытовых сточных вод по $БПК_5$, отмечаем, его снижение на 66,8% такой низкий эффект очистки а аэротенках прежде всего связаны с

неравномерностью подачи стоков и низкой окислительной способностью активного ила (Субботина, «Перо» 2016).

Экспериментальное самоочищение птицеводческих сточных вод разбавлением биологически очищенными сточными водами альголизированными водорослями. Изучение дезодорирующего эффекта было проведено на стоках птицефабрик, разбавленных биологически очищенными сточными водами, альголизированными (внесена культура микроводорослей) комплексом микроводорослей. Проведены гидрохимические анализы воды (в разбавлениях 1:20 , 1:10, 1:5).

Таблица 35 – Гидрохимическая характеристика птицеводческих стоков, разбавленных 1:10 биологически очищенными сточными водами

Экспозиция сут.	Наименование Эксперимент.	Наименование показателей						
		PH	**запах**	**ХПК**	**NH_4**	**H_2S**	**SO_4 lg**	**Мочевина**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
0	контроль	7,25	-	3,1987	2,1632	1,9069	0.7959	0
	опыт	-	-	3,070	2,4339	2,1335	0,7076	0
8	контроль	7,0	ослаблен.	3,4564	2,5079	-	1,8513	1,505
	опыт	6,5		3,2253	2,2601	1,7076	1,8195	1,8261
16	контроль	8,2	резкий	3,7604	2,4150	1,9708	2	0
	опыт	8,65	ослаблен.	3,6355	2,1461	2,1510	3,2042	0
23	контроль	7,5	сильный	2,6274	1,4472	0	1	0
	опыт	9,0	нет	2,5263	0,2253	0	0,9395	0
Эффект	контроль	-	-	74	81	100	-	-
	опыт	-	-	68	99,38	100	-	-

Анализируя данные, представленные в таблице 35, можно отметить, что в условиях разбавления птицеводческих стоков биологически очищенными сточными водами в отношении 1:20, процесс самоочищения в

опыте, куда было внесено 400 мл (по объёму) водорослей, происходил эффективнее, чем в контроле.

Так, величина pH в опыте возросла от 7,25 до 9,0. В то время как в контроле она оставалась на уровне 7,25 - 7,5. Поэтому в условиях резкого подщелачивания концентрация азота аммонийных солей в опытных условиях снизилась на 99,38%, в то время как в контроле она уменьшилась на 81%.

Таблица 36 – Динамика гидрохимических показателей в птицеводческих стоках, разбавленных 1:10 биологически очищенными сточными водами

Экспозиция сут.	Наименование Эксперимент. ёмкости	Наименование показателей						
		PH	Запах	lg			мг/л	
				ХПК	NH_4	H_2S	$S0_4$	Мочевина
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	контроль	6,2	сильный	3,0492	1,7694	2,00	5,3	2,0
	опыт	6,2	пометный	-	-	-	-	-
7	контроль	8,3	гнилостный	2,2041	1,8561	2,5315	20,1	0,6
	опыт	8,5	едва уловим	1,3040	1,7404	1,8325	6,8	0
14	контроль	7,1	нет	1,3802	1,3052	1,9294	12,3	0
	опыт	6,5	нет	2,2041	0,6532	1,7076	12,6	0
20	контроль	7,25	нет	2,5051	1,0569	2,3766	4,2	0
	опыт	7,3	нет	2,9894	0	2,4609	7,7	1,7
Эффект очистки	контроль	-	-	71,43	80	0	0	0
	опыт	-	-	12,96	98,64	0	0	0

Вследствие этого птицеводческие стоки в контроле даже при разбавлении их водопроводной водой в соотношении 1:20, но без внесения в них микроводорослей, имели сильно выраженный помётный запах. В опытном варианте этот запах отсутствовал.

Процесс сульфикации хотя и имел место в обеих ёмкостях, однако в опыте он был более выражен, чем в контроле. Разбавление птицеводческих стоков биологически очищенными сточными водами в соотношение 1:10 (табл. 36) меньше отразилось на величине pH чем в предыдущем эксперименте.

Таблица 37 – Динамика гидрохимических показателей в птичьих стоках, разбавленных 1:5 биологически очищенными сточными водами

Экспозиция сут.	Наименование Эксперимента. ёмкости	Наименование показателей						
		pH	запах	lg			мг/л	
				ХПК	NH	H_2S	$S0_4$	моче вина
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	контроль	-	-	-	-	-	-	-
	опыт	7,6	резкий	3,4281	2,3096	2,6454	15,2	15,0
6	контроль	8,15	птич. стоков.	2,7160	2,3641	2,4346	101,4	0
	опыт	8,65	ощущ. запах птич. стоков	2,9823	2,3345	2,3441	69,03	0
13	контроль	8,15	едва ощутимый	2,2041	1,6580	1,9294	38,5	1,7
	опыт	8,65	явный запах птич. стоков.	2,8062	1,2430	2,6454	33,1	1,8
20	контроль	9,26	слабый запах птич. стоков	2,5563	1,3766	2,5729	15,7	0
	опыт	8,33	усиленный	3,0	1,8089	2,6618	19	1,0
Эффект очистки	контроль	-	-	90,60	88,4	15,3	-	-
	опыт	-	-	62,79	68,5	0	0	0

Концентрация водородных ионов после незначительного повышения на 7 сутки к концу эксперимента на 20 сутки снизилась в контроле до 7,25, в опыте - до 7,30. В этих условиях на фоне слабощелочной среды концентрация азота аммонийных солей в контроле снизилась на 80%, а в

опыте - на 98,64%, содержание же сероводорода в обеих ёмкостях возросло более чем вдвое.

Однако, несмотря на это, процесс минерализации серосодержащих органических веществ на 20 сутки в опыте был интенсивным. Запах отсутствовал в обоих альгологических реакторах.

Анализируя данные, представленные в табл. 37, можно констатировать, что при разбавлении птичьих стоков биологически очищенными сточными водами в соотношении 1:5, величина pH с 7,6 возрастает в контроле до 9,26, в опыте - до 8,33. Концентрация азота аммонийных солей, как и содержание сероводорода, снижается более эффективно в контроле, чем в опыте; процесс гидролиза мочевины в контроле быстрее закончился, чем в опыте.

Очевидно микроводоросли внесённые в птицеводческие стоки, разбавленные водопроводной водой в соотношении 1:5, выполняют в этих условиях функцию очень активных адсорбентов.

Поэтому, если в контрольной ёмкости запах птичьих стоков был ослабленный, то в опытном варианте он был усиленный. На основании проведённых экспериментов можно констатировать, что разбавление стоков биологически очищенными сточными водами в соотношении 1:10 с добавлением микроводорослей, является наиболее оптимальным.

3.4 Сточные воды пищевых предприятий (мясной и молочной промышленности)

Расход сточных вод предприятий пищевой промышленности обычно не превышает 2-3 тыс. $м^3$/сутки. Однако сточные воды этих предприятий очень многообразны. Характерной особенностью сточных вод является высокое содержание органических загрязнений, достигающее нескольких граммов на литр. Сходные по составу сточные воды, но разной степени загрязненности образуются на предприятиях:

а) по переработке и хранению зерна; хлебозаводах, макаронных и кондитерских фабриках;

б) молочной промышленности;

в) мясной промышленности (птицекомбинаты, мясоперерабатывающие заводы;

г) трыбной промышленности (рыбокомбинаты, рыбоконсервные, рыбокоптильные и пр.);

д) масложировой промышленности; сахарные заводы;

е) производство алкогольной и безалкогольных напитков; пивоваренной промышленности, кукурузно-паточные и картофелеперерабатывающие заводы;

ж) плодовоовощной консервной промышленности, холодильной промышленности и другие.

Практически все сточные воды пищевой промышленности по данным ВНПО «Прогресс» в большинстве случаев пригодны для орошения (Додолина, 1990; Смирнова, и др., методические рекомендации, 2006; СаНПиНП 21.02-91. 2012).

Ценность сточных вод предприятий пищевой промышленности. Эта категория сточных вод отличается большим разнообразием, предприятия располагаются по всей территории России. Для производства своей продукции (сахара, крахмала, патоки) отраслевые предприятия потребляют большое количество воды.

Так, например многие предприятия по переработки сахарной свеклы с сосредоточены в южной и юго-западной части страны, в зоне чернозёмных почв. Доочистка сточных вод на большинстве сахарных заводов осуществляется на полях фильтрации. Но очистка сточных вод на них осуществляется неудовлетворительно.

Особенности очистки сточных вод предприятий пищевой промышленности и их удобрительная ценность подробно изложено в работе:

Субботина Ю.М. Удобрительная ценность сточных вод предприятий пищевой промышленности // Материалы III международной научно-экологической конференции. Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и с/х производства (20 - 21 марта 2013) / ФГБОУ ВПО КГАУ Краснодар, 2013. – С. 292 – 298 (Субботина, Ш Междунар. научн…, 2015; Субботина, 2017).

Сточные воды предприятий пищевой промышленности очень многообразны. Характерной особенностью сточных вод является высокое содержание органических загрязнений, достигающее нескольких граммов на литр. Сточные воды разной степени загрязнённости образуются на предприятиях по переработке и хранению зерна, хлебозаводах, макаронных и кондитерских фабриках; молочной промышленности. А также, мясной промышленности (птицекомбинаты, мясоперерабатывающие заводы; рыбной промышленности (рыбокомбинаты, рыбоконсервные, рыбокоптильные и пр.).

Масложировой промышленности; сахарные заводы; производство алкогольной и безалкогольных напитков; пивоваренной промышленности, кукурузно-паточные и картофелеперерабатывающие заводы; плодовоовощной консервной промышленности, холодильной промышленности и др. Сточные воды пищевой промышленности в большинстве случаев пригодны для орошения (Субботина, 2011; Субботина, (Kanada) 2012; Субботина, 2013).

Особенности очистки и обеззараживания сточных вод боен и мясокомбинатов. Очистка сточных вод одна из важных проблем нашего времени. Не последнее место в этом занимают вопросы очистки и утилизации сточных вод скотобоен и мясокомбинатов. В этой проблеме центральное место отводиться фильтрованию и обеззараживанию сточных вод (Субботина, 2008; Субботина, Экологический вестник, 2011; Кудрявцева, Субботина, 2018).

Сточные воды боен в основном жидкие, образующиеся при убое животных. При таком убое, количество сточной воды, приходящееся на 1 свинью, составляет 1 - 2 $м^3$ на одну корову – 3 – 4 $м^3$, на одну птицу – 0,030 - 0,49 $м^3$. Таким образом, исходя из этих объёмов, суточное потребление воды образовавшихся стоков на скотобойне составляет незначительную величину. По данным работы Rispens A, в Англии это количество измеряется 15 $м^3$ сутки. В России на Клинском мясокомбинате в Московской области, например, суточное потребление, аналогично и составляет 15 $м^3$/сутки. Однако, несмотря на такие малые расходы, стоки скотобоен представляют собой значительные источники загрязнения (Субботина, и др., 2002; Субботина, 2008; Кудрявцева, Субботина, 2018; Субботина, Экологический вестник, 2011; Rispens A., 1985; Btlanger D.,1986).

Сточные воды боен содержат загрязняющие вещества, с различными физикохимическими свойствами, в которых содержится много всплывающих, подвешенных, осаждающихся и растворённых веществ; они характеризуются значительным количеством белка и жира, по некоторым данным в них отмечается высокое содержание солей натрия. Volmer H. и Scholz W. считали, что образующиеся стоки скотобоен являются высококонцентрированными сточными водами; по данным работам, трудноразлагаемых органических веществ ХПК в таких стоках содержится более 4000мг/л (Субботина, Экологический вестник…, 2011).

По данным лаборатории сточных вод, ХПК в стоках Клинского комбината колеблется от 2376,0 до 4514,4 мг/л, $БПК_5$ (концентрация легко разлагаемых органических веществ) составляет 1827-3500 мг/л; в менее концентрированных стоках боен величина ХПК варьирует от 100 до 1000 мг/л, стоки характеризуются большим бактериальным загрязнением. Так, по данным Клинской районной СЭС в стоках боен имеется значительная концентрация бактерий E.Coll (коли-индекс колеблется от 10.000 до 100.000.000, общее микробное число составляет: при Т°+22°С 1700-210000 и

более, при Т°+37°С 434000 и более); такие сточные воды содержат значительное количество патогенных бактерий (Субботина, 2008; Субботина, Экологический вестник, 2011; Субботина, 2018; Субботина, Кудрявцева, 2018; Rispens, 1985; Dahe, Worgard, 1984).

Концентрация бактерий Е. Coll в неразбавленных стоках Клинского мясокомбината варьирует пределах от $7,8 \bullet 10^6$ - $1,64 \bullet 10^8$, что явно указывало на их санитарно-эпидемиологическую опасность. Без предварительной обработки такие сточные воды нельзя использовать на орошение.

Раннее в совхозе «Победа» эти сточные вода перед использованием на орошение подвергались обеззараживанию аммиаком. Этот метод описан научно-технической литературе. Его сущность в том, что биологические отходы, влажностью 90 и более % при температуре более 14°С, накапливали в выгребной яме и в зависимости от содержания в них азота аммонийных солей подвергали дезинфекции аммиаком. в тоже время, если концентрация аммиака составляла 2 % от состава, то обеззараживание длилось 5 суток, если 3%- 10 суток. С помощью этого методе гибель энтеробактерий было значительно эффективнее, чем гельминтов и их яиц. Одновременно с этим наблюдалась гибель и синантропных мух (Субботина, 2008; Субботина, Экологический вестник, 2011; Субботина, 2018; Субботина, Кудрявцева, 2018; Rispens, 1985; Dahe, Worgard, 1984).

Аналогичная, в какой-то степени, картина наблюдалась и при дезинфекци аммиаком кровяных стоков в ОАО «Победа». Всё же, вместе с некоторыми положительными эффектами, был ряд негативов. В частности, активная реакция среды значительно изменяется: вместо слабокислого или нейтрального рН становится щелочным. Количество аммиачного азота увеличилось до 500-1000 мг/л, а общего азота - до 1400 мг/л.

Таким образом, возник вопрос о замене обеззараживающего вещества, как аммиак на другой, не оказывающий негативного воздействия на окружающую среду. Обеспечивая при этом дезинфекцию и одновременно

обеззараживающий эффект при воздействии его на сами стоки. Для того, чтобы выбрать самый дешёвый и наименее трудоёмкий метод обработки стоков бойни был произведён информационный поиск (1986-1997г.г.) в научно-технической литературе.

Согласно проведённом научным и информационными исследованьям, было выявлено, что в целом ряде стран, а именно: ФРГ, ГДР, БНР, Болгарии, Франции, Голландии, Англии, США, Нидерландах и СССР, имеются мясоперерабатывающие комбинаты и бойни. Кроме того, их потребление воды (на скотобойне), как в Англии, так и в России не превышает 15 $м^3$/сутки (Субботина, 2008; Субботина, Экологический вестник, 2011; Субботина, 2018; Субботина, Кудрявцева, 2018; Rispens, 1985; Dahe, Worgard, 1984).
Был проведён анализ некоторые технические средства, используемых в этих странах для очистки данной категории сточных вод.

Так, в ВНР, в зависимости от типа приёмника очищенных сточных вод, были разработаны два варианта очистки. С помощью дугового сита или центрифуги из сточной воды удаляются грубые и крупные отходы; затем с помощью аэрируемой жировой ловушки другие загрязнения (Субботина, 2008; Субботина, 2011; Субботина, 2018; Кудрявцева, Субботина, 2018; Rispens, 1985).

Во время следующей химической обработки флоккулирующие вещества смещаются со сточным водами находящихся в растворённой - воздушной установке, после чего разделяются на взвешенные и растворённые загрязнения, затем следует механическая и химическая обработка и наконец, очищенные стоки могут быть сброшены, непосредственно в городскую канализацию (Субботина, 2008; Субботина, 2011; Субботина, 2018; Кудрявцева, Субботина, 2018; Rispens, 1985)

Полученные в результате механической обработки твёрдые вещества вместе с прочими отходами бойни превращаются в мясную муку, последние направляются для использования в сельском хозяйстве качестве удобрения.

Если же приёмником очищенной воды является естественный водоём, то механическая и химическая очистка должна быть дополнена биологической, что обуславливается повышенным содержанием органических веществ (Субботина, 2008; Субботина, 2011; Субботина, Экологический вестник, 2011; Субботина, 2018; Кудрявцева, Субботина, 2018; Rispens A., 1985).

После биологической очистки химическое потребление кислорода такой воды составляет менее 75 мг/л. В Нидерландах, сточные воды скотобоен, после тщательной механической очитки и прохождения через гравийный фильтр обрабатываются во флотационной установке. Для этих целей может быть использована напорная или вакуумная флотация, предварительное насыщение кислородом вода под давлением, также для этих целей могут использоваться комбинированные проточные многокамерные установки. Предварительная обработка выделенных на всех станциях компоненты сточных вод постоянно выгружаются; осветлённая же жидкость направляется городскую канализацию (Субботина Экологический вестник, 2011).

В Голландии одиннадцать скотобоен оснащены системами флотации: на восьми из них забивают птицу, на 3-х свиней. Флотационный концентрат содержит значительное количество жира и белка. Перед флотацией в сточные воды добавляют дозированное количество $FeCl_3$ (100-300 мг/л) и анионный полиэлектролит (2-6 мг/л), что гарантирует связывание всех растворённых органических компонентов. Тем не менее, в отличии ВНР и Нидерландов, флотационный концентрат, получаемый на Голландских очистных сооружениях, после пастеризации успешно используют как кормовая добавка. Причем, по словам автора из Канады, в корме свиней максимальное содержание этой добавки составляет 12%, в кормах для кур - 4% (в пределах по сухому веществу). Метод флотации под давлением с реагентами и без них используется для очистки сточных вод скотобоен и в Болгарии. И в то

же время, как указывает автор, очищенные флотацией воды отвечают по всем показателям и нормативам сброса их в городскую канализацию. Все же из за того, что при использовании реагентов, у осадков наблюдаются большие объёмы и влажность, предпочтение отдаётся методу напорной флотации без предварительного добавления в сточную воду реагента.

Из других методов, которые применяются в Болгарии и России для очистки сточных вод боен, следует признать искусственную и естественную биологические очистки (Сыев С. и др., и 1985; Субботина, 2008; Субботина, РГЗАУ, 2011; Субботина, 2011; Субботина, 2018; Rispens A., 1985; Eur Water Sewage 1986).

Искусственные методы очистки сточных вод бойни используются во Франции и США. Например, во Франции, для этих целей используют биологический реактор, который представляет собой аэротенк объёмом 1000 $м^3$, оснащён компрессором мощностью 20 $м^3$/мин, осуществляющий аэрацию сточной жидкости в течение 24 часов. Он оснащён насосом для периодического сброса осветлённых сточных вод и удаление осадка. Эксплуатация данного аэротенка осуществлялась с учётом динамики гидравлической и массовой нагрузки и с контролем качества воды на всех этапах её обработки по физическим (температура, pH) и химическим ($БПК_5$, ХПК, растворённый кислород, азот, фосфор) свойствам. Установлено, что при продолжительности пребывания в 10 - 12 суток и возрасте активного ила 30 - 35 суток аэротенк обеспечивает при T°>5°C снижение БПК до требуемого значения < 30 мг/л с очищающим эффектом> 95%,а по азоту и фосфору 92 и 84% соответственно (Субботина, 2008; Субботина, РГЗАУ, 2011; Субботина, 2011; Субботина, 2018; Rispens, 1985; Baotian 1985; Bittmann, Seidel, 1990).

В Соединённых Штатах очистка сточных вод скотобоен и мясокомбинатов производится в системе биофильтрации с вращающимся контактом. Все же отмечено, что в связи с тем, что удаление $БПК_5$ в нем

составляет 65 - 70%, предложено подвергать сточные воды предварительной анаэробной пред очистке. При этом следует отметить, что высокое солесодержание, в таких сточных водах, не влияет на эффект очистки сточной жидкости ибо БПК, оказывает и слабое влияние на динамику этого показателя, объем рабочей поверхности биофильтра (Субботина, 2008; Субботина, 2011; Субботина, Кудрявцева, 2018; Rispens A., 1985).

Также возможно усиление очищающего эффекта при очистки сточных вод скотобоен и мясоперерабатывающих заводов на биофильтре в том случае, если использовать на первой стадии очистки сточных вод глинозём с концентрацией 300 мг/л, хлорное железо в количестве 15 мг/л и анионно-активный полимер в концентрации 1,5 мг/л. `

Это позволяет обеспечить эффект понижении $БПК_5$ на 24 - 53%, жиров, на 60 - 80% и взвешенных веществ на 62 - 73%. Тогда последующая очистка сточных вод на биофильтре с взвешенным слоем загрузки обеспечивает эффект очистки по $БПК_5$, солей аммония, соответственно: 71 - 93%, 29 - 84% и 20 - 73% (Субботина, 2008; Субботина, Смирнова, 2001; Субботина, (Germany), 2013; Субботина, Кудрявцева, 2018; Rispens A., 1985).

После анаэробной обработки получены обнадеживающие результаты, которые обеспечивают доочистку стоков бойни. Очевидно, этот метод, особенно, подходит для очистки высококонцентрированных стоков скотобойни. Об этом можно судить, исходя из того, что после предварительной анаэробной обработки сточных вод, ХПК составило 0,79-3,38 г/л, $БПК_5$ - 0,25-2,0 г/л, NH_4- 0,39-1,15 г/л. Было обнаружено, что при нагрузка на ил по $БПК_5$ 0,2 - 0,3 кг/л сутки по схеме, со ступенью преаэрации и предварительной денитрификации уменьшаются на 90% по $БПК_5$. В то же время выходное значение этого параметра составляет до 40 мг/л при ХПК - 250 мг/л. (Субботина, Смирнова, 2001; Субботина, 2008; Субботина, 2011; Субботина, (Germany), 2013; Субботина, Кудрявцева, 2018; Lawler, 1965; Rispens, 1985; Anwand, 1991).

Затем в ГДР, на основании выше названных работ, очистку осуществляют в метантенке с загрузкой. В качестве загрузки предлагают использовать также, помимо стоков, навоз и избыточный активный ил. Отходы древесины, торф, бурый каменные уголь, отходы производства бумаги, текстиль, твёрдые отходи пищевой промышленности; могут использоваться в качестве добавок. Количество этих добавок по отношению к субстрату может составлять (по массе) от 0,1 до 500% (предпочтительно 20 - 150%) (Субботина, 2008; Субботина, 2011; Субботина, Экологический Вестник, 2011; Субботина, (Germany), 2013; Субботина Ю.М., 2018; Субботина, Кудрявцева, 2018; Rispens, 1985; Anwand, 1991).

В Англии при общем расходе сточных вод, в количестве 15 $м^3$/сутки, производят сбраживание в ферментаторе объёмом 450 $м^3$/сутки и температуре +50°С (Субботина, 2008; Субботина, 2011; Субботина, 2018; Субботина, Кудрявцева, 2018; Rispens A., 1985).

По мнению учёных, Янг Белангера и К.Р. Манситика образовавшийся сброшенный осадок можно использовать в сельском хозяйстве в форме органического удобрения, но только, после предварительного брикетирования (Субботина, 2008; Субботина, 2011; Субботина, 2018; Rispens, 1985; Belanger, 1985; Muncitick, 1987).

Со слов других ученых стоки бойни могут подвергаться анаэробной ферментации, как в чистом виде, так и активным илом городских очистных сооружений. Максимальное производство биогаза было достигнуто за время пребывания в мезофильных условиях в течение двенадцати суток.

Анаэробная обработка сточных вод бойни в Германии, (как и в России) пропускаются через брикеты соломы, которые затем компостируются, а очищенная вода аэрируется в аэротенках (Субботина, 2008; Кудрявцева, Субботина, 2018; Субботина, 2018; Rispens, 1985).

Помимо этого метода, в Германии анаэробному брожению стоки скотобоен подвергаются и в метановых резервуарах. В Германии, как

правило, загружают концентрированный сток, который по схеме двух фазного анаэробного сбраживания, первоначально отделяется от твердой фазы и затем сбрасывается в систему городской канализации.

В России согласно работам Яковлева С.В. и других, анаэробная ферментация с последующим ультразвуком и озонацией используется для очистки высокоминерализованных сточных вод, включая стоки скотобоен. Что позволяет получение очищенных стоков со следующими технологическими характеристиками: по прозрачности 20 см, концентрации взвешенных веществ 46 мг/л, ХПК 250 мг/л, $БПК_{20}$ 42 мг/л. (Яковлев, и др.. 1985; Субботина, 2008; Субботина, 2011; Субботина, Экологический Вестник, 2011; Субботина, 2018; Кудрявцева, Субботина, 2018; Rispens, 1985).

Анализируя эти данные, можно отметить, что метод анаэробного сбраживания широко используется для обработки стоков боен. За этим следуют методы переработки сточных вод скотобоен методом флотации в аэротенках и биофильтрах; использование комбинированных методы, где имеются сочетание механической, химической и биологической видов утилизации стоков бойни, также имеют распространение, но уже меньше чем первые три. И, наконец, наименьшие распространены, получили естественные методы и обработка стоков анаэробно - аэробным путём. По литературным данным количественные соотношения всех используемых, методов очистки стоков боен представлены в таблице 38 (Субботина, 2008; Субботина, 2011; Кудрявцева, Субботина, 2018; Rispens A., 1985).

Целесообразно рассмотреть преимущества каждого из выше перечисленных способов. Анаэробное сбраживание наиболее полезным с точки зрения охраны окружающей среды, не загрязняют её, однако технологический процесс и имеющиеся в наличии оборудование, в котором это брожение и происходит, требуют весьма продуманного контроля, в противном случае, могут возникать взрывы установки.

При обработке сточных вод бойни на сооружениях очистки наблюдается значительное развитие нитрифицирующих бактерий. Это отказывает влияние на карбонатный и бикарбонатный состав сточных вод, в результате чего их щёлочность существенно снижается (Субботина, 2008; Субботина, РГЗАУ, 2011; Субботина, 2011; Субботина, 2018; Rispens., 1985). Но, строительство и эксплуатация объектов этого типа обходиться недешево. По расчёту болгарских специалистов, обработка стоков скотобоен на сооружениях очистки обходиться в 0,33 лева, в то время, как такая же очистка в рыбоводно-биологической прудах (биопруды и поля орошения) – обходиться всего 0,18 лева. Ультразвуковой способ обработки и озонирования так же считается дорогостоящим. Кроме того, стоимость очистки воды этим методам увеличивается за счёт того, что, при убое скота образуется не много сточных вод, всего 15 - 16 $м^3$сутки (Субботина, 2008; Субботина, РГЗАУ, 2018; Субботина, 2018; Rispens, 1985).

Таблица 38 - Частота применения технических средств при обработки стоков скотобоен

Вид технических средств	Частота встречаемости, в %	Ссылка на источник
1	**2**	**3**
Анаэробное сбраживание	32,0	355,380,336,337,367
Флотация	26,0	220,356,370
Аэротенк	26,0	285,346,348,364
Комбинированные методы (механическая, химическая и биологическая виды очистки)	15,0	220,336,343,364
Естественные способы очистки (биопруды и поля орошения)	5,0	51,54,73,75, 78,205,224, 280,281,285,335
Анаэробная обработка с добавлением кислорода воздуха	5,0	335,336,343,367
Ультразвуковая обработки и озонирование	5,0	367,368,373

Исходя из вышеизложенных материалов в ОАО «Победа» Клинского района Московской области, мы при выборе метода очистки и дезинфекции сточных вод остановились на утилизации их в биопрудах, с последующим

поливом очищенными сточными водами цветочных культур. С этой целью были проведены экспериментальные исследования в лабораторных условиях, которые подтвердили правильность принятого решения (Субботина, Экологический вестник, 2011; Субботина и др., 2015).

Обеззараживание сточных вод мясокомбината в лабораторных условиях. Одним из эффективных способов утилизации сточных вод предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности, является очистка в биологических прудах и на земледельческих полях орошения. Это подтверждается данными Всемирной организации здравоохранения, согласно которым, сточные воды после прохождения через систему аэрируемых биологических прудов освобождаются на 90% от патогенных микроорганизмов родов Escherihia coli, Salmonella, Shigella и др. (Доливо-Добровольский и др., 1969; Доливо-Добровольский, 1984; Субботина, РГСУ, № 9, 2011; Субботина, Экологический вестник, 2011).

Таблица 39 - Эффективность обеззараживания кровяных стоков

Дата отбора пробы	**Экспозиция, сутках**	**Место взятия проб**	**Эффект отмирания бактерий E.Coll,%**
1	**2**	**3**	**4**
28.12.	0	Кровяные стоки без разбавления	0
5.01.	6	Кровяные стоки + водоросли	99,94
9.01.	9	Кровяные стоки + водоросли	99,99
12.01	12	Кровяные стоки + водоросли	100,0
15.07.	15	Кровяные стоки + водоросли	100,0

Сточные воды боен отличаются большим непостоянством состава. Неразбавленные «свежие» стоки имеют слабо щелочную реакцию pH -7,6, высокую концентрацию растворенных веществ -5,4 г/л, с минерализацией 1,4

г/л. Для них характерен бикарбонатно - хлоридный состав. В составе солей преобладают соли натрия – 4906 мг/л. Кровяные стоки имеют высокую удобрительную ценность по азоту - 733 мг/л, низкую по калию - 39 мг/л и фосфору- 27 мг/л. В свежих стоках соединения азота представлены, на 80% органическими соединениями (Субботина, РГСУ, 1998; Субботина, РГСУ., № 9, 2011). Сточные воды мясоперерабатывающих предприятий и боен имеют устойчивый тёмно-красный цвет, непрозрачные, обладают запахом.

Таблица 40 - Данные бактериологических анализов кровяных стоков

Экспозиция в сутках	**Место взятия проб**	**Величина отмирания бактерий E.Coll,%**
1	**2**	**3ц**
0	Кровяные стоки концентрированные +водоросли	0
4	Кровяные стоки концентрированные +водоросли	0
7	Кровяные стоки концентрированные +водоросли	97,96
11	Кровяные стоки концентрированные +водоросли	98,79
14	Кровяные стоки концентрированные +водоросли	99,84
18	Кровяные стоки концентрированные +водоросли	100,0
0	Кровяные стоки разбавленные 1:1 +водоросли	0
4	Кровяные стоки разбавленные 1:1+водоросли	0
7	Кровяные стоки разбавленные 1:1+водоросли	98,94
14	Кровяные стоки разбавленные 1:1+водоросли	99,63
0	Кровяные стоки разбавленные 1:10+водоросли	0
4	Кровяные стоки разбавленные 1:10+водоросли	29,75
7	Кровяные стоки разбавленные 1:10+водоросли	49,48
11	Кровяные стоки разбавленные 1:10+водоросли	64,22
18	Кровяные стоки разбавленные 1:10+водоросли	99,71

Перед началом эксперимента по очистке и обеззараживанию сточных вод мясокомбината ставилось под сомнение сама способность микроводорослей развиваться в таких сточных водах.

Чтобы решить эту проблему, неразбавленные кровяные стоки были разлиты в колбы, в которые после отбора первоначального образца на содержание бактерий E.Coll. был внесён адаптированный комплекс микроводорослей. Результаты проведённых экспериментов по эффективности обеззараживания кровяных стоков приведены в таблице 40 (Субботина, РГСУ., № 9, 2011; Кудрявцев, Субботина, 2018).

С целью подтверждения результатов, полученных в лабораторных условиях, было проведено ещё несколько экспериментальных исследований. Полученные при этом результаты представлены в таблицах 40,41 (Субботина, РГСУ, № 9, 2011).

Таблица 41 - Данные микробиологических анализов сточных вод мясокомбината «Победа»

Время экспозиции в сутках	**Место взятия проб**	**Величина отмирания бактерий E.Coll, %**
1	**2**	**3**
0	Концентрированные стоки +водоросли	0
7	Концентрированные стоки +водоросли	80,6
12	Концентрированные стоки +водоросли	95,23
14	Концентрированные стоки +водоросли	99,11
0	Разбавленные стоки 1:3+водоросли	0
5	Разбавленные стоки 1:3+водоросли	19,46
14	Разбавленные стоки 1:3+водоросли	80,58
18	Разбавленные стоки 1:3+водоросли	98,55

Это вполне закономерные результаты, ибо, как указано в работе, Л.Б. Доливо-Добровольского, чем концентрированнее сточные воды, тем быстрее погибают в ней патогенные микроорганизмы (Доливо-Добровольский, 1958).

В экспериментальных опытах были проведены исследования по изучению изменений биомассы водорослей. В условиях инокуляции сточной жидкости водорослями при разной степени разбавления кровяных стоков водопроводной водой согласно полученным данным (табл. 40), биомасса водорослей увеличивается в 1,5 - 4,1 раза (Субботина, РГСУ, № 9, 2011).

Из таблицы 38 видно в случае разбавления кровяных стоков водопроводной водой 1:1, обеззараживание достигается в такой воде на 4 дня позже, отмирание бактерий E.Coll составляет 99,11%, в сравнении с разбавленными - 80,58. (Субботина, РГСУ, № 9, 2011; Субботина, Монография, 2022).

Согласно представленным данным, в таблице 42 наблюдаем, что наибольшее увеличение биомассы микроводорослей имело место в неразбавленных кровяных стоках (Субботина, РГСУ, № 9, 2011; Субботина, монография, 2022).

Таблица 42 - Изменение концентрации микроводорослей при альголизации в кровяных стоках.

Степень разбавления кровяных стоков	**Концентрация взвешенных веществ, мг/л,**		**Кратность увеличения биомассы, мг**
	на 1-ые сутки	**на 18-е сутки**	
1	**2**	**3**	**4**
1:1	1748,0	3570	2,5
1:1	2106,0	3256	1,5
1:2	774,0	1283,0	1,6
1:10	448,0	1169,0	1,3
Неразбавленная	2942,0	10210,0	4,1

Содержащийся в воде боен в большом количестве одноклеточный белок, является хорошим питательным средством для выращивания на них

водорослей. Жизнедеятельноть микроводорослей, несмотря на то, что кровяные стоки имеют значительную окраску и подвержены весьма сильному гниению, не загнивают.

Как видно из данных таблицы 42 их биомасса увеличивается, независимо от степени разбавления. Тем не менее, ещё раз следует подчеркнуть, что в неразбавленных стоках, этот показатель на много выше. (Об освоении производства…, 1986; Субботина, РГСУ, 2011; Субботина, монография, 2022).

Следует отметить, что в сточных водах мясоперерабатывающих предприятий и боен содержится значительное количество солей. В процессе экспериментов, мы смогли ответить на вопрос, как это влияет на процесс накопления биомассы микроводорослей?

Установлено, что в 1 л кровяных стоков содержится 2370 мг растворённых веществ (сухой остаток). По данным ВНПО «Прогресс», это количество растворённых веществ колеблется от 1112,0 до 126202 мг/л. Это обусловлено высокой концентрацией органических веществ, включая соединения натрия и азота. На долю этих компонентов в I л кровяных стоков приходится 40 и 49% соответственно. Содержание других веществ в среднем составляло по фосфору - до 2,9%, калию и кальцию до 0,7%, магнию - до 6% (Долво-Добровольский 1986; Технологические и технические решения утилизации отходов птицефабрик и животноводческих комплексов, 1997; Субботина, 2018; Субботина, монография, 2022; Metacale, 1972; Blank, 1984),

В период проведения экспериментальных исследований по изучению возможности обеззараживания кровяных стоков с помощью микроводорослей концентрация растворённых веществ в них, как было указано выше, колебалась от 5,7 до 12,2 г/л; и если соотнести эти данные с результатами, представленными в таблице 42 то можно отметить, что значительное содержащие солей в стоках убойного цеха не оказывало

ингибирующего влияния на процесс накопления биомассы, т.е. водоросли росли.

Очевидно, как отмечают авторы работы, при проведении экспериментальных исследований по альголизации кровяных стоков, использовались солеустойчивые микроводоросли, которые обладали весьма высокой устойчивостью к хлористому натрию. Можно предположить, на основании этих данных, что в процессах обеззараживания стоков убойного цеха Клинского мясокомбината в ОАО «Победа» были использованы такие виды микроводорослей, у которых устойчивость к хлористому натрию является видовым признаком (Субботина, № 9; РГСУ., 2011; Субботина, РГАЗУ., 2011; Кудрявцева, Субботина, 2018; Субботина, монография, 2022).

Резюмировав экспериментальные исследования, показали, что при изучении процессов биологического обеззараживания кровяных стоков с помощью адаптированного комплекса микроводорослями в лабораторных условиях были получены положительные результаты.

Отмирание бактерий E.Coll было достигнуто на 11 - 18 сутки с момента инокуляции на 98,5-99,9% по сравнению с исходной сточной воде.

Биомасса микроводорослей увеличилась и на момент отмирания бактерий E. Coll в среднем на 99% превысила первоначальное количество в 1,5 - 4,1 раза. Повышенный уровень солесодержания в сточной воде боен и мясокомбинатов практически не влиял на физиологическое состояние клеток микроводорослей и эффективность процессов биологического обеззараживания (Субботина, № 9; РГСУ., 2011; Субботина, РГАЗУ., 2011; Кудрявцева, Субботина, 2018; Субботина, монография, 2022)

Экспериментальные исследования сточных вод мясокомбината в условиях производства. На втором этапе экспериментальных исследований сточных вод мясокомбината был уточнён обеззараживающий эффект естественных биоценозов в производственных условиях. На Клинском мясокомбинате была изготовлена железная ёмкость размерами: 0,80 х 1,40 х

2,0 = 2,24 м^3. В неё было залито около 1,5 м^3 разбавленных водопроводной водой (1:3) стоков убойного цеха. Емкость установили на открытой местности, в неё после заполнения было внесено 2 л (по объёму) "закваски" из микроводорослей.

Для контроля над процессами обеззараживания и самоочищения из неё была отобрана проба сточных вод. В дальнейшем пробы отбирались: на каждые 5 сутки с момента постановки эксперимента и на 43 сутки опыта. Результаты исследований отражены в таблице 40.

Как видно из данных таблице 43 кровяные стоки, помещённые в железную ёмкость на 0 сутки характеризовались довольно значительным содержанием легко - и трудноокисляемой органики (ХПК -3500, $БПК_5$ - 4514,4 мг/л соответственно, большая часть азота - 66% в них была представлена в органической форме. На долю аммиачного азота приходилось лишь 34%. Сточные вода характеризовались значительным содержанием растворенных веществ, составляющим 4718,0 мг/л.

При исследовании этих сточных вод через 5 суток, в них существенным образом снизилась концентрация ХПК - на 84 %, величина $БПК_5$ на -93,5%, а также содержание общего азота на -73% и растворённых органических веществ на - 78%. Причём, уже на аммиачную форму азота приходилось 68%, а на органическую - всего - 32%.

Можно предполагать, что на 5 сутки после заполнения железной ёмкости кровяными стоками в ней начали происходить анаэробные процессы. И действительно, визуально при осмотре ёмкости в этот день вода имела чёрный цвет. На поверхности плавали отмершие островки водорослей, внесённые в эту ёмкость (Субботина, 2009; Субботина, РГСУ, 2011; Субботина, монография, 2022).

Полученные данные вполне закономерны: поскольку перед запуском воды в железную ёмкость, железо, входящее в состав водопроводной воды и самой ёмкости соединялось с сероводородом кровяных стоков и

образовывало сернистое железо, придавшее чёрный цвет находящейся в емкости воде.

При этом сама кровяная жидкость перед направлением в железную ёмкость, длительное время накапливалась в накопительной ёмкости, что способствовало загниванию в ней белковой фракции, появлению зловонного (сероводородного) запаха и чёрного цвета исследуемой массы (Субботина, 2011; Субботина, монография, 2022).

Таблица 43 - Характеристика процессов самоочищения стоков Клинского мясокомбината полупрозводственных условиях.

Дата отбора пробы и экспози-ция, сутки	**Наименование объекта наблюдения**	**Показатели, мг/л**									
		pH	**ХПК**	**$БПК_5$**	**Азот**			**Плотный остаток**	**Прокал. остаток**	**Взвешенные вещества**	**Фосфор**
					Аммиачный	**органический**	**общий**				
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
1.06. 0-сутки	Кровяные стоки до внесения микроводорослей	6,65	4514,4	3500	137,8	258,7	396,5	5046,5	4718,0	318,0	11,0
2.06. 1-сутки	Кровяные стоки после внесения микроводорослей разбавления	7,8	950,0	2300	150,1	-	-	1374,0	1112,0	262,0	26,0
13.07. 43-сутки	Кровяные стоки после внесения микроводорослей разбавления	7,8	230,1	16.0	-	-	-	528,2	518,1	8,2	84,1

Через месяц, вода в ёмкости приобрела изумрудный цвет, и имела запах свежей речной воды. Как свидетельствуют данные таблицы 43 на 43 сутки с момента постановки эксперимента, в этой воде полностью отсутствовал аммиачный азот, содержание ХПК снизилось на 95%, $БПК_5$ - на 99,6%; концентрация растворённых веществ составила 518 мг/л, т.е.

уменьшилась на 90% (Субботина, 2009; Субботина, РГСУ, 2011; Кудрявцева, Субботина, 2018).

Таким образом, можно отметить, что анаэробная и последующая аэробная с помощью микроводорослей обработка кровяных стоков на 43 сутки с момента начала экспериментальных исследований существенно изменяет качественный состав этих сточных вод; при бактериальном исследовании величина отмирания бактерий E.Co11 на 43 сутки составила 99,9%. На 43 день в эту железную ёмкость с изумрудной водой была посажена водная культура гиацинтов и внесены неочищенные и не окисленные кровяные стоки. Этим самым преследовалась цель, - как в условиях эксперимента с водным гиацинтом будут происходить процессы самоочищения сточной жидкости (Субботина, № 9, РГСУ, 2011).

В течение эксперимента периодически производился отбор проб сточной воды на бактериальные исследования, осуществляемые Клинской СЭС. Результаты исследований отражены в таблице 44.

Таблица 44 - Бактериологические исследования по изучению процессов самоочищения в ёмкости с гиацинтами.

Наименование показателей	**Дата / экспозиции (сутки)**									
	20.07	**26.07**	**28.07**	**02.08**	**08.08**	**10.08***	**15.08**	**22.08**	**01.09**	**05.09**
	0	**6**	**8**	**12**	**18**	**20**	**25*** **5***	**32*** **12***	**40*** **21***	**45*** **25***
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
Коли-индекс	10^{9}	10^{8}		10^{7}	10^{6}	10^{4} /10^{7}	10^{8}	10^{5}	10^{3}	10^{3}
Коли-титр	10^{-5}	10^{-5}		10^{-4}	10^{-2}	10 10^{-4}	10^{-4}	10^{-2}	10^{1}	10^{1}
Общие микробное число ОМЧ + 22° /+37°С	728 265000	42000 48000	10000 140000	2950 45000	20500 22600	32000 102600	16575 27350	159000 4050	7200 3500	55000 12100
Условно патогенная флора	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-

Примечание: * - повторное внесение микроводорослей

** - числитель - экспозиции в сутках с момента начала эксперимента

** - знаменатель – экспозиция в сутках с момента повторного внесения микроводорослей

Как видно из данных таблице 44, при заполнении железной ёмкости кровяными стоками, они характеризовались весьма значительным содержанием бактерий E.Coll (до 10^9 Коли-индекс) и весьма низким Коли-титро (10^5). После посадки водной культуры гиацинтов, процесс самоочищения сточных вод, хотя и имел место, шёл очень медленно. По сути дела, через 20 суток в ёмкости имели место анаэробные процессы. На это указывают данные посевов.

Кроме того, жидкость в момент смешения с изумрудно-зеленой водой, на нулевые сутки опять приобрела чёрный цвет и издавала негативные запахи, свойственные процессам анаэробного сбраживания, в такой воде была выявлена, условно-патогенная флора (Субботина, 2009; Субботина, 9, 2011).

Сама же культура водного гиацинта, хотя и существенно увеличилась в объеме, т.е. заняла всю водную поверхность, однако имела ряд «ожогов» на верхних листьях. Нижние же листья, находящиеся в воде, почернели, а некоторые имели даже сгнивший вид. Однако, наряду с вышеописанными экземплярами гиацинтов, в железной ёмкости были и такие, которые в дальнейшем зацвели. Цветение их продолжалось до середины августа.

Таким образом, что в условиях разбавления интенсивно сбреженных кровяных стоков водорослевой водой в соотношении 1:1 процессы очистки в нужном для исследователя направлении стали в какой-то степени иметь место только на 20 сутки с начала постановки эксперимента (Субботина, 9, РГСУ, 2011).

Согласно нашим данным и подтверждённые данными Клинской СЭС, коли-индекс в этой сточной жидкости на эти сутки экспозиции составил 10000, а коли-титр 0,1. Согласно рекомендациям представляющую собой руководство по оценке качества воды, и в зависимости от этого, разрешающей сброс обеззараженных стоков на орошение. Приведённые выше данные являются весьма показательными для создавшихся условий

самоочищения сточной жидкости в ёмкости с гиацинтами. Однако для сброса на поля орошения такая сточная вода ещё не готова, поскольку из неё была выделена условно-патогенная флора (Субботина, 9, РГСУ, 2011; Субботина, РГАЗУ, 2011; Субботина, монография, 2022).

Чтобы ускорить аэробную направленность этих процессов 10 августа в эту ёмкость была внесена культура микроводорослей. При отборе пробы через 2 часа после внесения культуры микроводорослей и отстаивания бактериальный состав стоков не улучшился, а ухудшился. Так концентрация микробов Е. Со11 в 1 л возросла в 1000 раз и составила 10000000. Коли-титр уменьшился в 1000 раз и составил 0,0001. Содержание общего числа бактерий, развивающихся при + 22°С в 3 раза было меньше, чем тех из них, которые развиваются при +37°С; из такой сточной воды выделена сальмонеллы нескольких серогрупп и условно патогенная флора - протей. На пятые сутки после внесения культуры микроводорослей, был произведён повторный отбор пробы воды из ёмкости с гиацинтами (Субботина, 9, РГСУ 2011; Субботина, РГАЗУ, 2011; Субботина, монография, 2022).

На двенадцатые сутки после внесения микроводорослей, скорость процесса бактериального самоочищения сточной воды возросла. Коли-титр увеличился и составил 0,01. Коли-индекс уменьшился в 100 раз и имел величину 100000. Соотношение между бактериями, выросшими при +2°С и +37°С, стало равно 36. Патогенная флора на эти сутки экспозиции (после внесения микроводорослей) также не была обнаружена. На 21 сутки в ёмкости с гиацинтами после внесения микроводорослей, процесс самоочищения сточной воды, по-видимому, приближается к концу. Коли-титр к этому сроку становится равным 1,0. Концентрация бактерий Е-Со11 в I л (коли-индекс) достигает 1000. Соотношение между микробами, выросших при +22°С и +37°С достигает значения 2. Патогенная флора в такой воде на 21 сутки (после внесения микроводорослей) не обнаружена (Субботина,

2009; Субботина, 9, РГСУ 2011; Субботина, РГАЗУ, 2011; Субботина, монография, 2022)

На 25 сутки, с момента внесения микроводорослей, в ёмкости с гиацинтами (рис. 28) отмечается стабилизация качества воды в отношении коли-титра - 1,0 и коли-индекса - 1000; что же касается величины соотношения между количеством микробов, выросших при +22°С и +37°С, то она стала в 2 раза больше (Субботина, 9, РГСУ., 2011).

Это позволяет отметить, что степень чистоты воды в присутствии микроводорослей и гиацинтов на 25 сутки возросла по сравнению с 21 сутками. При этом патогенная флора не была выявлена (Субботина, РГАЗУ, 2011; Субботина, монография, 2022).

Таким образом, анализируя полученные данные можно заключить, что культура водного гиацинта оказывает определённое очищающее действие на кровяные стоки, уменьшая при этом величину коли-индекса (на 18 сутки до 10^6 вместо 10^9 на нулевые сутки, повышает коли-титр 10^{-2}до 10^{-5} (таблица 44).

Однако в течение этого периода в кровяных стоках, по данным Клинской СЭС, отмечалось наличие в исследуемых сточных водах патогенной и условно-патогенной флоры. Такая вода, не является обеззараженной и не может быть использована для орошение. Такая вода нуждается в дополнительной очистке и обеззараживании. С этой целью, на 20 сутки с начала эксперимента в неё были внесены адаптированные микроводоросли

Это мероприятие ускорило процессы самоочищения, позволило придать им аэробную направленность (Субботина, № 9, РГСУ, 2011).

Через 21 сутки с момента внесения микроводорослей стоки стали отвечать санитарным требованиям, и их можно было направить на орошение. С полученным на объекте материалом ознакомлен зам. главного санитарного государственного врача Клинской СЭС.

В целом можно отметить, что подвергнутые многодневному сбраживанию кровяные стоки, размещённые в железной ёмкости, практически не очищаются; процессы загнивания в них ещё более усиливаются. Если же их подвергнуть альголизации в этих условиях, то смена анаэробных условий на аэробные в присутствии микроводорослей происходит лишь на 43 сутки после внесения микроводорослей.

Рисунок 30 - Общий вид культуры водного гиацинта, выращенного в полупрозводственных условиях Клинского мясокомбината (Субботина, 9, РГСУ, 2011).

При использовании макрофитов (культуры водного гиацинта) анаэробная направленность процессов самоочищения в кровяных стоках отсутствует. Она появляется только при внесении в кровяные стоки микроводорослей (Субботина, 2009; Субботина, 9, РГСУ, 2011; Субботина, монография, 2022).

С помощью микроводорослей интенсивность образования растворённого кислорода все время возрастает. Это обуславливает аэробную

направленность всего процесса самоочищения, обеспечивает получение гарантированно обеззараженного стока, пригодного для орошения.

Проведённые экспериментальные исследования подтвердили, что использование для очистки и обеззараживания кровяных стоков культуры водного гиацинта при заданных условиях эксперимента имело отрицательные результаты, но это не помещало расти гиацинту до стадии цветение (рис.30) (Субботина, 2009; Субботина, 9, РГСУ., 2011; Субботина, монография, 2022).

Рисунок 31 – Цветущий гиацинт на очищенных кровяных стоках (Субботина, РГСУ, 2011)

Использование же адаптированного комплекса микроводорослей способствовало очистке и обеззараживанию кровяных стоков (Субботина, 9, РГСУ, 2011; Субботина, монография, 2022).

3.5 Очистка хозяйственно бытовых, ливневых и других сточных вод

Нами было определено, что методы очистки для различных категорий стоков и предприятий различаются. Рассмотрим несколько конкретных примеров различных методов очистки сточных вод и проведем анализ эффективности очистки предлагаемых методов.

Естественно-биологическая очистка хозяйственно-бытовых сточных вод на станции очистки г. Москвы. Мы ознакомились с очистными сооружениями г. Москве на примере Курьяновских очистных сооружений (КОС). Выше названные сооружения мощностью 2,2 млн.м^3 сут. расположены на юго-востоке Москвы, в излучене Москвы реки. На очистные сооружения поступают стоки северо-западного, западного, южного, юго-восточного районов Москвы 60% и частично прилегающих городов Подмосковья. Кроме Курьяновсих очистных сооружений, в Москве действуют и другие очистные сооружения: Люберецкие, Люблинские, Южнобутовские, Зеленоградские.

Технологическая схема очистки сточных вод Курьяновских и Люберецких очистных сооружений схожа. В 2012 году на КОС был введен в эксплуатацию блок ультрафиолетовой дезинфекции сточных вод, обеспечивающий очистку воды от сапрофитных и патогенных микробов.

Одна из важнейших проблем была устранена в процессе реконструкции на станции в виде неприятных запахов, исходящихтот очистных сооружений. Неприятные запахи связаны с большими площадями открытых технологических сооружений, а так же с работой канализационных насосных станций, вытяжек и коллекторов. Для ее решения Российскими инженерами

была разработана уникальная конструкция – плоские плавающие перекрытия, аналогов которых в мире нет (Субботина, Пономарева, 2009).

Технологическая схема обработки осадка на Курьяновских очистных сооружениях схожа с Люберецкими очистными сооружениями, но есть существенное отличие. В процессе очистки сточных вод на Курьяновских очстных сооружениях (КОС) образуется около 18 тысяч кубометров жидкого осадка в сутки (около 6,5 миллионов кубов в год).

Часть ила направляется в аэротенки, для поглощения органических веществ сточных вод с помощью комплекса микроводорослей. А другая часть смешивается с осадком из первичных отстойников и направляется в метантенки — огромные высокие чаны, где происходит брожение осадка с выделением метана (Субботина, Пономарева 2009).

Метан собирается в газгольдеры, а оттуда поступает в местную мини-ТЭС, которая обеспечивает до 60% потребности в электроэнергии КОС. Отбродивший осадок по трубопроводу направляется в Ленинский район Подмосковья для последующего обезвоживания с последующей утилизацией (Система работы Курьяновских очистных сооружений…, 2013; Субботина, Пономарева, 2009; Субботина, 2013).

Очистка хозяйственно - бытовых сточных вод и производственных сточных вод тонкосуконной Купавинской фабрики на ботанической площадке в хозяйстве ВНПО «Прогресс». В настоящее время методы и средства природоохранных мероприятий постоянно обновляются, расширяются и совершенствуются. Необходимость таких нововведений диктуется изменениями, происходящими в экологической ситуации в России и в мире. Воздействие человека на окружающую среду давно стало очень сложным, можно сказать масштабным и интенсивным (Subbotina, 2014).

Проблема очистки и дезинфекции сточных вод стоит очень остро, так как имеется большое количество мясоперерабатывающих производств, птицефабрик и свиноферм, которые производят огромное количество стоков

и жидких отходов жизнедеятельности животных, которые подлежат утилизации (Subbotina , 2014).

Причём методы утилизации должны быть не только качественными и полноценными, обеспечивающими полное очищение и обеззараживание жидкости, но и экономически выгодными. Важно, чтобы они могли приносить выгоду при использовании их в сельскохозяйственных целях, с целью удовлетворения хозяйственных и технических нужд (Субботина, РГСУ, 2014).

В наши дни разрабатываются все новые способы и методы охраны окружающей среды. Также совершенствуются и традиционные способы очистки. Это обусловлено, в первую очередь, большими масштабами загрязнения почв, воздуха и воды. Их нужно все время оптимизировать, так как уровень загрязнения окружающей среды постоянно увеличивается, и устаревшие технологии не справляются с таким катастрофическим объемом загрязнений.

Серьёзные экологические проблемы обострились во всем мире. В разных странах существует определённый накопленный опыт по очистке сточных вод, который необходимо использовать. Поэтому необходимо перенимать передовой опыт зарубежных экологов и брать его себе на вооружение.

Технологии очищения стоков и жидких отходов разрабатываются, и в нашей стране отечественными учёными - биоэкологами. В девяностых голах 20 века научно-исследовательский институт сельскохозяйственного использования сточных вод на земледельческих полях орошения экспериментального хозяйства ВНПО «Прогресс» начал разработку новейших методов очищения воды и сточных жидкостей, следуя приоритетным направлениям современной науки. Учёными начался поиск путей решения экологических проблем, в частности, в вопросах очистки сточных вод небольших населённых пунктов, птицефабрик,

мясоперерабатывающих предприятий и др. (Subbotina, 2014; Субботина, РГСУ, 2014).

Необходимо было найти наиболее эффективные и, вместе с тем, экономически выгодные и благоприятные для природных сообществ способы сохранения и улучшения экологической ситуации в населенных пунктах, не имеющих локальных очистных сооружений и поддержать человека, в его производственной деятельности и сохранения «здорового» состояния окружающей среды.

Необходимо было решить непростые вопросы сохранения экологического баланса на земледельческих полях орошения ВНПО «Прогресс». Данные вопросы были не простыми, так как предполагали комплексное рассмотрение различных вопросов, которые оказывают негативное влияние на состояние окружающей среды. Также нужен был грамотный подход к оценке экономической составляющей предполагаемых мер по улучшению экологической ситуации (Субботина, РГСУ, 2014).

Местом проведения наших исследований была выбрана ботаническая площадка. Это была инновационная технология, уникальная в своем роде, направленная на полноценное и всеобъемлющее дноочищение и денитрификацию, и дезинфекцию жидких отходов посёлка городского типа и Купавинской. тонкосуконной фабрики. Данный способ отличался своей простотой, дешевизной и эффектностью.

Самые разнообразные системы и методы очистки жидких отходов известны во многих странах, в том числе, в Израиле, Австралии, России, Япония, Болгарии Германии (Субботина, РГСУ, 2014).

Для очищения жидких отходов применяют многолетники, водный гиацинт, высшие водные растения, рогоз, тростник, камыш.

Процессы денитрификацию, дезинфекции жидких отходов находят свое отражение в исследованиях многих российских и зарубежных учёных.

Большой вклад был сделан Францией, США, Германией, Россией, Израилем, Болгарией¸ Австралией и другими странами.

Информация, с описанием системы очистки сточных вод макрофитами, достаточно сдержана и представлена в основном немецкими и отечественными авторами. (Меркурьев, Субботина, А.С.1994; Subbotina, 2014; Субботина, РГСУ, 2014).

Различные мнения учёных относительно разнообразия растительных и почвенных механизмов при очистке сточных вод высшей водной растительностью привели к различным конструкциям и способам эксплуатации. Мы в своих научных работах уже подробно останавливались на очистке сточных вод с помощью тростниково-камышовой системы. непосредственно в экспериментальном хозяйстве ВНПО «Прогресс». Остановимся лишь на тех исследованиях, которые прежде не опубликованы.

Идея создания ботанической площадки на экспериментальных полях ВНПО «Прогресс» возникла в марте 1988 г. после просмотра имеющийся отечественной и зарубежной литературы, проведения патентного поиска по доочистке различных видов сточных вод растительностью (Subbotina, 2014; Субботина, РГСУ, 2014).

Предварительный патентный поиск и литературные проработки в этой области убедили в строительстве ботанической площадки, дающий возможность глубокой доочистки сточных вод с помощью высшей водной растительности, высаженной на специальном искусственном ложе из фильтрующего материала.

В нормально функционирующей ботанической площадке могут быть достигнуты желаемые уровни доочистки сточных вод за счет комплексных процессов физических, химических и биохимических реакций, адсорбции, минерализации, накопления, продуцирования кислорода, поглощения углекислоты и других процессов (Subbotina, 2014).

Был составлен рабочий проект строительства ботанической площадки для доочистки сточных вод Купавинской тонкосуконной фабрики. Из-за высокого стояния грунтовых вод и высокого расположения осушительного канала, ботаническая площадка выполнялась в полувыемке-полунасыпи (Subbotina, 2014; Субботина, РГСУ, 2014).

Максимальная глубина выемки составила 1,10 м, насыпи 2,0 м. Для насыпи использовался грунт из выемки. На дамбах грунт послойно уплотнялся прицепными катками. Заложение откосов внутренних и внешних дамб 1:2, ширина дамбы поверху 3 м. Во избежание сброса сточных вод с ботанической площадки, дамбы запроектированы с превышением 0,5 м. Для предотвращения эрозии наружных откосов, последние зарастают естественным травостоем, которые периодически обкашивают (Subbotina, 2014).

При строительстве ложа (основания) ботанической площадки растительный грунт снимался и разравнивался бульдозером. Разработка грунта 1 группы в карьере осуществлялась экскаватором, планировку дна площади в грунтах 1 группы проводили бульдозером, а откосы дамбы планировались в ручную. Укладка полиэтиленовой пленки (противофильтрационного экрана), разравнивание песка по пленке проведено также проводлась в ручную. Раскладка щебня, песка и верхнего растительного слоя проведено бульдозером на тракторе ДТ-7 (Subbotina, 2014; Субботина, РГСУ, 2014).

В результате такой работы основание ботанической площадки должно было выглядеть «слоёным пирогом», где слои располагались в следующей последовательности:

- противофильтрационный экран из полиэтиленовой пленки (Т = 0,2 мм;
- защитный слой из песка (Т = 10 см);
- фильтрующий слой из щебня и керамзита (Т = 30-50 см);

- песок (Т = 10 см);

- растительный грунт с посадочным материалом (Т до 30 см);

- песок (Т = 10 см).

Общая толщина должна была, составлять 1,1 м толщина основания площадки - менее 70 см. Общий уклон площадки в сторону отводящего дренажа i = 0,32 (Subbotina, 2014; Субботина, РГСУ, 2014).

При строительстве площадки были не выдержаны в соответствии с проектом: ширина, уклон, толщина чередующихся фильтрующих слоёв, растительный грунт завезен без посадочного материала, щебень часто заменяли строительным мусором, общая толщина основания площадки составила менее 70 см вместо планируемых 110 см (Субботина, РГСУ, 2014).

Тростник был завезён из рыбхоза, выгружался механически, разравнивался бульдозером и частично вручную. Через неделю из корневищ тростника стали появляться неровные всходы. Рогоз был посажен вручную и дал хорошие всходы. Лишь только к концу августа была, по трубопроводу подана сточная вода Купавинской тонкосуконной фабрики с расходом воды 3 л/сек на входе и 1,5л/сек на выходе. Формирование биоценоза шло сложно, и лишь только к концу следующего вегетационного сезона биоценоз сформировался, но постоянно возникали трудности в связи с недостаточным уклоном ботанической площадки и поэтому возникали трудности с равномерным поступлением сточных вод по ложу ботанической площадки. На площадке была установлена камера наблюдения, она была необходима для регулирования полива и наблюдения, по каким слоям ложа передвигаются стоки (Subbotina, 2014; Субботина, РГСУ, 2014).

По-прошествии месяца после высадки тростника и рогоза на ботаническую площадку отбирались пробы до и после очистки Пробы отбирались 1 - 2 раза в месяц. Результаты санитарно-гидрохимических анализов (таблица 45) показывают, что эффективность очистка фабричной воды по ХПК, $БПК_5$, NH_4 и другим показателям составляет 19 - 20%.

Полученные данные совпадают с аналогичными показателями очистки высшей водной растительностью в Германии. Следует отметить, что период формирования биоценоза ботанической площадки, как отмечают, ученые Германии длится не менее трех лет (Меркурьев, Субботина, А.С.1994; Subbotina, 2014; Субботина, РГСУ, 2014; Kurpas, 1982).

Для нормального формирования биоценозов очистки, необходимо, прежде всего:

- постоянное поступление сточной воды на площадку;

- регулирование уклона на поверхности площадки и плотности посадки тростника;

- подекадное проведение санитарно-гидрохимических анализов поступающей и очищенной сточной воды;

Принцип работы ботанической площадки заключается в следующем: в специальном ложе ботанической площадки осуществляются классические реакции аэробной и анаэробной очистки.

Работает «эффект ризосферы» корневищ высшей водной растительности с выделением бактерицидных веществ, растения, биоценозы обрастаний стеблей растений, в процессе жизнедеятельности выносят загрязнения, микроводоросли и зоопланктон заканчивают процесс очистки до желаемого уровня. Этот метод очистки многоступенчатый, естественный и комплексный, в котором интенсивно идут процессы разрушения и утилизации загрязнений сточных вод. Очистка идёт за счёт компонентов экосистемы и биоценозов различного уровня организации и: планктонных сообществ, эпифитной фауны, многообразной микрофлоры (Меркурьев, Субботина, А.С.1994; Subbotina, 2014; Субботина, РГСУ, 2014).

Для формирования элементов биоценоза необходимо время. При нормальном функционировании ботанической площадки биоценозы очистки формируются в течение трех лет. Например, эпифитная фауна (обрастание

стеблей) и биологическая пленка на щебне с керамзитом может окончательно сформироваться только при постоянном присутствии загрязненной воды.

На площадку первоначально подавалась фабричная вода, в конце сезона подавали дренажную, каждый полив продолжался не более двух часов, так как для закрепления корневой системы, необходимо было выдерживать полусухой отобранных пробах производили анализ по санитарно-гидрохимическим и санитарно-бактериологическим показателям. Анализируя, полученные результаты (табл. 45) видим, что качество очистки фабричной воды по количеству $БПК_5$ и аммонийного азота постепенно улучшается с 15% в июле до 21 - 27% -в августе.

Доочистка дренажной воды в сентябре проходила с уменьшением процента очистки по тем же показателям от первой ко второй декаде сентября 10 сентября по $БПК_5$ и NH_4 очистка проходила на 50%. С 20 сентября: $БПК_5$ - 1 9%, NH4 - 36% (ой режим (Subbotina, 2014; Субботина, РГСУ, 2014).

Гидрохимические показатели поступающей на доочистку воды сильно варьируют. В поступающей фабричной воде $БПК_5$ колеблется в пределах от 84,0 до 100,8 мг/л, величина ХПК изменяется от 547,2 до 720,0 мг/л; относительно группы азота наблюдается такая же картина. показателям ХПК заметно отличалось (Subbotina, 2014; Субботина, РГСУ, 2014)

Улучшение очистки фабричной воды по количеству химическому потреблению кислорода отмечено вдвое к концу лета. Эти же показатели дренажной воды в сентябре составили полную противоположность: ХПК падает с 50% до 19% (таблица 45).

Интенсивность очистки фабричной воды и доочистка дренажной по другим показателям очистки и доочистки сточных вод (Subbotina, 2014; Субботина, РГСУ, 2014).

Причин этому несколько:

- биоценозы доочистки находятся в стадии формирования;

Таблица 45 – Доочистка сточных вод Купавинской тонкосуконной фабрики и дренажных вод на ботанической площадке в период ее наладки, мг/л.

Место отбора проб	pH	ХПК	$БПК_5$	Азот			Остаток		Взв-ва	Объем поступления	% отмирания E. Coli T
				Аммиак	Органический	Общий	Плотный	Сухой			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Дата 05.07.											
Поступающая на площадку фабр.ст. вода	7,1	547,0	84,0	10,7	7,1	17,8				18,0	Не опр еде
После ботан. площадки	7,6	461	72,0	7,5	6,1	13,6					Не опр еде
Дата15.08.											
Поступающая на площадку фабр.ст. вода	6,3	720,0	100,0	34,3	5,0	39,3				28,0	Не опр еде
Фабр.ст.вода после рогоза	6,9	432,0	6,0	31,8	5,0	36,8					37,1
Дата16.08.											
После бот.пл через сутки после полив /фильтрующая/	7,5	58,0	27,0	15,6	4,0	19,4,					99,9
Дата 10.09.											
Поступающая на площадку дренажная вода	7,6	459,0	117,0	19,6	3,4	23,0	1285	1226	59		-
Из лизиметра в тростнике	7,4	403,0	128,0	76,7	11,8	88,5	3051	2380	671		-
После бот. пл.	7,4	230,0	99,0	75,0	7,3	82,3	2270	2188	82		-
Дата 20.09.											
Поступающая на площадку дренажа вода	7,4	259,0	55,0	44,8	нет	44,8	1352	79	1273		-
После бот. пл.	7,4	210,0	44,0	30,2	3,4	334	1483	1323	160		-

- гидрохимические показатели поступающей на очистку воды колеблются в больших пределах;

- ботаническая площадка находится в стадии наладки;

- поливы ботанической площадки не регулярны.

Таким образом, несмотря на все перечисленное, ботаническая площадка работает, идёт очистка в полу- экспериментальных условиях.

Ботаническая площадка выполняет функции очистки и доочистки сточных вод, при этом необходимо создавать и поддерживать благоприятные условия функционирования ботанической площадки (Subbotina, 2014; Субботина, РГСУ, 2014),

Очистка ливневых стоков применяется для защиты водных ресурсов от загрязнения нефтепродуктами и взвешенными веществами.

Из ливневых сточных вод на очистных сооружения удаляют нефтепродукты до требований, предъявляемых к сбросу в водоёмы различной категорий или на рельеф местности (Субботина, Коган, 2017).

В очистке сточных вод ливневой канализации используются различные методы - механические, физико-химические, физико-биологические, биологическая и другие способы, позволяющие эффективно снизить концентрации токсических и вредных примесей.

Надзор за спуском ливневых стоков и их очисткой или обезвреживанием осуществляется органами санитарно-эпидемиологической службой Роспотребнадзора (Субботина, Коган, 2017).

Ливневая канализация города или не большого населённого пункта, характеризуется в основном наличием, таких загрязняющих элементов, как взвешенные вещества (камни, песок) нефтепродукты, органические примеси, не растворимые минеральные вещества и др. Очистка ливневых стоков осуществляться методами, направленными на удаление этих компонентов.

Ливневая канализация промышленных предприятий, характеризуется наличием, как основных компонентов производства, так и взвешенных

минеральные и органических веществ, нефтепродуктов, включая специфические вещества, которые попадают с промышленных площадок и требуют специальных технологических решений для их удаления (Субботина, Коган, 2017).

Часто ливневая канализация промышленных предприятий смешивается с хозяйственно-бытовыми стоками - это наиболее сложная категория стоков, требующая многоступенчатой комплексной технологической системы очистки. Требования, предъявляемые к ливневым стокам, сбрасываемым в водоёмы из городских и промышленных сооружений ливневой канализации, очень жёсткие (Субботина, Коган, 2017).

Основную нагрузку на природные экосистемы наносят нефтепродукты и в зимнее время противогололедные смеси. Их содержание в водоемах рыбохозяйственного назначения, и в воде, сбрасываемой туда, не должно превышать 0,05 мг/л. Это связано с тем, что гидрофобные молекулы нефтепродуктов распределяются на поверхности воды в мономолекулярный слой. В результате, граммы нефтепродуктов покрывают сотни квадратных метров поверхности воды, создавая массу проблем для всех организмов, населяющих водоём (Субботина, Коган, 2017; Канализация. 1975; Морозов, Телитченко, 1977).

На рынке очистки сточных вод предлагаются, как типовые решения серийных установок для очистки ливневого стока от нефтепродуктов и взвешенных веществ, широкое применение находят несколько типов очистных сооружений ливневой канализации, принципиально различающихся друг от друга по предлагаемым схемам и методам очистки воды:

1. Для удаления из воды крупных минеральных примесей (песок и камни) используют пескоуловители.

2. Для удаления капельных нефтепродуктов и взвешенных веществ используют гравитационное отстаивание воды, в том числе на тонкослойных отстойниках.

3. Выбор следующей ступени очистки определяется несколькими факторами, прежде всего наличием территории под очистные сооружения и требованиям, предъявляемые к данным очистным сооружениям.

4. Следующий этап - фильтрация воды на различных типах загрузок с плавающими или песчано-гравийными фильтрами. Как правило, данные системы выполняются в подземном исполнении и не требуют обогреваемых помещений (Субботина, Коган, 2017).

5. Используется очистка воды с помощью флотаторов, производительностью до 100-200 $м^3$/час, которые изготавливаются обычно в напольном исполнении. Флотаторы – это двухступенчатое оборудование проточного типа, предназначенное для очистки сточных вод с высокой концентрацией загрязнений. Для большей производительности установки ставят параллельно. Оборудование устанавливается в обогреваемом помещении. К достоинствам относятся малые размеры и простота обслуживания (отсутствует необходимости в периодической замене большого объема фильтрующей загрузки).

6. Конечным звеном доочистка ливневой воды производиться на сорбционном фильтре с использованием древесных и каменных активированных углей.

7. От выбора оптимального сочетания приведенных выше методов зависит не только количество, но и качество, включая стоимость очистки ливневых стоков (Субботина, Коган, 2017).

8. Использование микроорганизмов для биологической очистки сточных вод. Как говорилось ранее, обилие токсических веществ в промышленных стоках нарушает процесс биологической очистки. Поскольку микроорганизмы в активном иле не справляются с разрушением токсических

органических соединений, очевидно, необходимо разрушать эти соединения прежде, чем они попадут на основные очистные сооружения. На самом деле это оказалось не так просто. Нужно было установить степень концентрации ядовитых веществ, которую не выдерживает активный ил. Затем найти микроорганизмы, способные уничтожить именно те ядовитые ингредиенты, которые разрушают активный (Канализация, 1975; Морозов, Телитченко, 1977; Субботина, 2012; Субботина, Коган, 2017).

Учёные института микробиологии и вирусологии АН Казахской ССР провели исследования в условиях производства ацетилена, альдегидов и синтетического каучука. Выяснилось, что наибольшей токсичностью обладают ионы ртути, альфа-метистирол и кротоновый альдегид, что через 6 - 12 часов контакта с ними из 55 видов бактерий, дрожжей, грибов, составляющих активный ил, в нем остается 10 видов бактерий и 2 вида грибов. Учёные с помощью генной инженерии получили 5 видов микроорганизмов, активно разрушающих токсические соединения, создали специальные установки для их работы, то есть для предварительной очистки промышленных стоков из определённых участков и цехов производства. Предложения учёных проверены в производственных условиях, в частности на Карагандинском производственном объединении "Карбид". По нашему мнению экологический подход себя полностью оправдывает. Предварительная ступень очистки содействует нормальной работе основных очистных сооружений (Магомедов, Яковлева, Захарченко, 1986).

Микроорганизмы можно использовать для биохимического разложения таких трудноразлагаемых соединений, как диоксин, хлор-и металлоорганика, для удаления азота и фосфора из сточных вод, сбраживания осадка сточных вод. Выведены штаммы микроорганизмов, устойчивые к тяжелым металлам, которые используются для очистки сточных вод от соединений тяжелых металлов. Применение рекомбинантных ДНК для получения новых штаммов микроорганизмов даст возможность намного увеличить эффективность

микробиологической очистки сточных вод. Определённые трудности вызывает дезодорация сточных вод на станциях очистки. Применяют различные методы, наиболее перспективными считаются биологические с использованием почвенных бактерий, бактерий активного ила. Они отличаются высокой эффективностью дезодорации, низкой стоимостью обработки, лёгкостью управления процессом.

В сбросах целлюлозных заводов содержится много лигнина. Осаждаясь и накапливаясь в придонных слоях водоёмов, он губит все живое. Сточные воды целлюлозно-бумажного производства интенсивно окрашены от мутно-желтого до темно-бурого цвета. Объясняется это присутствием не только лигнина, но и типографских красок, промывных вод и т. д. Применение физико-химической очистки до сих пор не давало необходимого результата. Эффективное удаление щелочного лигнина из сточных вод требует очень сложного оборудования, применения большого количества реагентов, причём в итоге образуются обильные и труднообрабатываемые осадки. Кроме того, существующие способы неприменимы для удаления производных лигнина (Глушко, 1978).

Оригинальное решение проблемы предложено Харьковским отделом ВНИИ водоснабжения, канализации, гидротехнических сооружений и инженерной гидрогеологии. Заключается оно в использовании бактерий, питающихся соединениями серы, которые всегда присутствуют в сточных водах целлюлозно-бумажного производства. В процессе жизнедеятельности бактерий выделяется серная кислота. В кислой среде производные лигнина переходят в осадок. Эффект обесцвечивания достигает 70 - 90%. Перед спуском стока, обработанного бактериями, его необходимо нейтрализовать любым из известных способов. Как показали экспериментальные и расчетные данные, описанный метод намного экономичнее и эффективнее, чем все известные ранее методы обесцвечивания сточных вод целлюлозно-бумажной промышленности. Способ пригоден и для обесцвечивания любых

других серосодержащих сточных вод (Глушко, 1978; Специализированный каталог 1995).

Для очистки стоков химических производств вместо обычно применяемых химически активных соединений в качестве реагента можно использовать неочищенную воду из городской канализации. Находящиеся в такой воде микроорганизмы хорошо поглощают высокотоксичные органические соединения, которые содержатся в промышленных стоках.

Очистки сточных вод ливневой канализации естественными биоценозами. В настоящее время во всем мире уделяется большое внимание улучшению экологической ситуации, и в частности, загрязнению водоёмов сточными водами и атмосферными осадками – отводимыми в водоёмы с площадей предприятий и из населённых пунктов через ливневую канализацию (Развитие московской канализации …2003; Субботина, Коган, 2017).

Не столь благополучна ситуация с ливневыми сточными водами. Все крупных и небольших населённые пункты имеют ливневую канализацию, но к сожалению не вся ливнёвка из малых городов и населённых пунктов может качественно быть очищена, ввиду ряда обстоятельств, таких как экономическая целесообразность строительства традиционных очистных сооружений в каждом населённом пункте. Мы уже отмечали, что требования к стокам, попадающим в реки и озера из ливневых канализаций городского типа, очень жестко регламентируются законодательством и к ним предъявляются те же требования (ПДК), как и для станций аэрации. В современном мире даже выпавший дождь может быть опасен для здоровья. В ливневых стоках наибольшую опасность представляют нефтепродукты, тяжёлые металлы, химические реагенты и взвешенные вещества, содержащиеся в сбросах (Субботина, Коган, 2017; Субботина, Кудрявцева, 2018).

Сегодня в нашей стране загрязнение водоёмов сточными водами достигло столь высокого уровня, что проблема чистой воды является одной из актуальных проблем наступившего века. В естественных условиях происходит процесс самоочищения воды. Пока промышленные и бытовые сбросы в водоемы были невелики, реки сами справлялись с загрязнением. Но в XX веке произошло резкое увеличение отходов, в связи с этим возникла необходимость принимать меры по обеззараживанию и очистке сточных вод.

В Средневековье канализационные системы не использовались. Отходы выбрасывались прямо на городские улицы и удалялись крайне редко, что приводило к загрязнению и заражению источников питьевой воды, что приводило, к возникновению эпидемий и эпизоотий (Субботина, Коган, 2017).

В начале XX века были разработаны системы интенсивной очистки хозяйственно-бытовых сточных вод, включающие поля орошения, где сточная вода проходила очистку путём фильтрации через почв. Использовались струйные фильтры с загрузкой щебнем и песком. Подключались резервуары с принудительной аэрацией - аэротенки. Принудительная аэрация струйные фильтры с загрузкой являются основным узлом современных аэробных городских очистных сооружений (Субботина, Коган, 2017; Субботина, Кудрявцева, 2018).

Из известных методов очистки и дезинфекции сточных вод, включая, и стоки ливневой канализации, является биологическая их очистка в обычных проточных или контактных биологических прудах.

В 70–е годы биологические пруды стали широко использовать для очистки сточных вод во всех странах, как нового, так и старого света. Они сооружались для вод различного происхождения, в различных климатических зонах, разной мощности, с различной проточностью, с неодинаковыми сроками нахождения в них сточной жидкости (от 5 до 60 суток) (Субботина, РГСУ № 10 (22), 2010; Субботина, Коган, 2017).

Широкого же распространения биологические пруды в нашей стране все же не получили в силу ряда причин:

– биологические пруды занимают большие территории;

– процессы, происходящие в биологических прудах, плохо управляемы;

– биологические пруды являются сооружениями сезонного типа, а следовательно, не работают в холодное время года.

В связи с вышеизложенным можно сделать заключение о том, что традиционный подход к очистке сточных вод для небольших городов, населённых пунктов, санаториев, пионерских лагерей и других учереждений - не эффективен (Особенности очистки сточных вод… 2017; Субботина, Коган, 2017; Гривцева, Субботина, 2009; Субботина, Гончарова, 2009; Субботина, Смирнова, Павлова, 2016)

Поэтому, необходимо использовать альтернативные, экономически приоритетные методы и способы очистки и дезинфекции. В связи, с чем вспомним, что «нет ничего нового, как хорошо забытое старое».

Из сооружений естественной биологической очистки большое применение находят биологические оксидационные контактно-стабилизационные пруды (БОКС), разработанные во ВНИИ по сельскохозяйственному использованию сточных вод. БОКС пруды требуют для своего строительства незначительных затрат, они просты в эксплуатации отличаются надежностью, экономичны и не требуют высоко квалифицированных специалистов для их обслуживания (Доливо-Добровольский, 1984; Гончарова, Субботина, 2009; Особенности очистки сточных вод… 2017; Субботина, Коган, 2017; Кудрявцева, Субботина, 2018; Субботина, и др., 2016).

БОКС пруды состоят из нескольких секций искусственно созданных водоемов-резервуаров, в каждый из которых поочередно заполняется суточный расход сточных вод. При первоначальном заполнении в каждую

секцию водоема вводится специально подобранный комплекс микроводорослей. В БОКС прудах сточные воды находятся в течение 5–11 суток до полного завершения обезвреживания, после чего их можно использовать для полива. В межвегетационный период сточные воды накапливаются и походят очистку в зимнем депоненте – биоокислителе, в который весной, так же как и в БОКС пруды, в первый год эксплуатации вноситься специально подобранный адаптированный комплекс микроводорослей. Очистка и обезвреживание сточных вод в них происходит также эффективно (Субботина, 1990; Гончарова, Субботина, 2009; Субботина, монография, 2012; Особенности очистки сточных вод… 2017; Субботина и др., 2016).

Опыт эксплуатации прудов показывает, что в зимнем депоненте – биоокислителе стоки полностью дезинфицируются, и их хлорирование не требуется. Очищенные в биологических оксдационных контактных стабилизацонных прудах (БОКС) сточные воды обеззараживаются от патогенов брюшного тифа, различных видов дизентерии, кишечных инфекций, туберкулёза и полиомиелита (Доливо-Добровольский и др., 1972; Доливо-Добровольский, 1984; Субботина, 2010; Субботина, монография, 2012; Субботина, Коган, 2017; Особенности очистки сточных вод… 2017; Кудрявцева, Субботина, 2018).

Очистка сточных вод в биологических прудах – это процесс, происходящий при помощи биологических агентов (микроводорослей), в которых при правильном его течении несколько дней (5 – 9 суток) пребывания сточная вода в пруде очищается и дезинфицируется.

Самоочищение сточных вод в БОКС прудах зависит, как от биологических и физических, так и химических факторов. Основная технологическая функция водорослей в окислительных прудах это выделение ими большого количества кислорода при фотосинтезе. В процессе самоочищения воды в оксидационных контактных прудах, участвуют не

только водоросли, но и простейшие, бактерии и бактериофаги. Выделяемый водорослями кислород используется аэробными микроорганизмами для окисления органических загрязнений сточных вод. Кроме того, водоросли выделяют в сточную воду различные фитонциды, обладающие сильным бактерицидным и бактериостатистическим действием (Доливо-Добровольский и др., 1972; Доливо-Добровольский, 1984; Субботина, 2010; Субботина, монография, 2012; Субботина и др., 2016; Кудрявцева, Субботина, 2018; Zohar . 1986).

Основная технологическая функция простейших клеток в оксидационных прудах заключается в их фагоцитарной деятельности (в ходе своей жизнедеятельности они поглощают бактерии, которые являются одним из источников их пищи). Из бактерий (в прудах присутствуют все типы микроорганизмов – прототрофы, метатрофы и паратрофы). При процессах, имеющих окислительный характер, развиваются лишь те микроорганизмы (метатрофы), которые имеют аэробный тип размножения (Доливо-Добровольский и др., 1972; Доливо-Добровольский, 1984; Субботина и др., патент на изобретение 1999; Субботина, 2010; Субботина, монография, 2012; Субботина и др., 2016; Кудрявцева, Субботина, 2018; Zohar . 1986).

В результате среди прототрофов имеются микробы, окисляющие соли аммония в нитраты и нитриты. Химико-биологическое окисление сероводорода до серы с последующим окислением ее до сульфатов; окисляющие сероводород без промежуточного выделения свободной серы, непосредственно до сульфатов; осуществляющие так называемую «мобилизацию» фосфатов, т. е. окисление труднорастворимого трехкальциевого фосфата в легкорастворимый фосфат под действием углекислоты. Среди метанотрофов содержатся микробы, окисляющие углеродосодержащие вещества с открытой цепью и ароматические углеродосодержащие вещества, которые восстанавливаются, через ряд промежуточных продуктов до диоксида углерода и воды (Доливо-

Добровольский и др., 1972; Доливо-Добровольский, 1984; Субботина и др., патент на изобретение 1999; Субботина, 2010; Субботина, монография, 2012; Субботина и др., 2016; Кудрявцева, Субботина, 2018).

Основным физическим дезинфицирующим фактором является свет. Свет играет важную роль в очистке сточных вод в биологических прудах. От световых условий зависит прирост водорослей, являющихся основным источником кислорода. Использование световой энергии проходит весьма неоднозначно из-за неоднородности и изменчивости бактериальной массы.

Главным химическим фактором, влияющим на жизнедеятельность микроводорослей, является концентрация свободной углекислоты, карбонатного и бикарбонатного её резервов. Для успешного протекания фотосинтеза важным моментом является запас углекислоты в том или ином водоёме, в искусственных условиях её подачи, так как растения в процессе фотосинтеза могут использовать только свободную углекислоту. Таким образом, на эффективность фотосинтеза, как мощного фактора самоочищения, можно рассчитывать лишь в тех случаях, когда вода водоёмов содержит много карбонатов. Водоёмы с малой концентрацией карбонатов могут пополнять углекислоту лишь путем поступления её из атмосферы (Доливо-Добровольский, 1958; Доливо-Добровольский и др., 1972; Субботина, патент на изобретение, 1999; Субботина, 1988; Субботина, 2010; Субботина, 2012; Субботина и др., 2016; Кудрявцева, Субботина, 2018).

Таким образом, мы считаем, что БОКС - пруды являются и будут являться простым, экономичным, надёжным и высокоэффективным способом очистки и дезинфекции сточных вод ливневой канализации, сезонного экспозиционные объекты (туристские и пионерские лагеря) а также, ливневых стоков крупных мегаполисов, и небольших городов (Рекомендации по устройству БОКС прудов 1981; Субботина, РГСУ, 2012; Субботина и др., 2016; Субботина, Когана., 2017; Особенности очистки сточных вод… 2017).

Работы в данном направлении продолжаются. Ведутся исследования по утилизации сточных вод ливневой канализации огромного мегаполиса г. Москвы и г. Жуковского. Основное внимание уделяется антропогенному загрязнению ливневых сточных вод противогололедным составляющим, способны ли естественные биоценозы очистить и обеззаразить ливневые стоки крупных городских агломераций (Субботина, Корчевский, 2011).

Использование очищенных сточных вод в ирригации. В практику сельскохозяйственного производства, именно в ирригацию все шире внедряется использование очищенных. сточных вод. Однако, проблема использования сточных вод в качестве источника орошения более сложная, чем применение для орошения чистой воды. Многие исследователи и ученые показали, что сточные воды имеют химический состав, сильно отличающийся от состава естественных водоисточников (рек, прудов, грунтовых вод). Отличие состоит в том, что сточные воды содержат биогенные элементы, органические и специфические вещества, имеют разную реакцию среды (Додолина, 1978; Ковда, 1981; Додолина, 1990).

Все это указывает на необходимость нормирования состава сточных вод по агромелиоративным показателям. В работах Додолиной В.Т. указывается на необходимость применять для полива сточные воды, имеющие благоприятный состав с точки зрения воздействия на почву и на рост и развитие растений.

Установлено, что растение и почвенные микроорганизмы и физико-химические процессы в растениях и почве лучше протекают при pH, величина которой лежит в интервале 6,0-7,5, то есть, от слабо кислой до слабо щелочной. На это указывается в работах. В широко известных работах по гидропонике установлено, что растения овощных, цветочных и кормовых культур лучше всего развиваются в слабо кислой и нейтральной среде pH 6,0 - 7,3 (Анпилова и др., 1978; Ковда, 1981; Додолина, 1990).

Исследованиями учёных Ковда В.А., Антипова-Каратаева И.Н.

показано, что кислая реакция pH 4 - 5 или сильно щелочная реакция pH 8,5-10 вызывает деградацию почв – снижение плодородия. В них разрушается органическое вещество (гумус), происходит диспергирование коллоидов (Анпилова и др., 1978; Ковда, 1981; Додолина, 1990).

Большое значение в ирригации отводится минерализации и концентрации поливной воды, а также качественному её составу. Содержание солей в почве свыше 0,5 - 1% является предельным, при котором культурные растения развиваются плохо, и имеет место заметное снижение урожая. Известно, что малые концентрации (0,01 - 0,05) солей часто оказывается полезным, они даже стимулируют рост культур. Высокие концентрации вызывают гибель растений. Установлено, что с возрастом чувствительность растений к солям ослабевает.

Разные растения обладают неодинаковой чувствительностью по отношению к солям. Представители дикой флоры менее чувствительны к солям, чем культурные растения.

Керней Т.Х приводит следующие данные по солеустойчивости различных культурных растений (таблица 46). Засоление почв влияет не только на величину, но и качество урожая. Это явление особенно проявляется при возделывании технических культур (хлопчатник, сахарная свекла, картофель). Содержание углекислых солей в почве не должно превышать 0,005% (Специализированный каталог загрязняющих веществ…,1995; Трипольская, Романовская, 1999).

Зерновые культуры наиболее чувствительны к солям, особенно кукуруза, а также бобовые.

Дренажные воды орошаемых участков, имеющие концентрированный суммарный сток с большой площади на полях орошения, могут содержать растворенных солей более 1000 мг/л, при этом концентрация многих элементов оказывается в десятки раз больше по сравнению с фоном (Быстрицкая и др., 1981).

Достаточно много исследований проведено по установлению токсичности солей. Считается, что сода является наиболее токсичной солью, из ряда сернокислых солей (Кульский и др., 1971; Михеев и др., 1978; Быстрицкая и др., 1981; Брезгунов, 1992; Бражникова, Семенов, 1999).

Таблица 46- Солеустойчивость сельскохозяйственных культур

Степень засоления почв	**Культура**
Сильная (1,0 – 0,8)	Сахарная свекла (с пониженным качеством продукции). Нормальную свеклу не следует высевать на почвах с содержанием солей 0,5%; пырей западный, костер безостный, райграс французский.
Средне – сильная (0,8 – 0,6)	Брюква, кормовая капуста, сорго, ячмень, овсяница луговая, райграс высокий, пырей бескорневищный.
Средняя (0,6 – 0,4)	Хлопчатник, ячмень и рожь на зерно, овес и пшеница на сено, спаржа, полевица белая, тимофеевка, ежа сборная.
Слабая (0,4 – 0,1)	Пшеница, овес на зерно, просо, полевой горох, вика. Конские бобы, люцерна.

В ряду сернокислых солей, гипс относится к числу безвредных солей. Сернокислый магний более вреден, чем глауберова соль.

Хлористые соли незначительно отличаются между собой по степени вредности. Ион хлора является вредным для растений. Поэтому в целом все хлористые соли относятся к разряду вредных солей.

Магниевые соли считаются более вредными, чем кальциевые или натриевые. Установлено, что смеси солей, действуют на растения менее вредно за счёт антагонизма солей.

В работах Розова Л.П. указывается, что на характер воздействия солей оказывают влияние особенностей почвы, климатические условия.

В почвах глинистого механического состава более высокие концентрации солей проявляются менее вредно, чем на почвах легкого механического состава. Это объясняется более высокой дисперсностью этих

почв, что снижает концентрацию почвенного раствора. В почвах происходят реакции взаимодействия между почвой и внесёнными мелиорантами, и в зависимости от свойств почвы могут образоваться вредные или не вредные соли.

Водорастворимые соли влияют токсически не только на высшие растения, но и на микробиологическую деятельность почвы. Угнетая микроорганизмы, соли могут существенно нарушать пищевой режим культуры.

За последние годы установлено, что динамика вредных солей, а также динамика элементов питания в почве может регулироваться агротехникой, в частности внесением удобрений и поливным режимом. Растения более солеустойчивы при хорошем обеспечении элементами питания. Так, частые поливы способствуют поддержанию благоприятного состава и количества солей (Лапшина, Лаврик, 1976; Быстрицкая и др., 1981; Субботина, 2011).

Выявлена закономерность, что во влажном климате допускаются более высокие величины засоления, чем в климате сухом и жарком. Это можно объяснить тем, что солевыносливость растений повышается за счёт большой влажности воздуха, понижения транспирации и, следовательно, меньшего поступления солей в ткани растений. В мелиоративной практике наибольшее значение имеет классификация солей по катионному составу.

В жарком, сухом климате солевой раствор при движении через толщу почвы, теряет часть воды на испарение и концентрация его повышается. Поэтому в южных районах страны нельзя орошение проводить высокоминерализованными водами.

В практике орошаемого земледелия установлено, что хорошая оросительная вода не должна содержать солей больше 0,5 г/л, при минерализации до 1,5 г/л вода считается допустимой, при 3,0 г/л – опасной для использования. Содержание солей 4 - 6 г/л считается предельным.

Практика ирригации показывает, что целесообразно использовать для

орошения поливные воды, состав которых существенно бы не отличался от состава почвенного раствора, свойственного соответствующему типу почв. Так почвенные растворы серых лесных почв имеют концентрацию растворенных веществ от 230 до 480 мг/л. Состав почвенного раствора чернозема характеризуется слабо-щелочной реакцией, а концентрация раствора варьирует от 630 мг/л до 1044 мг/л в зависимости от генетического горизонта. Результаты исследований показали, что состав почвенного раствора существенно отличается по типам почв, по концентрации растворенных веществ и по содержанию отдельных компонентов.

Почвенные растворы в дерново-подзолистых почвах имеют концентрацию в пределах 0,3 - 1,0 г/л. В мало дождливые годы концентрация растворённых солей в пределах 2 - 4 г/л. В чернозёмных почвах почвенные растворы имеют концентрацию от 1 - 3 г/л. В серозёмах концентрация 0,5 - 15 г/л. В орошаемых чернозёмах концентрация почвенного раствора колеблется от 2 до 7 г/л.

Наилучшее развитие большинства сельскохозяйственных культур происходит при концентрации почвенного раствора в пределах 3 - 6 г/л, выше 10 - 12 г/л развитие растений сильно угнетается. Вследствие этого, в почвенных растворах резко возрастает осмотическое давление (до 20 - 50 атмосфер), в то время как у растений сосущая сила выражается в пределах 10 - 12 атмосфер.

Также было установлено, что сульфатно-натриевые соли в оросительной воде меньше засолоняют почву, чем хлоридно-натриевые соли почвенного раствора. Указано, что почва обладает свойствами буферности и способна изменять состав и содержание солей, поступающих в нее с поливными водами. Растения реагируют не натривые соли, которые были в оросительной воде, а на состав почвенного раствора, образующегося при взаимодействии оросительной воды с почвой (Додолина, 1978).

Качество поливной воды оценивается дифференцированно с учётом

свойств почв и природных условий. Главными показателями ирригационной оценки оросительной воды служат следующие: pH, концентрация растворённых солей, качественный состав солей (Додолина, 1978; Методические указания по санитарному микробиологическому анализу…, 1981, Субботина, 2011; Субботина, 2013).

Таблица 47 - Ирригационная оценка минерализованных вод

Баллы	**Качество воды**	**Сумма токсичных солей (Sт); г/л.**	**Разбавление пресной водой %**
1	**2**	**3**	**4**
1	Очень хорошее	1	0
2	Хорошее	2	0
3	Удовлетворительное	4	40 - 50
4	Слабо удовлетворительное	6	60 - 70
5	Неудовлетворительное	6	70

Ирригационная оценка сточных вод должна быть такой же, как оценка минерализированных вод, но необходимо учитывать, что сточные воды помимо минеральных солей ещё содержат биогенные элементы, органические и специфические вещества. Эти данные необходимо учитывать при использовании поливных сточных вод.

На состав сточных вод большое влияние оказывает технология производства, как уже мы видели выше. Успешное использование сточных вод в качестве источника орошения возможно, если состав их будет удовлетворять требованиям развития растений, положительного влияния на мелиоративное состояние почв. Сточные воды должны подготавливаться для исследования в агрономии. Правильная их подготовка базируется на требованиях к составу сточных вод, которые должны быть разработаны в соответствии с генетическими особенностями почв (Додолина, 1978; Ковда 1981, Додолина, 1990; Бражникова, Семенов,1999).

Очистка радиоактивных примесей в сточных водах с помощью альгологического комплекса. Ядерная энергетика в последние годы широко используется в мирных целях. Развитие атомной энергетики с одной стороны и растущая опасность возрастающего воздействия радиоактивности на человека, включая биосферу, приняло в настоящее время глобальные размеры. Не случайно многих учёных эта проблема беспокоит.

При изучении радиоактивности возникает вопрос – является ли радиоактивность естественной или искусственной, то есть, попали ли радиоактивные примеси в исследуемую пробу из-за естественных процессов иди же в результате промышленной деятельности человека. Среди различных объектов внешней среды, которые исследуются на концентрацию радиоактивных веществ, считаемся, что менее изученным является радиоактивность городских сточных вод. Иногда в городских стоках находят относительно высокий уровень радиоактивных примесей, в других – незначительный, в - третьих – ничтожный (Цетин, 1999; Субботина, Кутковский, «Наука и Мир», 2013; Субботина и др., 2016; Субботина, монография, 2022; Ballantine,1975).

Радиоактивные изотопы используются в различных областях народного хозяйства. В металлургической промышленности, в химической, в автоматизации и телемеханике, медицине, биологии, в научных исследованиях, в отдельных малых индивидуальных предприятиях, медицинских учреждениях и других прредприятиях.

Во многих случаях источник поступления радиоактивных изотопов в городские сточные воды является человек, который использует радиоактивные изотопы для лечения амбулаторных или стационарных больных.

Как правило, радиоактивные примеси заражают городские сточные воды, лечебные учреждения и отдельные предприятия, где отсутствуют локальные очистные сооружения.

Радиоактивность хозяйственно бытовых сточных вод может быть естественной. В организме человека содержится небольшое количество естественно-радиоактивных веществ. Наибольшая доля приходиться на К40 (Цетин, 1999; Субботина, Кутковский, «Наука и Мир», 2013; Субботина и др., 2016; Субботина, монография, 2022; Ballantine D.S.,1975).

Известно, что величина естественной радиоактивности хозяйственно бытовых сточных вод, не представляет какой-либо опасности, но при попадании в коллектор присоединятся искусственные радиоактивные примеси, обе радиоактивности (искусственная и естественная) накладываются и тогда уже возникает опасность для здоровья человек и окружающей среды. Поэтому неудивительно, что среди врачей гигиенистов проявляется большой интерес к радиоактивности внешней среды, атмосферного воздуха и пищевых продуктов. Если радиоактивные стоки минуют очистные сооружения и попадают в естественные водоемы, болота, реки, озера и даже моря. Естественные биоценозы водоема в виде планктона, бентоса, высшей водной растительности способны извлекать из воды основную массу радиоактивных соединений (Субботина, Кутковский, «Наука и Мир», 2013; Субботина и др., 2016; Субботина, монография, 2022; Ballantine, 1975).

3.6.Способы доочистки сточных вод ветвистоусыми ракообразными

Биологические пруды – это комплексы из нескольких неглубоких сообщающихся каскадных прудов, по которым сточные воды, насыщенные кислородом за счёт поверхностной аэрации, медленно перетекают из одного пруда в другой. Следует особо обратить внимание, не только на водорослевой состав микроводорослей, но и на зоопланктон, активно участвующий в очистке сточных вод в биологических прудах.

Видовой состав прудов с зоопланктоном представлен широко распространёнными формами планктона и бентоса. Данные по биомассе

зоопланктона и бентоса в рыбоводно-биологических прудах представлен в таблице 48. За вегетационный период видовой состав биомассы зоопланктона и бентоса существенно не менялся (Субботина, № 3, ч. 3, 2015; Субботина и др. 1998)**.**

Смена ценоза носила относительно постоянный характер и в течение сезона сопровождалась периодическими повышениями и спадами биомассы.

Анализируя остаточную численность и биомассу зоопланктона и бентоса можно отметить, что наиболее высокая биомасса зоопланктона и бентоса наблюдалось в первый месяц выращивания.

Так после зарыбления и полуторомесячного выращивания молоди карпа и толстолобика в поликультуре количество зоопланктона снизилось более чем на 60%, а бентоса на 40%. Доминирующими формами зоопланктона по массе были кладоцеры (около 60%), копеподы составляли 35% и лишь 5% приходилось на коловраток и прочие виды. Видовой состав ветвистоусых ракообразных (Cladocera) был представлен в прудах: Daphnia magna, Daphnia pulex, Basmina, Moina rectirostris (Субботина, № 3, ч. 3, 2015; Субботина и др. 1998).

Таблица 48 – Биомасса зоопланктона в рыбоводно-выростных прудах при выращивании карпа и толстолобика в поликультуре

Дата отбора проб	**Биомасса зоопланктона, мг/л**		**Биомассе бентоса, мг/м^2**	
	Пруд № 5	**Пруд № 6**	**Пруд № 5**	**Пруд № 6**
24.05	95,1	90,3	2015,0	2218,0
11.06	128,9	140,0	2413,6	2389,4
26.06	55,9	49,1	1375,3	1270,0
16.07	40,2	47,4	120,1	125,0
06.08	35,3	28,1	130,5	190,0

Из веслоногих рачков (Copepoda) в обоих прудах присутствовали: Diaptomus sp., Nauplius sp., а с середины июля Cyclops sp. Cyclops sp. в зоопланктоне исследуемых прудов были в прудах с начала вегетационного

периода (Субботина, № 3, ч. 3, 2015; Субботина, № 3, ч. 3, 2015; Субботина и др. 1998).

Видовой состав зообентоса исследуемых прудов был представлен главным образом Chironomidae. Максимальное количество хирномид в достаточном количестве приходилось на май и июнь месяцы. В отличие т предыдущих лет исследований, хирономиды. как и зоопланктон в достаточном количестве присутствовали в прудах и в сентябре (табл. 48) (Субботина, № 3, ч. 3, 2015; Субботина, № 3, ч. 3, 2015; Субботина и др. 1998; Субботина, 2015).

4. Устранени вторичных загрязнений выращиванием рыбопосадочного материала

4.1 Результаты выращивания сеголеток карпа и толстолобика в поликультуре в рыбоводно-биологических прудах

Ранее полученные разными авторами данные свидетельствовали о неудачных попытках совместного выращивания капа и растительноядных рыб в рыбоводно-биологических прудах. На наш взгляд, это было вызвано, в первую очередь, большим разрывом во времени при посадки в пруды личинок карпа и растительноядных рыб. К моменту посадки личинок толстолобика мальки карпа вырастали и активно их выедали наряду с зоопланктоном (рис. 31).

Проанализировав подобные результаты, мы пришли к выводы, что наиболее оптимальным может являться одновременное зарыбление личинок карпа и растительноядных рыб (Субботина и др. 1998).

На протяжении периода выращивания осуществляли анализ пищевого комка выращиваемой молоди. Было установлено, что главными кормовыми компонентам на начальных этапах выращивания, как у карпа, так и толстолобика являлись представители планктона. С середины июля в кишечнике карпа начал наблюдать личинок хирономид (до 60%). С первых чисел августа при анализе пищевого комка у карпа наблюдали, увеличение доли растительной пищи и детрита (до 90%), это можно объяснить резким снижением численности кормовых гидробионтов в опытных прудах, вызванным высокой плотностью посадки выращиваемых рыб (Субботина и др. 1998).

К сожалению, за летний период наблюдений толстолобики не попадались в контрольных обловах и мы не смогли проанализировать содержимое кишечника в летний период, а смогли проанализировать содержимое кишечника лишь в сентябре.

II

Зарыбление рыбоводного пруда

Зарыбление рыбоводного пруда

Рисунок 32 – Зарыбление рыбоводного пруда личинкой карпа и растительноядными (пестрый толстолобик)

Было установлено, что 80% содержимого пищевого комка состоит из детрита и около 20% из планктонных организмов (Субботина и др. 1998).

Результаты выращивания сеголеток карпа и толстолобика в поликультуре представлены в таблице 49.

Таблица 49 - Результаты выращивания сеголеток карпа и толстолобика в поликультуре

Год зарыбления	Вид рыбы	№ пруда	Площадь пруда, га	Посажено личинок по факту			Выловлено сеголеток по факту					Рыбопродуктивность, кг/га
				Всего тыс. шт	Средняя масса, мг	На 1 га	Тыс. шт	Средняя масса, г	Тыс. шт в расчете на га	% выхода	Общий вес выловленной рыбы	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1995	карп толстолоб.	5	0,1	15 5	0,25 0,12	150 50	3,1 3,6	20,5 5,4	31,0 36,0	20,6 72,0	63,5 19,4	635,0 194,0
	Всего		0,1	20	-	200	6,7	-	67,0	33,5	82,4	824,0
	карп толстолоб.	6	0,1	15 5	0,25 0,12	150 50	0,7 2,8	71,0 11,0	70,0 28,0	4,6 56,0	49,7 30,8	497,0 308,0
				20	-	200	3,5	-	98,0	17,5	80,5	805,0

Невзирая на сравнительно невысокие значения по средней массе сеголеток, получен, на наш взгляд, положительный результат по выживаемости, как карпа, так и толстолобика. В целом нам была доказана принципиальная возможность выращивания в рыбоводно-биологических прудах сеголеток рыб в поликультуре во 2-ой рыбоводной зоне (Субботина и др. 1998).

Учитывая положительный опыт выращивания личинок толстолобика в поликультуре с карпом, был оформлен Акт внедрения.

В рыбоводно-биологических прудах, мы продолжили эксперименты, а именно на одновременную посадку личинок пестрого толстолобика и карпа (приложение А – акт № 3 о вселении рыбопосадочного материала», акт о внедрении технологии выращивании карпа и толстолобика в очищенных

сточных водах животноводческих комплексов., акт о передаче научно-исследовательских разработок ВНИИР).

Таблица 50 - Результаты выращивания сеголеток карпа и толстолобика в поликультуре

Год Зарыбления п.п.	Вид рыбы	№ пруда	Площадь пруда, га	Посажено личинок по факту			Выловлено сеголеток по факту					Рыбопродуктивность, кг/га
				Всего тыс. шт	Средняя масса, мг	На 1 га	Тыс. шт	Средняя масса, г	Тыс.шт врасчете на га	% выхода	Общий вес выловленной рыбы	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	карп толстолоб.	5	0,1	155	0,25 0,12	15050	3,1 3,6	20,5 5,4	31,0 36,0	20,6 72,0	63,5 19,4	635,0 194,0
	Всего		0,1	20	-	200	6,7	-	67,0	33,5	82,4	824,0
	карп толстолоб.	6	0,1	155	0,25 0,12	15050	0,7 2,8	71,0 11,0	70,0 28,0	4,6 56,0	49,7 30,8	497,0 308,0
				20	-	200	3,5	-	98,0	17,5	80,5	805,0
2	карп толстолоб.	5а	0,25	208	0,25 0,12	8032	9,8 3,8	19,0 7,5	39,2 15,2	49,0 47,0	186,2 28,5	744,8 144,0
				28	-	112	13,6	-	54,4	48,6	214,7	858,8
	карп толстолоб	6а	0,25	208	0,25 0,12	8032	12,1 7,0	19,2 7,0	48,4 28,0	60,5 71,3	231,3 39,3	771,0 131,0
				28		112	19,1	-	76,4	68,2	270,6	902,0
3	карп толстолоб.	6б	0,125	5 1.5	0,25 0,12	4012	3,6 1,2	25,6 20,4	28,8 8,2	72,0 80,0	92,1 24,5	736,8 196,0
				6,5		52	4,8	-	37,0	73,8	116,6	932,8
	карп толстолоб	6б	0,125	5 1.5	0,25 0,12	4012	3,6 1,25	25,1 22,2	28,8 10,0	72,0 80	90,4 27,8	723,2 222,4
				6,5		52	4,85	-	38,8	74,6	118,2	945,6

Учитывая положительный опыт выращивания сеголеток в поликультуре в рыбоводно-биологических прудах, мы продолжили эксперименты и в последующие годы, а именно на одновременную посадку личинок пестрого толстолобика и карпа.

Согласно схеме опыта в рыбоводные пруды № 5 и № 6 были вселены 3-х дневные личинки карпа по 15 тыс. в каждый пруд и по 5 тыс. личинок пестрого толстолобика (Приложение А – Акт №2 о зимовке сеголеток карпа и толстолобика, выращенных в РБП;Акт межведомственных комиссионных испытании эффективности подготовки сточных вод и выращивании карпа и толстолобика (сеголеток) в РБП; Приложение А: Акт № 2 о вселении рыбопосадочного материала») Общая плотность посадки в каждый пруд составила 20 тыс.шт. Пруды же заполнить полностью по техническим причинам не удалось, поэтому плотность посадки на 1 га площади пруда оказалась очень высокой 200 тыс.шт/га.

Впоследствии высокая плотность посадки сказалась на гидрохимическом режиме прудов и на навеске рыбопосадочного материала. Во второй декаде июля содержание растворённого кислорода снизилось до 3,0 мг/л в пруду % 5 и до 2,8 мг/л в пруду № 6, в предутренние часы его содержание, по-видимому, было ещё ниже.

Это незамедлительно сказалось на средней массе подращиваемых рыб, особенно на карпе, карп стал вялым, малоподвижным, легко ловился сачком. Он стал лёгкой добычей для цапель, которые питались карпом все лето на рыбоводно-вырастных прудах. Толстолобики же были достаточно активными и от цапель уплывали.

В связи с отсутствием постоянного контроля с нашей стороны (находилась в вынужденном отпуске) и технических неполадок на объекте в 1996 году, мы имели самый низкий выход карпа от посаженной трех дневной личинки по пруду № 5 он составил 20,6%, по пруду № 6 всего 4,6% (табл. 50), у толстолобика же, несмотря на низкое содержание растворенного кислорода во второй декаде июля выход превзошел все наши ожидания и составил 72% в пруду № 5 и 56% в пруду № 6 (Субботина и др. 1998).

Навеска карпа в пруду № 5 была близка к норме и составила 20,5 г, в пруду № 6 карп вырос очень крупным, его средняя масса составила 71 г.

Средняя навеска толстолобика была 11,0 г в пруду № 5 и 25,2 г в пруду № 6 (Приложение Б Акт № 4 «О результатах выращивания рыбопосадочного материала в прудах биологической очистки «Кленово-Чегодаево» и передачи рыбоводной продукции») (Субботина и др., 1998).

Низкий выход от посадки и разброс массы выращенной молоди, прежде всего, вызван высокой плотностью посадки, отлов карпов цаплями и в меньшей степени неблагоприятным гидрохимическим режимом. Рыбопродуктивность прудов биологической очистки в 1996 году оказался на уровне предполагаемой, в пятом пруду она составила 1189,9 кг/га, в шестом пруду 1062,6 кг/га. В таблице 50 представлены результаты выращивания рыбопосадочного материала в поликультуре в РБП (Субботина и др. 1998).

Анализируя результаты, следует подчеркнуть, что, несмотря на высокую кормовую базу в этих прудах плотность посадки должна быть лимитированной и по карпу не превышать 40 тыс. шт. трехдневных личинок. Норма посадки растительноядных рыб в поликультуре по нашему мнению также должна быть уменьшена до 10 тыс. шт/га (Субботина, и др., 1999).

Следует особо подчеркнуть мелиоративный эффект от совместного выращивания карпов и растительноядных рыб при совместном выращивании карпов и растительноядных рыб, он очевиден – снижен водородный показатель, отсутствует цветение воды, прекратились ожоги и некрозы жабр вызванные превышение водородного показателя.

Кроме того, в литературе имеются данные, что присутствие растительноядных снижает перманганатную окисляемость воды в рыбоводном пруду (Яковчук, 1993), толстолобик, отфильтровывая воду, поглощает бактерии и микроскопические частицы органического вещества, на жизнедеятельность которых требуется в 100 раз больше кислорода, чем для других рыб (Субботина и др. 1999).

Поэтому основное внимание в будущем следует обратить на толстолобика и его гибридов, как на биологического фильтратора не только

водорослей, но и взвешенного органического вещества. То есть смотреть на растительноядных, как на объект, участвующий в очистке сточных вод органоминеральной загрязнённости.

Результаты облова рыбоводно-вырастных прудов зафиксированы в акте облова (Приложении Б Акт № 4 от 9 октября 1996 г «О результатах выращивания рыбопосадочного материала в пудах биологической очистки в экспериментального хозяйства «Кленово-Чегодаево» и передачи рыбоводной продукции») (Субботина и др. 1998; Субботина и др. 1999).

Проведённая работа и научные эксперименты закреплены актом внедрения технологии выращивания рыбопосадочного матерела в сточных водах животноводческих комплексах, акт в приложении А).

В последующем эти экспериментальные исследования легли в основу разработанной технологи Субботина Ю.М. «Унифицированная технология выращивания рыбопосадочного материала различного трофического уровня в рыбоводно - биологических прудах на очищенных и обеззараженных животноводческих стоках». М.: МГУПП, 2015. – 52 с. (Субботина и др. МГУПП, 1999).

Инженерно технологические требования, предъявляемые к форме прудов биологической очистки. Эффективность очистки сточных вод во многом зависят от расположения, пруда, рельефа местности, а также от глубины пруда и его формы. Расположение и форма пруда выбираются в зависимости от рельефа, местных условий и наличия территории. Наиболее целесообразной формой прудов является прямоугольник. Пруд -накопитель, водорослевые пруды рекомендуется устраивать на наиболее возвышенных отметках (Проектирование и строительство…,1990 Субботина, и др., 1999; Субботина, РГСУ, 2013; Кудрявцева, Субботина, 2018).

Обустройство и расчёт всех ступеней рыбоводно-биологических прудов. Во избежание загрязнения грунтовых вод пруды устраиваются на участках местности с непроницаемыми грунтами и при низком уровне

грунтовых вод. Во всех случаях рекомендуется защита в виде экранирования дна откосов пруда гидроизоляционным слоем глины, можно с помощью полиэтиленовой пленки или бетон (Проектирование и строительство…,1990; Крылов, 2007; Субботина, РГСУ, 2013).

Периферические дамбы прудов, закладываются, как правило, с шириной гребня 4 м. Заложение откосов в зависимости от грунтов принимают от 1:3 до 1:4. На небольших дамбах заложение откосов принимают равным высотой h:1 – для глинистых грунтов 1:2, для песчаных 1:3. Дамбы биологических прудов проектируются по общепринятым в гидротехнике правилам. Их возводят слоями по 15 - 20 см. При этом каждый слой уплотняется с учётом противофильтрационных мероприятий (Проектирование и строительство…, 1990; Крылов, 2007; Субботина, РГСУ, 2013).

Целесообразно при проектировании биологических прудов предусмотреть различные распределители с приспособлениями для рассеивания сточных вод в горизонтальных и вертикальных направлениях. Во избежание возникновения мёртвых, не аэрируемых зон, водовпуски и водовыпуски располагают на значительном расстоянии друг от друга, по диагонали.

Пруды оборудуются подводящими и отводящими коммуникациями сточных вод, которые должны обеспечить наполнение и опорожнение каждого пруда не более чем за сутки. Коммуникации желательно иметь самотечные, закрытые, непромерзающие в зимнее время, которые должны быть оборудованы вододелителями, водовыпусками, водопусками и щитовидными, а на рыбоводных прудах шандорными затворами.

Водовыпуски из прудов, кроме рыбоводных, должны иметь небольшой порог в пруде (0,2 - 0,3) для задержания в нижней части некоторого количества сточных вод, содержащих микроводоросли, зоопланктон в качестве «закваски» для эксплуатации в последующих сезонах. Кроме того, в

биологических прудах целесообразно предусмотреть и устройство для полного опорожнения пруда. Конструкция водовыпусков и водопусков должна учитывать возможность автоматизации их действия в зависимости от горизонта воды в прудах. При устройстве серийных биологических прудов следует предусмотреть возможность профилактического или аварийного отключения любой из пяти ступеней, без нарушения работы всей системы. Для надёжной эксплуатации прудов с естественной аэрацией, для очистки и доочистки свиноводческих стоков предполагается как минимум две параллельные серии ступеней, состоящие из каскада прудов: пруда-накопителя (не менее двух), водорослевых, рачковых прудов, биоплато с высшей водной растительностью, рыбоводных прудов (Субботина, 2013).

Обустройство ботанической площадки. Для глубокой доочистки сточных вод высокой органоминеральной загрязненности с целью их дальнейшего использования для рыбоводства, Необходимо дочистить жидкие отходы, которые содержат много органических веществ и минералов. После подобной доочистки эта жидкость станет чистой с высоким уровнем качества, и ее можно будет использовать, для разведения рыбы (Проектирование и строительство…,1990; Субботина, и др., Усовершенствованная технология, 1999; Субботина, РГСУ, 2013, Субботина, 2024).

Очень правильным решением будет строительство сооружение типа «ботанической площадки», с рогозом и тростник, ее наличие будет способствовать эффективной доочистки сточной воды, из выше расположенных прудов.

Ботаническая площадка может располагаться после прудов - накопителей или перед водорослевыми. В нашем случае ботаническая (Проектирование и строительство…,1990; Меркурьев, Субботина, А.С., 1993; Субботина, и др., Усовершенствованная технология, 1999; Субботина, патент на изобретение, 1999; Субботина, РГСУ, 2013).

Требования, предъявляемые к рыбоводным прудам. Рыбоводные пруды в системе биологических прудов являются основной производственной базой по доочистке стоков и выращиванию рыбопосадочного материала (сеголеток карпа, карася или их гибрида, растительноядных, молоди щуки).

Рыбоводные пруды по выращиванию рыбопосадочного материала должны соответствовать оптимальным требованиям для выращивания рыбы. под рыбоводные можно использовать водоёмы комплексного назначения, можно использовать под пруды доочистки устраиваемые в хозяйствах для полива сельскохозяйственных культур, или же специально создаваемые одамбированные пруды. При проектировании и строительстве используются стандартные методы и приёмы рыбоводной гидротехники (Проектирование и строительство…,1990; Субботина, и др., Усовершенствованная технология, 1999; Субботина и др., Усовершенствованная технология, 1999; Субботина, РГСУ, 2013; Субботина, 2024).

В системе рыбоводно-биологических прудов, предназначенных для доочистки животноводческих стоков, желательно иметь четыре рыбоводных пруда, работающих независимо. Рыбоводные пруды должны полностью осушаться, для чего в них устраивают водосборную сеть. Ширина водосбросных канав по дну составляет 0,5 м, средняя глубина 0,5 - 0,6 м. Пруды пополняются очищенной сточной жидкостью через водовыпуски. Сброс воды производится через водовыпуски.

Рекомендуемая площадь прудов от 0,5 до 3,0 га. Средняя глубина пруда 0,7 м, максимальная глубина у водовыпуска 1,5 м (Проектирование и строительство…,1990; Субботина, и др., Усовершенствованная технология, 1999; Субботина, РГСУ, 2013; Субботина, 2022).

Необходимая площадь рыбоводных прудов исчисляется исходя из объёма поступающих в них, из выше расположенных прудов очистки, сточных вод. В случае, когда источником водоснабжения рыбоводных

прудов являются естественно очищенные сточные воды, необходимо предусмотреть возможность залития всех категорий биологических прудов в начале каждого вегетационного периода (сезона) из источника чистой воды (реки, озера, пруда) (Субботина и др., 1999; Методические рекомендации..., 2002; Субботина, 2022; Субботина, 2024).

Накопитель осветлённых стоков. Служит аккумулирующей ёмкостью осветлённых и усреднённых стоков. В нем, под воздействием бактерий (анаэробных – в нижних и аэробных – в верхних слоях), происходит разложение органического вещества с образованием минеральных форм азота, фосфора, калия, железа и других микроэлементов (Субботина, РГСУ, 1993; Субботина, РГСУ, 2013).

Пруд-накопитель должен быть секционным, количество секций должно быть не менее двух. Глубина накопления произвольная, обычно 2,5-4,0 м. Время депонирования зависит от климатических условий. Для средней полосы России оно составляет 180 - 200 суток. (Субботина, РГСУ, 2013; Субботина, 2022; Субботина, 2024).

За время пребывания стоков в пруду накопителе величина $БПК_5$ стоков снижается на 60 - 80 %, а в среднем на 70 %.

Стоки, накопленные зимой, вместе с вновь поступающими с объекта, срабатываются летом в последующие ступени системы рыбоводно-биологических прудов (рис 31).

Площадь зеркала пруда-накопителя

$$F = \frac{W}{h}, \text{ м}^2$$

F – площадь зеркала пруда, $м^2$

Объем прудов с учётом осадков составит , $м^3$

где $Q_{сут}$ – суточный объем стоков, $м^3$/сут.;

T – время накопления, сут.

$h_{ос}$ – осадки, мм;

$h_{исп}$ – испарение, мм;

F – площадь зеркала пруда, $м^2$.

Водорослевый пруд. В основу расчёта параметров водорослевого пруда и степени очистки стоков положена формула, предложенная Винбергом Г.Г. (Винберг и др., 1966).

Таблица 51 - Параметры водорослевых прудов в зависимости от величины $БПК_5$, поступающих в них осветлённых стоков.

Объем стоков, $м^3$/сут	**$БПК_5$, мг O_2/л**				
	500,0	**1000,0**	**1500,0**	**2000,0**	**2500,0**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
20	360 0,1	1035 0,17	1665 0,27	2295 0,38	2970 0,49
50	896 0,15	2576 0,43	4144 0,69	5040 0,84	7392 1,23
100	1792 0,3	5152 0,86	8288 1,38	10080 1,68	14784 2,46
200	3584 0,6	10303 1,72	16576 2,76	20160 3,36	29568 4,93
400	5376 1,19	15456 3,44	24864 5,52	30240 6,72	44352 9,86
500	8960 1,49	25760 4,29	41440 6,90	5040 8,40	73920 12,32

(1) $$Z = \frac{272 \times P \times \rho \times Д}{P_1 \times h}$$

где Z – снижение загрязнения по $БПК_5$ с исходного до заданного значения, мг O_2/л;

ρ – средняя интенсивность солнечной радиации (для широты Москвы, например 425 кал/см/сут.);

P – утилизация солнечной энергии при фотосинтезе 1,8% (0,018);

P_1– резерв кислорода, необходимый для дыхания гидробионтов, 1,0;

Д – время очистки сточных вод, сут.;

h – средняя глубина водорослевого пруда – 60 см.

где Д – время очистки исходной сточной жидкости до заданной величины, сут.;

Рисунок 33 – Общий вид каскада биологических прудов «Кленово-Чегодаево»

Q – объем стоков, выходящих с объекта в теплый период за сутки (примерно в 2 раза больше среднегодового суточного объема).

$Q_{сут} = \frac{Q_{год}}{t}$, м^3/сутки,

Рачковый пруд. В основу расчёта параметров рачкового пруда также положена формула Винберга Г.Г. (Винберг и др., 1966)

$$Z = \frac{272 \times \rho \times P \times Д}{P_1 \times h},$$

где Z – снижение загрязнения по БПК$_5$ с исходного до заданного значения (200-40=160 мг O_2/л);

ρ – средняя интенсивность солнечной радиации (425 кал/см/сут.);

P – утилизация солнечной энергии при фотосинтезе 1,0 (0,01);

P_1 – резерв кислорода, необходимый для дыхания гидробионтов, 1,5;

Д – время очистки сточных вод, сут.;

h – средняя глубина водорослевого пруда – 80 см.

При заданных параметрах время очистки стоков составляет:

$$Д = \frac{(200-40)\times 1{,}5\times 80}{272\times 0{,}01\times 425} = 17 суток \quad (2)$$

Таблица 52 – Параметры рачковых прудов в зависимости от объёмов, поступающих на очистку стоков.

Объем стоков, $м^3$/сут	**БПК$_5$, мг O_2/л**				
	500,0	**1000,0**	**1500,0**	**2000,0**	**2500,0**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
20	360 0,1	1035 0,17	1665 0,27	2295 0,38	2970 0,49
50	896 0,15	2576 0,43	4144 0,69	5040 0,84	7392 1,23
100	1792 0,3	5152 0,86	8288 1,38	10080 1,68	14784 2,46
200	3584 0,6	10303 1,72	16576 2,76	20160 3,36	29568 4,93
400	5376 1,19	15456 3,44	24864 5,52	30240 6,72	44352 9,86
500	8960 1,49	25760 4,29	41440 6,90	5040 8,40	73920 12,32

Параметры рачковых прудов представлены в табл. 52 Субботина и др., 1999; Субботина, РГСУ, 2013).

Степень очистки стоков, поступающих из рачкового пруда в рыбоводный, рассчитывают из условий, благоприятствующих развитию рыбы.

Параметры рыбоводного пруда определяются следующими условиями:

– суточная продукция зообиомассы рачковых прудов – 10 г/$м^3$;

– период выхода зообиомассы из рачкового пруда – 163 дня (для средней полосы России);

– % использования зообиомассы – 80 %;

– кормовой коэффициент – 3;

– рыбопродуктивность – с 1 га - 8 ц/га;

Очищенные стоки из рыбоводного пруда могут быть сброшены в водоем, использованы на орошение кормовых культур или в оборотной системе водоснабжения.

Рыбоводный пруд. Расчёт рыбоводного пруда производится на основании приведённых параметров (рис 33,табл. 53).

Рисунок 34 – Рыбоводный пруд и в экспериментальном хозяйстве «Клёново-Чегодаево»

Объем рачкового пруда 22400 м^3, тогда выход зообиомассы из рачкового пруда составит:

$22400 \cdot 163 \cdot 10 = 3651200$ г/м^3 или 36,51 т/м^3

выход рыбной продукции составит:

$\frac{36,51 \times 0,8}{3} = 9,74$ т или 97,4 ц

Площадь зеркала рыбоводного пруда при рыбопродуктивности 8 ц/га соответственно составит:

97,4 : 8 =12,18 га

Параметры рыбоводных прудов представлены в таблице 53.

Таблица 53 – Параметры рыбоводного пруда в зависимости от объёмов стоков, поступающих в них на очистку.

Объем стоков, $м^3$/сутки	**20**	**50**	**100**	**200**	**400**	**500**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Объем рачкового пруда, $м^3$	900	2240	4480	8960	17920	22400
Выход зообиомассы из рачкового пруда, тонн	1,47	3,65	7,30	14,6	29,21	36,51
Рыбопродуктивность, тонн	0,392	0,97	1,96	3,90	7,79	9,74
Площадь зеркала прудов при рыбопродуктивности 8 ц/га	0,49	1,21	2,44	4,88	9,74	12,18
Объем рыбоводных прудов, $м^3$	5880	14520	2980	58560	116860	146160

Пруд-накопитель чистой воды. Очищенные сточные воды из рыбоводного пруда могут быть сброшены в водоем. Объем пруда чистой воды не ограничивается.

Так, в экспериментальном хозяйстве «Кленово-Чеготаево» Московской области его объем 1000 $м^3$, в совхозе «Шуваловский» Костромской области 184000 $м^3$. Кроме того, очищенные сточные воды из пруда накопителя чистой воды могут использоваться в оборотной системе водоснабжения, а также употреблены для полива кормовых культур или сельхозпродуктов. Параметры сооружений, входящих в комплекс рыбоводно-биологических прудов, могут значительно варьировать в зависимости от климатических зон, рельефа местности и др. Основными действующими факторами в этой системе является температура, интенсивность солнечной радиации, альголизация комплексом микроводорослей. Размеры ступеней прудов могут колебаться в зависимости от зоны строительства в широких пределах

(Субботина, 1993; Субботина, Смирнова, 2001; РГСУ, 2013;. Субботина, 2022; Субботина, 2024).

Изложенные выше расчёты позволяют сделать следующий вывод: площади биологических прудов находятся в прямой зависимости от величины начального загрязнения исходного стока, чем выше БПК исходного стока, тем больше площадь рыбоводно-биологических прудов.

Расчёт площади ботанической площадки. Расчёт площади биоинженерных сооружений осуществляется на основании следующей зависимости, выданной В.Т. Магмедовым, С.М. Карагезовой и М.А. Захарченко (Магмедов и др., 1986; Смирнова 1997; Локшин, Михалева, 2003; Субботина, 2014).

$$S = \frac{Q \times T_К}{H}, \text{ м}^2,$$

где S – площадь сооружения, $м^2$;

Q – расход поступающей в сооружения воды, $м^2$/сутки;

$T_к$ – минимально необходимое время контакта потока с искусственно созданным биогеоценозом, при котором достигается требуемое снижение концентрации i-го ингредиента, сут.;

H – высота столба воды в сооружении.

Минимальное необходимое время контакта $T_к$, в свою очередь описывается следующей зависимостью (Субботина и др., Усовершенствованная технология, 1999; Смирнова, 1997; Локшин, Михалева, 2003; Субботина, 2014).

$T_к = F_t x (\Delta C)$

где $\Delta C = (C_{исх.i} \text{ x } T_к)$

ΔC – требуемое снижение концентрации i-го ингредиента, $г/м^3$;

Fi – удельная очистительная способность искусственно созданного биогеоценоза по i- ингредиенту, г/м/сут.;

$С_{исх.}$ – исходная концентрация i-го ингредиента i-ой концентрации в очищаемой воде, г/м^3.

Зависимость $Т_к$ от исходной концентрации подаваемой воды на очистку удельной очистительной способности биогеоценозе определяется на графиках, построенных на основании экспериментальных данных.

Площадь площадки $S = B \times \alpha$, м^3

где В – ширина площадки, м;

α – длина площадки, м.

Ширина площадки определяется по формуле

B = n •ₓc , м

где n – количество водорослевых прудов, необходимых для обеззараживания сточных вод;

с – длина водорослевых прудов, м.

(Субботина и др., Усовершенствованная технология, 1999; Смирнова, 1997; Локшин, Михалева, 2003; Субботина, 2014)

$$\alpha = \frac{S}{B}, \text{ м}$$

Подготовка ботанической площадки к эксплуатации. На ботанической площадке производят вспашку, дискование, боронование и нарезку борозд с перемычками и высаживанием тростника или рогоза по длине борозд на расстояние 0,5 м друг от друга. Глубина борозд равна 0,25 м, высота перемычки 0,2 м и длина перемычки 1,2 м (Субботина, Терёшина, 1990; Субботина и др., Усовершенствованная технология, 1999; Субботина, Кудрявцева, 2018; Субботина, 2022).

Расстояние между перемычками зависит от уклона местности и при i – от 0,002 –0,004 равно 20 м, а при 0,004…0,01 равно 5…6 м. Расход в одну борозду определяется из соотношения

$q = \frac{Q}{t \times n}$, м^3/сутки;

где Q – суточный расход с комплекса, м^3/сутки;

t – время работы равное 28800 с;

n – количество борозд на ботанической площадке (Субботина, Терёшина, 1990; 1999; Субботина,1999; Субботина и др., Усовершенствованная технология, 1999).

Подготовка рыбоводно-биологических прудов к зарыблению и выращиванию рыбопосадочного материала очищенных сточных водах. Подготовку рыбоводных прудов к зарыблению следует начинать сразуже после того, как сойдёт снег. В первую очередь расчищают и углубляют осушительную сеть, убирают остатки прошлогодней растительности и мусор. Ложе прудов необходимо пробороновать и произвестковать с целью дезинфекции, а также для снижения кислотности почвы. Известь вносится по 3-15 ц/га в зависимости от кислотности ила (табл. 54) (Субботина, 1993: Проектирование и строительство рыбоводных хозяйств.., 1990; Субботина и др., Усовершенствованная технология, 1999; Субботина, 2022; Субботина, 2024).

При pH более 6,0 известкование производят с профилактической целью, норма внесения составляет при этом 1,5 ц/га. Работа по подготовке прудов, включая мелиорацию, необходимо провести в апреле, чтобы начать эксплуатацию прудов во второй декаде мая.

Таблица 54 – Норма внесения извести, ц/га

pH	Негашёная известь	Гашёная известь
1	**2**	**3**
4,5	15,0	19,5
5,0	10,0	13,0
5,5	5,5	6,5
6,0	3,0	3,9

Рыбоводные пруды заполняют чистой водой из реки за 3-4 дня до посадки туда рыбы (3-х дневных личинок). Вначале пруды заливают наполовину, а затем на протяжении 2 - 3 недель после посадки личинок

заполняют полностью. Сточная вода поступает в рыбоводные пруды по мере очистки из выше расположенных очистительных прудов. Рыбопосадочный материал будет постепенно адаптироваться к сточной воде (Субботина, 1993; Субботина и др., Усовершенствованная технология, 1999; Субботина, 2022; Субботина, 2024)).

Важным фактором разработанной технологи, а именно в подготовке биологических прудов очистки к зарыблению является контроль за водоснабжением. При заборе воды из природного водоёма (реки, озера) необходимо обеспечить, чтобы забор осуществлялся с помощью металлического фильтра, для исключения попадания личинок сорных и хищных рыб, а также врагов молоди. Фильтр выполнен в виде металлического каркаса, обтянутого сеткой. Внутри каркаса устанавливают уловитель из капроновой или латунной сетки. По мере загрязнения фильтра (сор, рыба и пр.) его очищают или промывают. (Субботина, 1993; Кудрявцева, Субботина, 2018).

Рекомендуется помнить, что период от наполнения прудов до их эксплуатации, не должен быть длительным (3 - 4 дня), чтобы избежать обильного развития хищных видов зоопланктона и водных насекомых. Не следует также производить зарыбление сразу же после их залития, т.к. вода должна прогреться до 16 - 18^{0}С. За три, четыре дня в пруду должны успеть развиться мелкие формы зоопланктона, зарыбление желательно проводить в первой половине мая (Проектирование и строительство рыбоводных хозяйств.., 1990; Субботина, 1993; Субботина, 1993; Кудрявцева, Субботина, 2018; Субботина, 2024).

Рыбопосадочный материал (личинка) приобретается в рыбхозах, имеющих инкубационные цеха, или в институте ВНИИПРХ (г. Дмитров Московской области). Личинка транспортируется в полиэтиленовых пакетах с кислородом, по 50 тыс.шт. Время транспортировки не более 24 часов, допустимый отход до 10 % (Кудрявцева, Субботина, 2018).

Основные объекты разведения в рыбоводно-биологических прудах. Основными объектами разведения в рыбоводно-биологических прудах, как и в любых других прудах, могут быть рыбы различного трофического уровня *Cyprinus carpio carpi, Carasius qibelio, Carasius ulgaris* их гибриды, *Hypophthalmichthys* и их гибриды, *Tinea tinea*, *Esox lucius*. В настоящее время выведено и выращиваются разные породы карпа. Отличающиеся между собой, главным образом продуктивными качествами и формой чешуйчатого покрова (Субботина и др., Усовершенствованная технология, 1999; Основные виды рыб для разведения…, 2016).

Рисунок 35 - Карп (*Cyprinus carpio carpio)* - одомашненная форм сазана рыба семейства карповых

В различных районах страны разводят породы карпа применительно к их климатическим и природным особенностям. В северных районах страны разводят чешуйчатого карпа, в средней и северо-западной полосе России широкое распространение получил гибрид карпа и амурского сазана (курский карп), хорошо растущий и прекрасно переносящий зимовку (Сабанеев,1998).

В южных районах зарекомендовал себя голый карп. Карп относится к рыбам, выдерживающим слабое насыщение воды кислородом, быстро набирает вес и отличающийся мясом с высокими вкусовыми качествами (рис. 35) .

Серебряный карась – более выносливв, чем карп, широко распространён, обладает высокой зимостойкостью, менее требователен к гидрохимическому составу воды, переносит кратковременные заморные явления в водоёме, промерзающих до дна (рис. 36).

Рисунок 36 – Серебряный карась (*Carasius qibelio)*

Золотой карась, как и серебряный перенос значтелное понижене кислорода в водоеме, широко распространён, в Европе, Азии вплоть до Северного Китая.

Живет золотой карась в основном в озерах, воодрхранлищах, прудах, реже - в реках в местах со слабым течением. Предпочетат заброшенные, заросшие водоемы старые карьеры, лесные озера, где он остается едва ли не единственным представтелем ихтиофауны (рис. 36).

Серяный карась, как и золотой, являются перспективными объектами разведения, особенно в рыбоводно-биологических прудах (Сабанеев, 2016; Основные виды рыб для разведения…, 2016).

Рисунок 37 – Золотой карась (*Carasius ulgaris*)

Не исключена возможность выращивания в таких прудах линя, который так же, как и золотой карась нетребователен к кислородному режиму (рис. 38). Его можно разводить как добавочную рыбу к гибриду капакарася, так как он использует при питании участки дна, малодоступные для карпа (Субботина, и др., 2002).

Рисунок 38 – Линь (*Tinea tinea L.*)

Линь имеет гораздо меньшее распространение и всюду малочисленнее карася. Впрочем, он водится во всей Европе, начиная с Испании. На севере его вовсе нет, и очень редко встречается в бассейне Белого и Ледовитого

океана, линя ловили в некоторых озерах около Архангельска. Главное местонахождение этой рыбы — стоячие воды средней, южной России и юго-западной Сибири (Сабанеев, 1998; Сабанеев, 2016).

В небольших непроточных прудах лини составляют довольно большую редкость, потому что всё-таки во время нереста для них потребна довольно чистая, хотя и тёплая вода; любимое местопребывание их составляют тихие заводи рек, проточные, иловатые и камышистые озера и такие же пруды. Вообще это очень вялая и ленивая рыба. Линь крайне медлен в своих движениях, живёт большей частью в одном и том же месте реки или пруда и показывается в других местах только в полую воду. С быстрой водой он не может справиться, и при весеннем или осеннем разливе рек, прорыве прудов нередко сносится течением на далёкое расстояние (Сабанеев, 1998; Субботина, 1993; Сабанеев, 2016).

Очень интересен опыт выращивания толстолобика и его гибридов, в течение нескольких лет, в рыбоводно-биологических прудах «Кленово-Чегодаево» мы выращивали сеголеток гибрида пёстрого и белого толстолобиков.

Толстолобики или **толстолобы** (*Hypophthalmichthys*) – род пресноводных рыб семейства карповых. Родина толстолобиков реки Восточной и Юго-Восточной Азии. В России водиться два вида толстолобиков: белый и пестрый.

Крупная стайная рыба семейства карповых. Английское название silver carp, что в переводе означает – серебряный карп. Раньше он подразделялся на роды *Hypophthalmichthys* и *Aristichthys* в составе подсемейства *Hypophthalmichthyinae*. В роде три современных и один вымерший вид (рис. 37).

От всех других карповых рыб толстолобики отличаются формой головы (широким лбом). Глаза расположены на её боках, в нижней части, что создаёт впечатление огромного лба. Длина до 1 м (редко больше), масса до

20 – 35 кг. В России в бассейне Амура обитают 2 вида толстолобиков: белый и пёстрый (Сабанеев,1998).

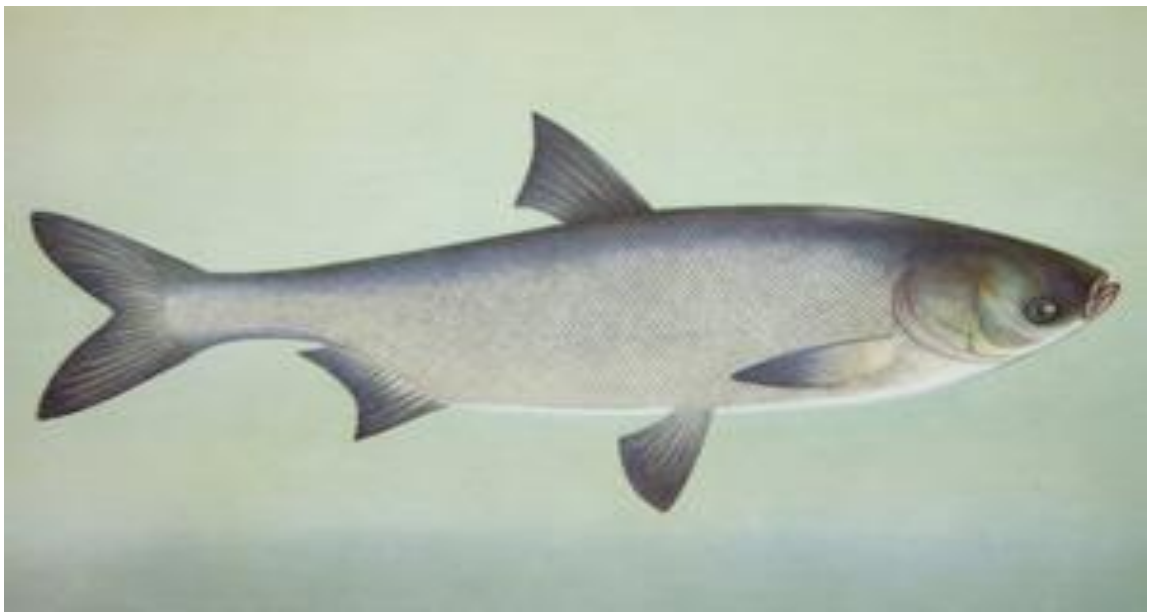


Рисунок 39 – Толстолобик (*Hypophthalmichthys*)

Белый толстолобик в питание преобладает фитопланктон, мальки поедают и зоопланктон. У, белого толстолобика имеется специальное приспособление для его процеживания, т. н. сито, образованное жаберными тычинками, сращёнными поперечными перемычками, через которое процеживается фито и зоопланктон. Молодь вначале кормится зоопланктоном, затем переходит на фитопланктон.

В отличие от него у пёстрого толстолобика такого «сита», нет и питание у последнего смешанное. В 5 – 7 лет у толстолобика наступает половая зрелость.

Плотность посадки личинок белого толстолобика для выращивания составляет 15 экз/м^3. Высокая плотность посадки белого толстолобика объясняется характером его питания. К осени в южных регионах страны сеголетки достигают массы 25 – 30 г. В наших экспериментальных исследованиях масса выращенного толстолобика не превышала 25 г. На протяжении всей жизни толстолобики питается водорослями и

зоопланктоном, биомасса которых в водоёме значительно выше, чем биомасса высшей водной растительности (Сабанеев, 1998).

Обычно белый толстолобик на втором году жизни к концу сезона набирает вес 0,5 – 0,9 кг. Основными условиями быстрого роста являются хорошая кормовая база и благоприятный режим (рис.38). Белый толстолобик хорошо растёт при температуре 25 – 27°С и содержании кислорода не менее 5 мг/л.

Выращивание пёстрого толстолобика. По своей биологии оба вида имеют много общего. Пёстрый толстолобик отличается от белого толстолобика по различию в питании. Первый, то есть пёстрый питается зоопланктоном, а белый толстолобик употребляет водоросли. Учитывая, что биомасса зоопланктона в прудах обычно ниже, чем биомасса водорослей, то плотность посадки пёстрого толстолобика в пруды ниже, чем плотность посадки белого. При плотности посадки мальков 6 – 8 экз/м^3 возможно получение к осени сеголетков нормативной массы 25-30 г. Плотность посадки годовиков о тем же нормативным данным 1 – 2 экз/м^3 (Сабанеев, 1998; Привезенцев, 2000).

Пёстрого и белого толстолобика, а также карпа мы выращивали вместе в одном биопруду. При этом рыбопродуктивность прудов в южных регионах, как правило возрастала в 2 раза, в наших рыбоводно-биологических прудах 3-ей зоне рыбоводства рыбопродуктивность увеличивалась на 25%.

Исследования, проведённые на биологических прудах свиноводческого комплекса «Кленово-Чегодаево» изменило наше отношение к растительноядным, в частности к пёстрому и белому толстолобику и их гибридам. Это вид оказался удачной культурой для разведения не только в южных регионах, но и в прудах во 2 – 3 рыбоводных зонах. Использование поликультуры толстолобика повышает рыбопродуктивность рыбоводно-биологических прудов на 3,2 – 3,5 ц с гектара. Толстолобик и его гибриды способны не только выедать фито, зоо и бактериопланктон, но и

отфильтровывать микрочастицы органического вещества и бактерии, повышая очистительную способность рыбоводно-биологических прудов (Сабанеев,1998; Привезенцев, 2000;. Субботина, 2022)

Щука обыкновенная. Щука обыкновенная (Esox lucius Linne) имеет обширный ареал. В семействе щуковых один род, в роду пять видов, из которых в пределах России обитает два вида: щука обыкновенные и амурская щука (Esox reichertii) (Лесникова, 2004).

Обыкновенная щука на территории России распространена в бассейнах Северного Ледовитого океана, Балтийского, Чёрного, Азовского, Каспийского и северной части Берингова морей. В водоёмах Российской Федерации встречается ещё один вид щуки – амурская щука. Распространение амурской щуки ограничивается бассейном Амура и водоёмов Сахалина (рис. 38).

.

Рисунок 40 – Щука обыкновенная (*Esox lucius Linne*)

Отличие от щуки обыкновенной заключается в светлом окрасе тела, множестве мышечных сегментов и чешуи в боковой линии, а также другими малозаметными морфофизиологическими признаками (Сабанеев, 1998; Самохвалова, 1971; Самохвалова, 1973; Лесникова, 2010; Субботина, 2011; Субботина, 2022).

Выращивание рыбопосадочного материала в поликультуре в рыбоводно-биологических прудах очистки. В течении всего времени экспериментальных работ по выращиванию рыбопосадочного материала в поликультуре в рыбоводно-биологических прудах очистки животноводческого комплекса осуществлялся отбор проб на санитарно-гидрохимические и санитарно-бактериологические анализы по ступеням очистки и в биологических прудах, где происходило выращивание сеголеток (Субботина, № 3, ч. 3, 2015; Субботина, 2016; Субботина и др., «Колос» 1999).

Результаты гидрохимических анализов приведены в таблицах (табл. 55 - 52), остановимся на особенностях гидрохимического режима в рыбоводно-вырастных прудах, кормовой базе, где происходило выращивание сеголеток карпа и толстолобика в поликультуре, а также на результатах выращивания рыбопосадочного материала (Субботина, № 3, ч. 3, 2015; Субботина, 2016; Субботина и др., «Колос» 1999).

Гидрохимический режим экспериментальных рыбоводно-вырастных прудов очистки. За вегетационный период 1995-1996 г г гидрохимический и термический режим рыбоводно-биологических прудов в экспериментальном свиноводческом хозяйстве «Кленово-Чегодаево» в целом был благоприятен для роста и развития карпа и толстолобика, в отдельные дни, когда ряска покрывала зеркало пруда, было отмечено снижение содержания кислорода. Так в июле в рыбоводных прудах наблюдалось падение содержания кислорода до критических значений 2,8 мг/л. Напряжённый гидрохимический режим наблюдался и в первой декаде августа (таб. 55 - 58). Самое высокое содержание кислорода отмечено в мае, оно составило 12,2 мг/л. (Субботина, № 3, ч. 3, 2015).

В течение вегетационного периода не отмечалось значительных колебаний реакции среды. Активная реакция среды колебалась от 6,8 до 8,4. В проводимых ранее исследованиях на рыбовдно-биологических прудах

неоднократно отмечалось повышение pH воды. Это явление мы связываем с бурным цветением зелёных водорослей. Наличие же в поликультуре толстолобика благоприятно сказалось на активной реакции среды (Субботина, № 3, ч. 3, 2015; Субботина, 2016; Субботина и др., «Колос» 1999; Субботина, 2022).

Совместно с институтом ветеринарной санитарии, гигиены и экологии (ВНИИВСГЭ) проведены межведомственные комиссионные испытания эффективности подготовки сточных вод и выращивании карпа и толстолобика в рыбоводно-биологических прудах в поликультуре.

На основании экспертной экологической оценки сделано заключение, что данные гидрохимические исследования, проведенные по всем ступеням очистки, указывают на высокую степень очистки сточных вод в исследуемой системе (Субботина, № 3, ч. 3, 2015; Субботина, 2016; Субботина и др., «Колос» 1999).

В процессе очистки ХПК снижалось с 4160 мг/л в пруду-накопителе до 310.мг/л в рачковом пруду, $БПК_5$ – соответственно с 828 мг/л до 120 мг/л; взвешенные вещества с 2160 мг/л до 275 мг/л (таб. 56). После прохождения сточных вод по бороздам с высшей водной растительностью, гидрохимические показатели резко уменьшились, ХПК опускалось до 120 мг/л, $БПК_5$ до 38 мг/л, взвешенные вещества до 21 мг/л .

Приложение А - Акт внедрения технологии выращивания сеголеток карпа и толстолобика в очищенных сточных водах животноводческих комплексов от 13.11.1995; Акт межведомственных комиссионных испытаний эффективности подготовки сточных вод и выращивании карпа и толстолобика (сеголеток) в от 24.10.1996;

Акт внедрения «Способ очистки сточных вод свиноводческого комплекса» (Субботина, № 3, ч. 3, 2015; Кудрявцева, Субботина, 2018).

Жизнедеятельность рыб и других гидробионтов тесно связана с гидрохимическим режимом водоёма. Одним из основных факторов внешней

Таблица 55 – Результаты гидрохимического анализа сточных вод экспериментального хозяйства «Кленово-Чегодаево» мг/л.

	Место отбора проб	pH	ХПК	$БПК_5$	Азот			P_2O_5	Взв-ва	O_2
					аммиачный	Органический.	общий			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Пруд накопитель	7,0	4660	960,0	339,0	51,0	441,0	150,0	2275,0	–
2	Водорослевой пруд первого порядка	8.2	1689,0	480,0	160,0	27,0	187,0	104,0	380,0	10,6
3	Водорослевой пруд второго порядка	8.6	540,0	230,0	145,0	15,7	160,0	91,0	350,0	11,8
	Рачковый пруд	7,6	320,0	160,0	127,0	8,8	135,8	83,0	310,0	8,7
	Ботаническая площадка	7,5	156,0	60,0	29,0	21,7	50,7	41,0	87,0	9.3
	Рыбоводный пруд № 5	7,8	120,0	40,0	1.5	21,3	22,8	13,0	82,0	12,7
	Рыбоводный пруд № 6	8,2	146,0	48,0	1,9	24,5	26,4	14,6	30,0	11,3
	Рыбоводный пруд (контроль без рыбы)	7,4	130,0	56,0	41,0	28,3	69,3	48,0	51,5	1,2

Таблица 56 – Результаты гидрохимического анализа сточных вод экспериментального хозяйства «Кленово-Чегодаево» мг/л

	Место отбора проб	pH	ХПК	$БПК_2$	Азот			P_2O_5	Взв-ва	O_2
					аммиачный	органичес.	общий			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Пруд накопитель	7,2	4160	8280,0	320,0	42,0	362,0	121,0	2160,0	–
2	Водорослевой пруд первого порядка	8.6	1260,0	3600,0	113,0	17,2	130,0	104,0	357,0	13,2
3	Водорослевой пруд второго порядка	8.9	480,0	230,0	106,0	13,1	119,1	91,0	321,0	13,6
	Рачковый пруд	7,6	310,0	160,0	97,0	7,8	104,8	83,0	275,0	9,7
	Ботаническая площадка	7,9	120,0	60,0	15,2	18,7	33,7	41,0	21,0	10.0
	Рыбоводный пруд № 5	8,2	380	40,0	0,9	19,2	282	13,0	14,5	12,0
	960,0Рыбоводный пруд № 6	8,0	30,0	48,0	Отсут.	20,1	20,1	14,6	12,1	12,2
	Рыбоводный пруд (контроль без рыбы)	7,6	110,0	56,0	22,8	17,1	39,9	48,0	13,7	0,5

Таблица 57 – Гидрохимический режим рыбоводных прудов экспериментального хозяйства «Кленово-Чегодаево», мг/л

	Место отбора проб	Дата	pH	O_2	ХПК	$БПК_5$	NH_4	NO_2	NO_3	P_2O_5	Хлориды	Щелочность г экв./л
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Рыбоводный пруд № 5 Рыбоводный пруд № 6	4.5	8,2 8,0	12,0 12,2	38,0 30,0	8,2 6,0	0,9 0,1	0,04 0,03	0,11 0,17	6,8 7,1	27,0 31,0	4,8 4,9
	Рыбоводный пруд № 5 Рыбоводный пруд № 6	11.6	7,0 8,4	4,2 7,3	160,0 256,0	27,0 44,0	1,65 3,9	0,05 11,0	0,25 1,1	5,3 2,9	30,0 50,0	4,4 4,4
	ЦОК	26.6	7,6	8,1	128,0	21,0	1,0	0,06	0,17	6,0	116,0 50.0	2,0
	Рыбоводный пруд № 5 Рыбоводный пруд № 6		7,4 7,4	6,7 5,3	320,0 256,0	80,0 41.0	5,2 2,1	0,30 0,35	0,30 0,37	17,0 12,0	34,0 44,0	4,6 4,0
	Рыбоводный пруд № 5 Рыбоводный пруд № 6	16.7	7,4 7,2	3,0 2,8	380,0 228,0	86,0 40,0	1,8 1,45	0,06 0,05	0,2 0,1 5	9,0 7,5	36,0 30,0	3,0 4,8
	ЦОК	6.8	6,8	6,5	440,0	92,0	1,1	0,12	0,37	9,0	30,0	3,0
	Рыбоводный пруд № 5 Рыбоводный пруд № 6		7,4 7,4	4,3 4,2	320,0 100,0	56,0 27,0	0,8 1,05	0,01 0,02	0,1 0,25	2,7 4,5	30,0 38,0	4,4 4,0

Таблица 58 – Результаты выращивания сеголеток карпа и толстолобика в поликультуре.

Виды рыбы	Номер пруда	Площадь пруда	Посажено по факту			Выловлено сеголеток по факту					Рыбопродуктивность, кг
			Всего тыс. шт.	Средняя масса тыс. шт.	На (гектар)	Тыс. шт.	Ср. масса, г	Ср. масса расчетена, га	% Выхода от посадки	Общий вес выловленной рыбы, кг	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Карп	5	0,1	15	0,0025	150	3,1	20,5	31,0	20,6	63,55	635,5
Толстолобик	5	0,1	5	0,0012	50	3,6	15,4	36,0	72,0	55,44	554,4
Всего	5	0,2	20	_	200		35,9	_	67,0	119, 90	1189,9
Карп	6	0,1	15	0,0025	150	0,7	71,0	70,0	4,6	49,7	497,0
Толстолобик	6	0,1	5	0,0025	50	2,8	20,2	28,0	56,0	56,6	565,6
Всего	6	0,2	20	_	200	3,5	_	98,0	17,5		1062, 6

среды, влияющих на ход процессов, протекающих в водоёме, является наличие кислорода в форме, доступной для потребления рыб и гидробионтов.

Содержание растворённого кислорода в воде представляет собой существенный, а в некоторых случаях лимитирующий фактор внешней среды обитания в водоеме.

Карп относится к рыбам, выдерживающим очень слабое насыщение воды кислородом, когда его критическое содержание составляет 0,5 мг/л Однако и для такого не требовательного к кислороду вида оптимальным считается содержание его в воде более 4,5 - 5,0 мг/л (Мартышев, 1973).

Известно, что повышенная органическая загрязнённость отрицательное влияет на содержание кислорода в воде прудов, где производится выращивание сеголеток не только карпа в монокультуре, но и выращивание карпа в поликультуре с толстолобиком. Поэтому в данной работе уделено особое внимание изучению кислородного режима рыбоводных прудов – последней ступени прудов биологической очистки (Субботина и др.,1999; Субботина, № 3, ч. 3, 2015).

В течение всего периода выращивания рыбопосадочного материала в поликультуре, мы наблюдали за содержанием кислорода в рыбоводных прудах и отмечали, что кислородный режим рыбоводно-выростных прудов при выращивании рыб в поликультуре. значительных перепадов в содержании кислорода в течен6ие суток и по месяцам не отмечалось. Как и прежде минимальное значение кислорода отмечалось в предутренние часы, максимальное же содержание кислорода не зашкаливало до 15 мг/л.и естественно повышенное содержание кислорода было в солнечнее дни (Субботина, 2015; Субботина и др., 1999; Субботина, 2022).

В целом кислородный режим в рыбоводных прудах был более благоприятным, чем мы отмечали при выращивании карпа рыбоводно-выростных в монокультуре.

Не вызывало беспокойство в ходе выращивания рыбопосадочного материала в поликультуре и повышение pH оно повышалось незначительно и не превышало 10,5 мг/л.

Величина pH в природных водах в значительной степени зависит от присутствия растворённого в вводе углекислого газа. Чем выше содержание углекислого газа в воде, тем ниже величина pH, в дневные часы, мы наблюдали низкое содержание CO_2 и естественно рост величины pH. Анализируя содержание растворенного кислорода в воде рыбоводных прудов очистки, следует еще раз подчеркнуть, что совместное выращивание карпа и толстолобика или их гибридов, в рыбоводно-биологических прудах очистки благоприятно сказывалось на выращиваемой рыбе в поликультуре (Субботина 1999; Кудрявцева, Субботина, 2018)**.**

1. В рыбоводстве обычно считается, что низкие значения pH повышает восприимчивость рыб к заболеваниям. Специалисты считают, что не существует значения pH благоприятного для рыб. Однако по мере отклонения pH от нормального значения (5,5 – 9,0) ухудшается состояние рыб, это ухудшение подтверждается и изменением формулы крови (Субботина, № 3, ч.3, 2015; Субботина и др., 1999; Аллахвердиева,2022).

Ученые специалисты отмечают, что при высоком значении pH возрастает и токсичность аммиака. Поэтому превышение этих двух показателей, выше предельно допустимых значений может сказаться, прежде всего, на выживаемости и массе выращиваемых рыб (Субботина и др., 1999; Субботина, № 3, ч. 3, 2015; Субботина, 2015)**.**

Количество фосфатов на рыбоводных прудах в период выращивания рыб в поликультуре было в пределах допустимых значений.

Эколого-морфологическое состояние рыбопосадочного материала выращенного в поликультуре в рыбоводно-биологческих прудах. Выращенный рыбопосадочный материал был исследован на содержание белка жира и минеральных веществ.

Биохимический состав выращенных сеголеток, в РБП отличался высоким содержанием белка (67,3 %), жира 54,5% и высоким содержанием минеральных веществ (17,1%). Эти показатели позволят выращенному сеголетку эффективно перезимовать (Субботина, 1993; Субботина и др., 1998; Субботина, 2022).

Таблица 59 - Характеристика красной крови молоди карпа и толстолобика в период выращивания в биологических и рыбоводных прудах

Показатели	Карп в биологических прудах		Толстолобик в биологических прудах		Карп в рыбоводных прудах	
	лето	осень	лето	осень	лето	осень
1	2	3	4	5	6	7г
Hb, г %	7,87±0,15	5,74±0,22	7,11+±0,21	6,81±0.23	9,86±0,61	8,23±0,28
Ht,%	28,46±1,10	26,85±1,15	29,02±1,00	27,04± 1,70	29,42±1,37	28,50±2,66
Эр., млн/мкл	1,09±0,02	1,02±0,02	1,40±0,05	1,32±0,18	1,65±0,09	1,43±0,21
ОК, %	4,67±0,38	5,08±0,26	2,98±0,30	3,02±0,26	2,37±0,17	3,75±0,29
ОБГ., г/кг	3,38±0,23	2,70±0,15	2,04±0,18	2,9±0,20	2,46±0,12	3,96±0,26
СГЭ, пг	72,20±3,54	55,25±2,20	60,01±2,21	56,05± 2,13	59,75±1,30	57,55±2,37
СКГ,%	27,79±1,80	21,82±1,50	29,50±2.15	25,65±1,67	33,51±2,09	28,88±1,81
ОЭ, мк3	261,11-16,50	263,23±13, 60	190,12± 16,32	210,0±11,03	178,30±15, 75	199,30±10, 27

Статистическая обработка результатов выращивания молоди карпа и толстолобика в течение трех лет, при различной плотности посадки, показала, что с увеличением плотности посадки коэффициент вариации массы тела рыб уменьшается (табл. 60), так при плотности посадки 60,0 тыс. шт/га масса тела рыб варьировала в меньших пределах, чем при плотности 50,0 тыс.шт/га.

Наименьшая вариабельность массы тела рыб отмечалась при плотности посадки 60 тыс. шт/га, рыбопродуктивность при этой плотности посадки также была самой высокой за все три года исследований – 930,1 ц/га (Субботина, 1993; Субботина, 2022; Субботина, 2024).

Облов рыбоводных прудов. При наступлении холодов и понижении температуры воды ниже 13^0С в рыбоводных прудах очистки производится облов. В случае выпуска сеголеток в естественные водоёмы, её можно отловить раньше – в августе. Рыбопосадочный материал отлавливают либо в рыбосборных ямах, либо в рыбоуловителе, находящихся за пределами пруда (рис. 39,40).

Таблица 60 - Характеристика красной крови молоди карпа и толстолобика в период выращивания в биологических и рыбоводных прудах

Показатели	Карп в биологических прудах		Толстолобик в биологических прудах		Карп в рыбоводных прудах	
	лето	осень	лето	осень	лето	осень
1	2	4	5	6	7	8
Hb, г %	7,87±0,15	5,74±0,22*	7,11±0,21	6,81±0.23	9,86±0,61	8,23±0,28
Ht,%	28,46±1,10	26,85±1,15	29,02±1,00	27,04± 1,70	29,42±1,37	28,50±2,66
Эр., млн/мкл	1,09±0,02	1,02±0,02	1,40±0,05	1,32±0,18	1,65±0,09	1,43± 0,21
ОК, %	4,67±0,38	5,08±0,26	2,98±0,30	3,02±0,26	2,37±0,17	3,75±0,29
ОБГ., г/кг	3,38±0,23	2,70±0,15	2,04±0,18	2,9±0,20	2,46±0,12	3,96±0,26
СГЭ, пг	27,79±3,54	55,25±2,20	60,01±2,21	56,05± 2,13	59,75±1,30	57,55±2,37
СКГ,%	27,79±1,80	21,82±1,50	29,50±2,15	3,38±0,23	2,**70**±**0**,15	28,88±1,81
ОЭ, мк3	261,11-16,50	263,23±13,60	190,12±16, 32	72,20±3,5 4	55,25±2,20	199,30±10, 27

Таблица 61 - Характеристика красной крови молоди карпа и толстолобика в период выращивания в биологических и рыбоводных прудах

Показатели	Карп в биологических прудах		Толстолобик в биологических прудах		Карп в рыбоводных прудах	
	лето	осень	лето	осень	лето	осень
Hb, г %	7,87±0,15	5,74±0,22*	7,11± 0,21	6,81±0.23	9,86±0,61	8,23±0,28
Ht,%	28,46±1,10	26,85±1,15	29,02± 1,00	27,04± 1,70	29,42±1,37	28,50±2,66
Эр., млн/мкл	1,09±,02	1,02±0,02	1,40±0,05	1,32±0,18	1,65±0,09	1,43± 0,21
ОК, %	4,67±0,38	5,08±0,26	2,98±0,30	3,02±0,26	2,37±0,17	3,75±0,29
ОБГ., г/кг	3,38±0,23	2,70±0,15	2,04±0,18	2,9±0,20	2,46±0,12	3,96±0,26
СГЭ, пг	72,20±3,54	55,2±2,20	60,01±2,21	56,05± 2,13	59,75±1,30	57,55±2,37
СКГ,%	27,79±1,80	21,82±1,50	29,50±2.15	25,65±1,67	33,51±2,09	28,88±1,81
ОЭ, мк3	261,11-16,50	263,23±13,60	190,12± 16,32	210,0±11,03	178,30±15,75	199,30±10,27
Показатели	**Карп в биологических прудах**		**Толстолобик в биологических прудах**		**Карп в рыбоводных прудах**	
	лето	**осень**	**лето**	**осень**	**лето**	**осень**
Hb, г %	7,87±0,15	5,74±0,22*	7,11± 0,21	6,81±0.23	9,86±0,61	8,23±0,28
Ht,%	28,46±1,10	26,85±1,15	29,02± 1,00	27,04± 1,70	29,42±1,37	28,50±2,66
Эр., млн/мкл	1,09±0,02	1,02±0,02	1,40±0,05	1,32±0,18	1,65±0,09	1,43± 0,21
ОК, %	4,67±0,38	5,08±0,26	2,98±0,30	3,02±0,26	2,37±0,17	3,75±0,29
ОБГ., г/кг	3,38±0,23	2,70±0,15	2,04±0,18	2,9±0,20	2,46±0,12	3,96±0,26
СГЭ, пг	72,20±3,54	55,25±2,20	60,01±2,21	56,05± 2,13	59,75±1,30	57,55±2,37
СКГ,%	27,79±1,80	21,82±1,50	29,50±2.15	25,65±1,67	33,51±2,09	28,88±1,81
ОЭ, мк3	261,11-16,50	263,23±13,60	190,12± 16,32	210,0±11,03	178,30±15,75	199,30±10,27

Облов рыбоводных прудов предусматривает концентрацию рыбы в пруду путём сброса воды через рыбозаградительную решётку (при

отсутствии уловителя). Сконцентрированную таким образом рыбу вылавливают в рыбосборной яме, устраиваемой перед донным водоспуском, или же с остатками воды выпускают в рыбоуловитель (рис.37,38) (Субботина и др., Усовершенствованная технология…,1999; Субботина, 2022; Субботина, 2024). При облове сеголеток следует помнить, что толстолобик и белый амур сходят из пруда с первой водой, а карп и карась с последней, и чем крупнее особи, тем дольше они задерживаются в пруду. На рисунке 36 представлена выловленная рыба в пудах очистки.

Зимовка выращенной рыбы осуществляется в зимовалах или приспособленных для этих целей водоёмах. Для рыбы перед выпуском в зимовальные пруды, проводят через специальные солевые ванны, для обеззараживания.

Чтобы избежать травмирования рыбы спуск их в зимовальные пруды или естественные водоёмы для дальнейшего выращивания, производят по брезентовому рукаву или переносят в специальных брезентовых носилкам (Приложение Б - Акт № 2 «О зимовке сеголеток карпа и толстолобика, выращенных в РБП»).

Таблица 62 – Морфологический состав лейкоцитов молоди карпа и толстолобика в период выращивания в рыбоводно-биологических прудах

Показа-тели	Карп в биологических прудах		Толстолобик в биологических прудах		Рыбоводные пруды	
	лето	осень	лето	осень	лето	осень
Лейкоциты, тыс. шт/мкл	8,00±0,25	13,00±0,90 *	7,22±0,30	8,88±0,34	6,00±0,40	8,00±0,38
Лимфоциты, %	96,35±1,84	92,87±2,91	97,32±1,96	96,40±2,01	98,32±2,56	96,86±1,98
Моноциты, %	3,11±0,29	6,46±0,30	2,05±0,21	2,5±019	1,46±0,10	2,7±0,14
Нейтрофилы, %	0,53±0,03	0,69±0,01	0,23±0,02	0,40±0,31	0,18±0,008	0,38±0,01

Примечание: * – рзличия достоверны

Камера облова

Сеголеток карпа

Рисунок 41,42 - Облов рыбоводных прудов в «Кленово-Чегодаево»

На основании проведённых исследований приняты следующие рыбоводно-биологические нормативы выращивания сеголеток в поликультуре в рыбоводно-биологических пруда:

1) плотность посадки 3-х дневной личинки: карпа 30 - 40 тыс. шт/га или карпокарася не более 30 тыс. шт/га, толстолобика 8 - 10 тыс. шт/га;

2) выход сеголеток карпа с 1 га выращиваемой площади 40 - 50%

3) выход сеголеток карпокарася с выращиваемой площади -80%.

4) выход растительноядных рыб с выращиваемой площади - 60% (Субботина и др., патент на изобретение, 1999).

Зарыбление рыбоводно-биологических прудов производят в разных участках пруда, чтобы равномерно рассредоточить молодь по пруду, создавая ей оптимальные условия для питания. Посадку личинок карпа и толстолобика проводят одновременно или с разницей в 1 - 2 дня, но не более (Субботина, Смирнова, 2001; Субботина, 2011; Субботина, 2014).

Был составлен Акт № 2 о вселении рыбопосадочного материала ВНИИР; Акт внедрения «Способ очистки сточных вод свиноводческого комплекса»; Акт № 1 о передачи научно-исследовательских разработок лаборатории экологического мониторинга и охраны гидробионтов ВНИИР (приложение Б).

Работы по выращиванию рыбопосадочного материала были продолжены (в приложение 2 Акт 2 о вселении). В этом же году был подписан Акт № 1 (в приложение Б Акт № 1) о передаче научно-исследовательских разработок лаборатории экологического мониторинга и охраны гидробионтов ВНИИР.

Технология подращивания молоди щуки в рыбоводно-биологических пруда. Во исполнение решения выездного заседания Коллегии Минсельхоза России «О состоянии и мерах по развитию сельскохозяйственного рыбоводства в РФ» Ассоциация «Росрыбхоз» организовала и осуществила сбор материала и разработку региональных

программ развития сельскохозяйственного рыбоводства на период до 2014 года. Целевым индикатором программы является увеличение производства рыбы в сельскохозяйственного рыбоводстве и доведение объёма выращивания рыбы в 2014 году до 200 тыс.т, к 2020 г.- до 270 тыс.т. (Новоженин, 2010).

Достигнуть планируемых показателей позволит не только вовлечение рыбоводных площадей, но и прежде всего повышение рыбопродуктивности сельскохозяйственного прудов, озер и водоемов комплексного назначения. За счёт совершенствования технологии выращивания, одним из вариантов повышения рыбопродуктивности водоёмов следует считать вселения добавочных культур рыб, и прежде всего щуки обыкновенной – Esox lucius Linne (Новоженин, 2010; Субботина, 2011; Субботина, 2022).

Российская Федерация располагает громадным водным фондом внутренних водоёмов, имеющих рыбохозяйственное значение. Однако, продукционный потенциал большинства водоёмов (прудов, озер, водохранилищ) используется недостаточно.

Биологическая продуктивность является основным свойством, определяющим эколого-экономическую ценность того или иного водоема и выращиваемых видов рыб. Однако применение интенсификационных методов (удобрение прудов, кормление рыбы) для повышения биологической продуктивности часто приводит к увеличению внутренней нагрузки на водоёмы. Это является основной причиной загрязнения и эвтрофирования водных объектов (Зотов, 2016).

Направленное воздействие на экосистему водоёмов должно быть основано, прежде всего, на управление её трофической структурой, которое сводится к оптимизации соотношения потока энергии, протекающей по основным трофическим цепям, и подавлению пищевых цепей на которых происходит ее отток. В современных условиях главной задачей в сокращении использования искусственных кормов и важнейшим средством повышения

рыбопродуктивности прудов, озер, малых водохранилищ является освоение поликультуры с целью более полной утилизации естественных кормовых ресурсов водоёмов (Субботина, Розумная, 2009; Субботина, 2011; Субботина, 2014; Субботина, 2022).

В последнее десятилетие во многих рыбоводных хозяйствах успешно начали выращивать растительноядных (толстолобик, белый амур и их гибриды), форель, стерлядь, щуку, судака, обыкновенного сома, бестера, веслоноса и других рыб, однако, их удельный вес в товарном производстве составляет не более одного - двух процентов. Биологическая продуктивность водоема и обитающих там видов гидробионтов является основным свойством, определяющим эколого-экономическую ценность того или иного водоема и выращиваемых видов рыб. В современных условиях важнейшим средством повышения рыбопродуктивности прудов, озер, малых водохранилищ можно считать расширение спектра разводимых рыб, с учётом имеющейся в водоеме кормовой базы и уровня биотехники.

Доказано, что щука является необходимым объектом рационального природопользования в наших водоёмах. При отсутствии её или малочисленности происходит перенаселение водоёмов консументами второго порядка мелким ротаном, окунем и ершом. Не находящими спроса в качестве пищевого продукта, а главное поедающих корм с малым эффектом (Маслова РАСХН, 2002).

Актуальность проблемы несомненна. Щука необходима как для экосистемы водоёма, так и для развития современной аквакультуры и рекреационного рыболовства. Щука неприхотлива в выращивании, но имеются ряд биотехнологических моментов, которые требуют уточнений (сроки выращивания мальков, способы кормления и нормы кормления), способы подращивания молоди в ваннах, бассейнах, прудах, плотности посадки во всех выше названных технологических моментах в экспериментах и полупроизводственных условиях.

В результате анализа литературы и проведённых исследований были уточнены оптимальные условия инкубации, выдерживания и подращивания личинок щуки, сроки выращивания мальков и сеголеток. Полученные результаты легли в основу ниже приведенной технологии выращивания щуки. Даны рекомендации по отбору икры и ее инкубации, выдерживании и дальнейшем подращиванию личинок щуки в прямоточных лотках, круговых бассейнах с подкармливанием науплиями артемии салина, зоопланктоном. Рекомендовано производить подкармливание личинок щуки артемией салино, зоопланктоном, личинками выклюнувшейся плотвы или окуня. Внесённых в пруды на искусственных гнёздах с отложенной икрой, для последующего выращивания молоди щуки в рыбоводных прудах до средней навеки 1 грамм и более.

Щука обыкновенная – добавочная культура для выращивания в рыбоводно - биологических прудах очистки и их модификация. Щука является естественным мелиоратором водоёма. Очищает нагульные пруды, озера и водохранилища от больной и сорной рыбы, тем самым «оздоравливает водоем» и улучшает условия питания роста ценных мирных рыб. В большинстве водоёмов щука является аборигенным видом, однако численность её сравнительно невелика. В данной работе, изучим особенности биологии щуки (Esox lucius Linne) возрастной и половозрелый состав части популяции щуки в водоёмах России, и особенности размножения, роста, питания, щуки озера Бисерово Московской области Ногинского района, предложена технология выращивания щуки (Суханова, 1979; Лесникова, 2004; Субботина, 2012; Субботина, 2022; Субботина, 2024).

На о. Бисерово (данные ихтиологического вскрытия) щука предпочитает, питается плотвой, мелким карасём, карпом, с большим удовольствием поедает ротана, реже в пищевом рационе появляется ерш и окунь (Субботина, 2011; Кудрявцева, Субботина, 2018; Субботина, 2022).

Ещё более значительны возможности разведения щуки в больших и малых озерах, водохранилищах, водоёмах комплексного назначения. В настоящее время аборигенная ихтиофауна водоёмов в основном представлена малоценными тугорастущими видами рыб, экологические ниши заполнены мелкими особями плотвы, окуня, ерша, ротана и т.д., поэтому эти водоёмы не представляют интереса для рыбной промышленности. Между тем, путём ежегодного зарыбления таких озер, как озеро Белое, Медвежьи озера, - личинками щуки, многие из них можно превратить в товарные щучьи озера. Для этих целей пригодны и высокотрофные (заморные) озера, обычно изобилующие мелким карасём и верховкой, как например озеро Бисерово. В озере Бисерова по данным Е.Н. Александровой верховка – одна из массовых видов рыб озера. Известно, что она является объектом питания щуки и окуня и используется рыболовами-любителями в качестве живца. Такие озера особенно многочисленны в средней полосе России, Северном Казахстане и на юге Сибири. В них, так же как и в прудах, возможно выращивание товарных сеголетков щуки (Александрова, 1973; Субботина, 2012; Субботина, 2022).

Щука является одним из излюбленных объектов рекреационного и спортивного лова как у нас в стране, так и за рубежом. Щука прекрасно ловится по первому льду и после нереста. Большое значение воспроизводство щуки имеет и для любительского и спортивного рыболовства. По мнению исследователя любительского рыболовства Л.А. Розумной при организации рекреационного рыболовства необходимо учитывать, как привлекательность видового состава рыб, так и возможность вылова их крючковыми рыболовными снастями, также в поликультуру водоема должны быть включены 2 - 3 вида, обеспечивающих круглогодичный клев. Таким требованиям в полной мере отвечают хищные рыбы, в том числе щука, поэтому в состав любительской поликультуры

необходимо включать хищников (15 % состава ихтиофауны) (Субботина, Розумная, 2009; Субботина, 2022).

По опросным данным, проведённым среди рыбаков любителей на озере Плещеева, Бисерово и других водоёмах Московской области наличие в водоеме хищных рыб делают его более привлекательным для рыболова. Наряду с привлекательностью для рыболовов-любителей, щука, в водоёме решает сразу несколько задач. Одна из них – получение более качественной и ценной для рекреационного рыболовства рыбы, другая высвобождение кормовых ресурсов водоема для ценных мирных видов, привлекательных для рыболовов-любителей (Розумная, 2003; Субботина, Розумная, 2009).

Благодаря хорошим вкусовым качествам и сравнительно низкому содержанию жира (0,5%) щука является излюбленным диетическим продуктом в Европе и России. Это является одной из причин массового разведения ее в ряде стран (Франция, Чехия, Словакия, Германия, США и др.). Во Франции, например, щука пользуется большим спросом, нежели карп. Поэтому продаётся она по значительно более высокой цене, чем карп. Около 60% тела щуки (по весу) съедобно.

В зарубежных странах: Венгрии, Чехии, Словакии, Германии – в качестве нетрадиционных объектов (добавочных рыб) предлагается выращивание в первую очередь представителей хищных рыб: судака, сома, щуку, окуня, налима, угря и т.д. На рыбоводных фермах в Югославии, исходя из того, что добавочные рыбы обитали в водоёмах ещё до начала эксплуатации ферм, за основу поликультуры предлагается принять красноперку, сома, судака и щуку. Рекомендуется также включить в поликультуру обыкновенного и большеротого окуней, угря, налима, плотву, лобана, стерлядь и пескаря. При таком составе поликультуры в составе данной рыбоводной фермы, можно ежегодно получать дополнительно до 2700 т рыбы (Бодниек, 1976; Субботина, 2011).

Учёные специалисты убедительно доказали, что щука является необходимым объектом рационального рыбного хозяйства в озерах. При отсутствии или малочисленности её происходит перенаселение сорными рыбами. Такова ситуация в настоящее время во многих водоёмах Российской Федерации (Крылов, 2007).

Биология щуки и способы её разведения изучены достаточно полно, но имеются проблемы с её воспроизводством. Имеется инструкция, разработанная в 1970 году в ГосНИОРХе, которая успешно использовалась рыбохозяйственными предприятиями, занимающимися выращиванием молоди щуки. Во ВНИИ ирригационного рыбоводства под руководством д.б.н. Масловой Н.И. соавторами разработаны рекомендации по формированию и воспроизводству маточных стад щуки. Сделано немало диссертационных работ, однако новой методической литература, а самое главное отсутствует технология по разведению щуки, мало публикаций о совершенствовании методов инкубации и подращивании в ведущих журналах (Александрова, 1973; Мартинсян, 1985; Маслова, и др., 2002; Субботина, 2022).

Экологические условия обитания щуки в пределах ареала. Щука обыкновенная (Esox lucius L.) имеет обширный ареал. На территории России щука распространена в бассейнах Северного Ледовитого океана, Балтийского, Черного, Азовского, Каспийского и северной части Берингова морей. В водоемах России встречается ещё один вид щуки – амурская щука. Распространение амурской щуки ограничивается бассейном Амура и водоёмов Сахалина. Она отличается от обыкновенной щуки более светлой окраской тела, большим количеством мышечных сегментов и чешуи в боковой линии и другими малозаметными морфофизиологическими признаками (Леснкова, 2004).

Факторы внешней среды (гидрологические и гидробиологические), география водоёмов в значительной степени определяют и степень

выраженности нерестовых миграций щуки. В малых замкнутых водоёмах, таких как озеро, Бисерово, Медвежьи озера, озеро Белое нагульный, зимовальный и нерестовый ареалы практически накладываются друг на друга. Лишь при весеннем подъеме воды и выходе ее на прибрежные низменности производители щуки совершают нерестовые перемещения протяжённостью от нескольких десятков до сотен метров. В открытых же водоёмах могут иметь место нерестовые перемещения щуки, которые по отличительным признакам можно считать миграциями, на расстояние от нескольких сотен метров до нескольких километров. Протяжённость нерестовых миграций щуки в реках, впадающих в южную часть Куршского залива, измеряется километрами. Для личинок и мальков щуки также свойственны миграции. Целесообразность этих миграций объясняется ограниченностью нагульного ареала молоди в период ее развития в нерестовой реке и ухудшением гидрологических условий (Самохвалова, 1974; Маслова, 1998; Лесникова, 2004; Субботина, 2011; Субботина, 2012; Субботина, 2022).

Нерестящихся производителей щуки (по многолетним наблюдениям, несмотря на заметные различия в гидрологических условиях весеннего периода), нередко можно встретить сразу после распыления льда (конец февраля - марте в Прибалтике), так и в конце апреля (в Московской области), когда вода прогревается до 6 – 10° С и выше. В течение весеннего периода, наблюдается несколько нерестовых ходов щуки. Мощность нерестового хода щуки в озере Бисерово это – первый ход, а затем с интервалом в одну-две недели проходят еще одна или две менее мощные волны нерестового хода (Лесникова, 2004; Лесникова, 2010).

Около половозрелой самки обычно держится от трех до шести самцов. По экологии размножения щуку относят к фитофильным рыбам, мечущим икру на субстрат растительного происхождения. Нерестилища щуки обычно располагаются на мелководных участках со стоячей или слаб проточной водой. В связи с этим излюбленными местами для икрометания щуки

являются заливные в период паводка отлогие участки поймы реки, озера или водохранилища с луговой растительностью и твёрдым, не заиленным грунтом (Самохвалова, 1974; Субботина, 2009; Лесникова, 2010; Субботина, 2012).

Икринки щуки сравнительно крупные, округлой формы, с гладкой оболочкой. Цвет щучьей икры светло-жёлтый с зеленоватым оттенком. Диаметр зрелых неоплодотворенных икринок у молодых щук, как правило, составляет 2,0 – 2,5 мм. Известно, что размеры икринок зависят от величины самок, а также от условий, в которых они находились в период развития внутри материнского организма. После оплодотворения и набухания в воде, как отмечают многие исследователи, размеры их увеличиваются (Субботина, 2009; Лесникова, 2010; Субботина, 2012; Субботина, 2022).

Эмбрион щуки периодически осуществляет вращательные движения внутри оболочки икринки, что способствует улучшению газообмена. При повышении температуры воды частота вращательных движений его увеличивается. Эмбрионы выклёвываются из оболочки при общей длине тела 6,0 – 8,5 мм и среднем весе около 8 мг. После этого наступает личиночный период в жизни щуки, который длиться около четырёх недель и заканчивается образованием чешуи. После выклева в условиях естественного водоёма, личинки некоторое время спокойно лежат на дне. Затем они предпринимают попытки оторваться от грунта, но держаться в толще воды они еще не могут, поскольку плавательный пузырь ещё не наполнен воздухом, а сами личинки очень слабы (Самохвалова Л.К., 1974; Лесникова Е.Н.,2004; Субботина, 2009; Лесникова, 2010; Субботина, 2012;К Субботина, 2022).

В дальнейшем, после многократных усилий, им все же удается подняться в толщу воды, где они подвешиваются вверх головой к листьям и стеблям растений, среди которых проходило развитие икры (Анпилова, Понеделко,1970; Самохвалова, 1971).

Развитие личинок, находящихся в подвешенном состоянии и, удалённых от дна, протекает в более благоприятных кислородных условиях. Плавать личинки щуки начинают после заполнения плавательного пузыря атмосферным воздухом. Для этого личинки должны достигнуть поверхности воды, и чем меньше буде глубина, тем для них лучше. Преодолев силу поверхностного натяжения личинки, заполняют плавательный пузырь воздухом. Личинки, которые по каким-либо причинам не удается добраться до поверхности воды и заполнить плавательный пузырь воздухом, погибают. В естественных условиях это чаще всего происходит по причине значительного повышения уровня воды или ветреной погоды (Лесникова, 2010; Субботина, 2012; Субботина, 2022).

Отрицательное воздействие на выживаемость личинок оказывает также снижение уровня воды и резкое похолодание. При снижении уровня воды личинки, находящиеся на начальных стадиях эмбрионального развития гибнут на обнаженном грунте или растительности. На более поздних этапах развития они в массе остаются в мелких лужах или в отшнуровавшихся водоёмах. На 8 - 10 сутки после выклева, при общей длине тела около 11,0 мм и среднем весе 10 мг, плавательный пузырь личинок заполнен воздухом. На жаберных душках появляются жаберных лепестки, содержимое желточного мешка к этому времени в значительной степени рассасываются, в кишечнике образуется просвет, в хвостовой области намечается дифференциация плавательной складки (Анпилова, Понеделко,1970; Самохвалова, 1974; Суханова, 1979; Субботина, 2009; Лесникова, 2010; Субботина, 2012; Субботина Ю.М., 2022).

Благодаря происшедшим изменениям личинки переходят к подвижному образу жизни. В этом периоде они свободно держаться как у поверхности, так и в толще воды. Важнейшим моментом в жизни личинок в этот период является то, что они, наряду с питанием за счет запасов желточного мешка, переходят к активному добыванию пищи. С переходом на

этот этап личинок рекомендуется выпускать в естественный водоем или же начинать подкармливать. В противном случае рост и развитие личинок приостанавливается (Лесникова, 2010; Субботина, 2012; Субботина, 2022).

В этот период пищей личинкам щуки служат все представители прибрежного зоопланктона. Теперь у личинок начинает функционировать и жаберное дыхание. При длине тела личинки щуки 13,5 – 14,0 мм и среднем весе около 21 мг содержимое желточного мешка у личинок полностью рассасывается, челюсти заметно удлиняется, плавниковая складка дифференцируется на спинную, хвостовую и околоанальную лопасти. (Анпилова, Понеделко,1970; Самохвалова, 1971; Суханова, 1979; Субботина, 2009; Лесникова, 2010; Субботина, 2012; Субботина Ю.М., 2022 Субботина, 2024).

В области непарных плавников образуются зачатки лучей, появляются зачатки брюшных плавников. Вступив на этот этап развития, личинки полностью переходят на потребление пищи из водоёма. В кишечнике у них кроме низших ракообразных, встречаются личинки различных насекомых. На этом этапе обнаруживается, наряду с качественным обновлением состава пищи наблюдается значительное увеличение пищевого комка. Места обитания и характер поведения личинок остаются прежними.

При достижении длины тела 18 – 20 мм и среднего веса 50 мг, следует следующий этап развития. На этом этапе наблюдаются существенные изменения в органах пищеварения и передвижения. Челюсти еще более удлиняются, на них появляются зачатки зубов. Значительно увеличивается объем желудка, в результате чего брюшной отдел сильно выпячивается. Хвостовой отдел полностью обосабливается, конец хорды загибается вверх, площадь грудных плавников заметно возрастает, а также наблюдается увеличение пигментации всего тела. Все эти изменения происходят в возрасте около трёх недель (Анпилова, Понеделко,1970; Самохвалова, 1971;

Суханова, 1979; Субботина, 2009; Лесникова, 2010; Субботина, 2012; Субботина Ю.М., 2022).

Характерной особенностью данного этапа является то, что личинки щуки начинают добывать и заглатывать более крупные и более подвижные организмы. Основу пиши в этот период, составляют личинки насекомых и рыб (плотвы, окуня, язя). Скорость роста на этом и последующих этапах развития зависит, от количества и качества пиши (Анпилова, Понеделко,1970; Самохвалова, 1971; Суханова, 1979; Цепкий Е.О., 1986; Субботина, 2009; Субботина, 2012; Субботина Ю.М., 2022; Субботина, 2024).

Экспериментально установлено, что если молодь щуки продолжать кормить планктоном в то время, когда в природе она переходит на питание рыбой, то рост ее приостанавливается и в конечном итоге моет наступить гибель.

С переходом на следующий этап развития наступает мальковый период в жизни щуки. Происходит это при длине тела 26 – 27 мм и среднем весе около 240 мг. К этому времени молодь в основном приобретает признаки, свойственные данному виду, к этому этапу у нее сформированы все жизненно важные органы и системы. Жизнь щуки, после перехода к мальковому периоду, по – прежнему протекает в прибрежной части водоема (озера, реки, водохранилища) среди зарослей водной растительности. Основным способом добывания пищи у мальков щуки, так же как и у взрослых особей, является нападение из засады. Заросли растительности способствуют выживанию личинок в водоёме (Анпилова, Понеделко,1970; Самохвалова, 1971; Суханова, 1979; Субботина, 2009; Лесникова, 2010; Субботина, 2012; Субботина Ю.М., 2022).

Разведение щуки в специализированных рыбоводных хозяйствах. Заготовка производителей. В специализированных рыбхозах рыбоводных, фермерских хозяйствах целесообразно иметь собственное маточное стадо производителей. В отсутствии в хозяйстве своего маточного стада,

производителей вылавливают из рек, озер и других водоёмов. Щука начинает нереститься после распыления льда при температуре воды 5 - 8^0С.

Производителей щуки отлавливают вблизи нерестилищ ставными орудиями лова - вершами, мережами, ловушками или с помощью неводов. Сетный лов для этих целей использовать не рекомендуется, т.к. при этом травмируются производители, и уменьшается выход личинок. Перевозят отловленных производителей щуки в прорези, живорыбной машине или лодке, в которую устанавливают брезентовый чан, размером 1,5 х 1,0 м при высоте слоя воды 35 - 45 см. В чан следует помещать не более 20 рыб. Отловленных производителей переносят в брезентовых носилках, для искусственного осеменения, на рисунке 1 определяем пола у производителей в садке размещённом в озере.

Доставленных производителей осматривают и сортируют. Особи с текучими половыми продуктами хорошо различается по форме мочеполового отверстия. У самцов оно представляет узкую продолговатую щель, у самок имеет вид овального углубления, окаймленного венчиком светло-розового цвета. Самки крупнее самцов, брюшко у самок увеличено, что также служит отличительным признаком при сортировке производителей (Анпилова, Понеделко, 1970; Субботина, 2012; Субботина, 2022; Субботина, 2024).

Самок и самцов рассаживают по разным садкам. При выдерживании производителей в садках самок следует размещать выше по течению по отношению к самцам, т.к. сперма самцов может спровоцировать нерест самок. Степень зрелости самок и самцов проверяется ежедневно. Заготовку производителей щуки в естественных водоёмах осуществляют не только весной, но и осенью с последующим зимним содержанием в прудах или садках. Способ заготовки производителей весной более прост, но не надёжен, т.к. весной производители не всегда могут быть выловлены в необходимом

количестве. Способ заготовки производителей осенью более надёжен, но требует организации зимовки в прудах хозяйства.

Качество половых продуктов щуки зависит от условий выдерживания производителей. Можно выдерживать производителей в деревянных или металлических садках из сетки рабицы, в этом случае желательно стенки садков обить хамсарасовой делью, чтобы избежать травматизацию производителей. Лучшие результаты имеют производители, которых выдерживают в больших прудах с остаточным количества корма - 2 кг на 1 кг веса щуки. Кратковременно передержку производителей щуки можно осуществлять в деревянных садках 3,0 х 1,5 х 1,0 при плотности посадки 30 шт/м^2.Для ускоренного созревания половых продуктов можно использовать гипофизарные инъецирования самок.

Заводской способ получения икры. Отцеживание икры. Половые продукты щуки собираются в инкубационном цехе вблизи от того места, где выдерживаются производители.

Рисунок 43 – Отцеживание производителя щуки

. При отсутствии закрытого помещения, сбор икры может производиться под навесом. Не следует проводить данную работу, если температура воды ниже 5 и выше 15 °С, нежелательно попадание на икру прямых солнечных лучей. Рекомендуется полностью отказаться от полевого способа отбора и инкубации икры щуки, в связи с большой уязвимостью икры к неблагоприятным условиям среды (Самохвалова, 1973: Лесникова, 2004; Лесникова, 2010; Субботина, 2011; Субботина, 2012; Субботина, 2022).

Сначала отбирают производителей с текучими половыми продуктами. Собирать икру следует в сухой эмалированный таз с не отбитой эмалью (рис. 43).

Шероховатая внутренняя поверхность таза травмирует оболочку икринок. Такие икринки впоследствии в первую очередь поражаются сапролегнией, в результате чего повышается отход икры в инкубационный период (Анпилова, Понеделко, 1970; Самохвалов,1971; Суханова, 1979; Субботина, 2009; Лесникова, 2010; Субботина, 2012; Субботина, 2024).

Рисунок 44 – Обработка икры щуки против сапролегнии малахитовым зеленым

Рисунок 45 – Выдерживание личинок щуки в прямоточных лотках

на рисунках (рис. 44,46) мы видим обаботку икры против сапролегнии малахитовым зеленым и выдерживание личинок щуки в прямоточных лотках

Более подробно с заводским способом получения икры щуки можно в работах автора: Субботина Ю.М. «Технология выращивания молоди щуки». М.: РГСУ, 2012. – 45 с. Субботина Ю.М. и «Технология выращивания молоди щуки в рыбоводно-биологических прудах очистки». М.: МГУПП, 2022. – 65 с.

Получение личинок щуки в прудах. Не менее интересной оказалось подращивание молоди щуки в рыбоводно-биологических прудах очистки в последней ступени, в которых ранней весной отмечается высокая кормовая база особенно низших рачков, в основном Daphnia magna, которыми с удовольствием питается подрастающая молодь щуки (Шамардина, 1957; Попова, 1971; Суханова,1979; Лесникова, 2004; Субботина, 2022).

Этот метод менее эффективен, по сравнению с искусственным способом инкубации в аппаратах Вейса, поскольку икра и личинки могут быть подвержены неблагоприятным факторам внешней среды. Для нереста

щуки пригодны небольшие пруды площадью от 100 до 1000 м^2 , не заиленные с прошлогодней растительностью. Можно использовать нерестовые карповые пруды или зимовальные, именно такой метод рекомендуется использовать на очистных сооружениях в прудах биологической очистки (Субботина и др.,2015).

Хорошие результаты даёт гнездовая посадка щуки при соотношении самцов и самок 3:1. Для естественного нереста отбирают производителей в возрасте 2 - 4-х лет. Самцов помещают в пруды 5 - 7 дней раньше самок. Перед высадкой производителей в пруды с профилактической целью их выдерживают в 5% растворе поваренной соли в течение 5 минут.

Начало икрометания зависит от температурных условий, которые различаются по годам. Обычно в средних широтах нерест наступает в конце апреля - начале мая. Наиболее успешно протекает нерест при температуре воды выше 7^{0}С.

После нереста производителей вылавливают (во избежание каннибализма и распространения болезней).

Щука откладывает икру на глубине 0,4 - 0,5 м на участках со слабопроточной водой. Икринки первоначально прилипают к прошлогодней растительности, но через некоторое время падают на грунт, где и продолжают развиваться (Соболев и др., 1973).

Развитие икры длится в зависимости от температуры 9 - 10 дней. На развитие икры застрачивается 120 градусо-дней при средней температуре 10^{0}С выклев эмбрионов происходит через 12 суток, а при 120^0 С - через 10 суток.

Эмбрионы выклевываются из оболочки при общей длине тела 6,0 - 8,5 мм и среднем весе около 8 мг. После выклева личинки некоторое время спокойно лежат на дне. Затем они периодически предпринимают попытки оторваться от грунта, но держаться в толще воды они ещё не могут, поскольку плавательный пузырь пуст, а сами личинки очень слабы

(Анпилова, Понеделко, 1970; Самохвалов, 1971; Суханова, 1979; Субботина, 2009; Лесникова, 2010; Субботина, 2012; Субботина Ю.М., 2022).

В дальнейшем, после многократных усилий, им все же удается преодолеть толщу воды, где они приклеиваются и подвешиваются вверх головой к стеблям растений, среди которых проходило развитие икры. Развитие личинок, находящихся в подвешенном состоянии и, следовательно, удаленных от дна, протекает в более благоприятных условиях (Лесникова, 2010; Субботина, 2012).

В пруд биологической очистки в последнюю ступень были высажены 1 самка и 3 самца. Самцы были 2 - 3 летнего возраста, самка 4-х лет. Перед высадкой производителей в пруды с профилактической целью их выдержали в 5% растворе поваренной соли в течение 5 минут.

Икрометание произошло при прогреве воды в пруду до 10^0С, в последних числах апреля накануне майских праздников. Щука отложила икру приблизительно на глубине 0,4м на участке со свежезалитой и прошлогодней растительность, самцы оплодотворили икру и вместе с самками были выловлены из пруда (во избежание каннибализма и распространения болезней).

Оплодотворённые икринки первоначально прилипли к свежезалитой и прошлогодней растительности, но через некоторое время упали на грунт, где и продолжали развиваться.

Развитие икры длилось 10 дней, выклев эмбрионов произошёл через 12 - 13 сутки. На 8 - 10 день после рассасывания желточного мешка щурята в водоёме перешли вначале на смешанное питание, а затем начали питаться мелкими формами зоопланктона. По истечению трёх недель мальки подросли и были выловлены. Выживаемость личинок была не очень высокая. Сказались перепады температур в ночное время. Выживаемость личинок после выклева и перехода на смешанное питание составило 51%, со средней массой 1,2 г. Вылов личинок щуки производили по водосброс, вылавливали,

в рыбоуловителе из хамсаросовой дели, который был установлен за лежаком водосброса с помощью сачков. Затем проводили просчёт количества выловленных мальков, в определённом объёме (для уточнения средней массы подрощенной молоди) Позже личинок помещали в 40-а литровый молочный бак и отвозили к местам выпуска.

Более подробно о биологии и особенностях выращивания щуки можно ознакомится в работах: «Технология выращивания молоди щуки» и в научном труде» «Технология выращивания молоди щуки в рыбоводно-биологических прудах» (Субботина, 2012; Субботина, 2022; Субботина, 2024).

Вылов личинок щуки производили из рыбоуловителя, изготовленного из капронового сита № 10 - 12, который установили за лежаком водоспуска. Личинки имеют тенденцию скапливаться на притоке. Это свойство мы использовал при отлове: с помощью желоба создали струю свежей воды, и сачком отлавливали личинок.

Выдерживание и подращивание личинок щуки. Выдерживание личинок щуки осуществляется в прямоточных лотках (приложение 1 рис. 9) и круглых бассейнах (рис.46), эмалированных ванных и в инкубационных аппаратах калифорнийского типа.

Но где бы, ни выдерживались личинки, важно помнить, чтобы поплыть личинка должна заполнить плавательный пузырь воздухом. Поэтому уровень воды в лотке не держится на уровне 20 см. Оптимальной температурой для подращивания личинок считается 12 - 15°С (Лесникова, 2010; Субботина, и др. Унифицированная технология, 2015; Субботина, 2011; Субботина, 2012; Субботина, 2022).

В ёмкости, где выдерживаются личинки, устанавливаются вертикальные перегородки из мельничного газа, к которым личинкиподвешиваются. Вместо мельничного газа можно подвешивать ветки

можжевельника или лапника. На площади 1 м^2 выдерживается не более 60 ты тыс. личинок, при расходе воды 1,5 л/мин.

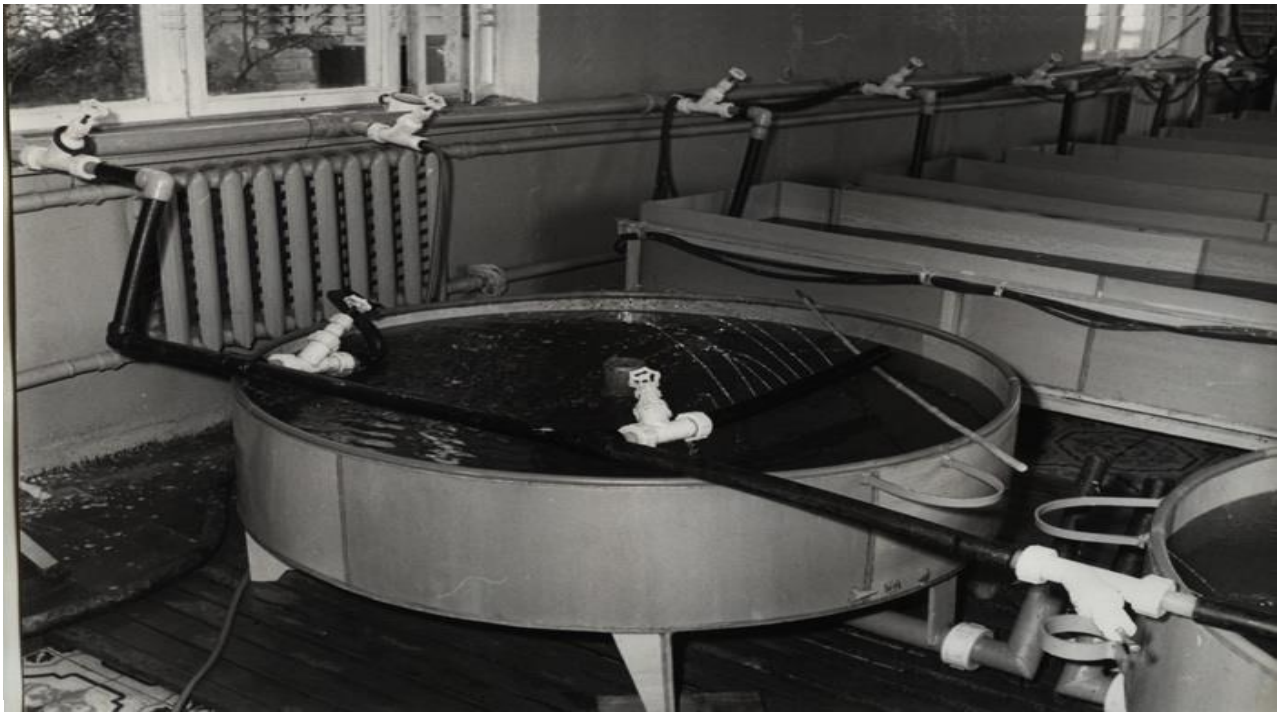


Рисунок 46 – Подращивание личинок щуки в круглых бассейнах

В каждом случае их необходимо рассредоточить пером. При выпуске личинок в ёмкость для выдерживания необходимо не допускать попадания туда оболочек от икринок, их рекомендуется извлекать с помощью сифона. Таким же образом осторожно ежедневно удаляют осадок со дна, стараясь не тревожить личинок.

В состоянии покоя личинки проводят от 5 до 13 суток (в зависимости от температуры воды), после чего принимают горизонтальное положение, начинают плавать в толще воды и активно питаться. Желточный мешок при этом у них ещё не резорбируется. При температуре воды 13 - 15°С полная резорбция желточного мешка происходит уже через 8 суток. К этому времени необходимо выпускать личинок в водоёмы или рассаживать, иначе они будут поедать друг друга. Питаются личинки главным образом кладоцерами; врагами их являются лягушки и водные насекомые. Ещё через

8 дней наступает стадия малька, развитие которого длится 20 дней. В возрасте 40 - 45 дней каннибализм мальков усиливается. Для подкормки щуки целесообразно, как показал опыт югославских рыбоводов, ежегодно вносить в воду планктон из расчёта 2 л на 100 тыс. личинок или 3 л на 50 тыс. мальков, хороший результат был получен авторами данной технологии при подкормке мальков не только живой артемией, но и декапсулированными яйцами (Мартинсян, 1985; Субботина, 2011; Субботина,и др., Унифицированная технология, 2015; Субботина, 1922; Субботина, 2024).

Для борьбы с сапролегнией у личинок используют, как правило, малахитовый зелёный с концентрацией раствора 1:100000. перед внесением данного раствора проточность в лотках устраняют. Через 30 секунд, после того как внесли раствор малахитового зелёного в лоток, проточность увеличивают для того, чтобы полностью вымыть малахитовый зелёный (Анпилова, Понеделко, 1970; Лесникова, 2010; Субботина, 2012; Субботина, 2011; Субботина, 2022; Субботина, 2024).

Поплывших личинок выпускают в естественные водоемы, иногда подращивают. В этом случае их обязательно надо подкармливать науплиями артемии или зоопланктоном, который отлавливают в водоеме или же разводят специально. Подкармливают личинок щуки 2 раза в день: утром и вечером. В первую половину недели им дают 250 - 300 г зоопланктона на каждые 100 тыс. личинок в сутки, а в дальнейшем его количество постепенно увеличивают до 600 г. Подкармливание артемией (декапсулированными яйцами) производят через два часа, с ночным перерывом 8 часов (Анпилова, Понеделко, 1970; Лесникова, 2010; Субботина, 2012; Субботина, 2011; Субботина, 2022; Субботина, 2024).

Личинок щуки можно подращивать в бассейнах различных конструкций. В инкубационном цехе РСБ «Бисерово" хорошие результаты выращивания нами получены в круглых бассейнах (приложение рис. 5.),

использовались также и прямоугольных размером 5•2,5•1(м). Водоснабжение этих бассейнов осуществляется самотеком из озера по трубопроводу. Система отцеживания вытекающей из бассейна воды позволяет достичь высокой концентрации в нем планктона, полностью обеспечивающей потребность мальков на первых днях выращивания. При необходимом для этого расходе воды (до 12 л/сек) следует учитывать, что сильное течение может прижать личинок к сеткам и вызвать их гибель. Во избежание этого бассейны разделены по длине на три отсека – два боковых, где содержатся мальки и средний (канал, образованный двумя парами бетонных стенок с окнами), по которому из озера поступает вода. Значительная скорость течения создаётся только в среднем отсеке; в боковых отсеках она относительно невелика. Окна во внутренних стенках среднего отсека затянуты густой металлической сеткой, не пропускающей крупные формы зоопланктона, а в наружных стенках – сеткой с ячеёй, не пропускающих мальков щуки. Концентрация копепод в бассейне достигает 1000 экз./л, а у освещённых солнцем стенок – 15000 экз./л (Анпилова, Понеделко, 1970; Лесникова, 2010; Субботина, 2012; Субботина, 2011; Субботина, 2022).

Очень хорошие результаты были получены при подращивании щурят в последней ступени рыбоводно-биологических прудов. Фактически малек щуки за три недели достиг массы 1,0 - 1,2 грамма. Пруд был обловлен, мальки помещены в молочные 40 литровые бидоны и выпущены в деревенские пруды и реку Моча (Субботина, Терёшина, 1990; Субботина и др., Унифицированная технология, 2015; Субботина, 2022).

Малек щуки длиной 22 мм потребляет около 600 копепод в день. Для того чтобы прокормить 60 тыс. мальков необходимо ежедневно 36 млн. копепод, т.е. при проточности воды 10 - 12 л/сек в литре поступающей в бассейн воды должно содержаться не менее 40 копепод. Слишком высокая концентрация копепод может оказаться одной из причин отхода мальков.

Быстрый спуск воды в бассейнах обычно ликвидирует эту опасность. Перед посадкой личинок выдерживают в 1%-ом растворе поваренной соли. В период выращивания для профилактики сапролегнии используют малахитовый зеленый в концентрации 1:100000 при длительной экспозиции 15-30 сек. В одном из таких бассейнов подращивали 40 тыс. мальков. Подращивание длилось 16 дней. За это время мальки достигли длины 2,5 см. Отход составил 8%. Более удобны прямоточные бассейны размером 10 •2,5• 0,6 м (Лесникова 2010; Субботина, 2011; Субботина, 2012; Субботина и др., Унифицированная технология, 2015; Субботина, 2022).

В Австрии выращивают мальков щуки в бетонных садках размером 10х1х0,4 м. При плотности посадки 10 тыс.экз. выход составляет 50%.

К искусственному кормлению прибегают в тех случаях, когда подращивание личинок по какой-либо причине необходимо продлить, например, когда часть личинок уже перешла на смешанное питание и ведет активный образ жизни, другие же личинки находятся в подвешенном состоянии (Лесникова 2010; Гамыгин, 1987; Самохвалова, 1971; Субботина, 2011; Субботина Ю.М., 2012; Субботина, монография, 2012; Субботина, 2022).

Для получения молоди ремонта щуки применяется инкубация икры в нерестовых прудах. Нерест осуществляют в нерестовых прудах. Данный метод является менее эффективным, так как в этом случае развивающаяся икра и личинки могут быть подвержены различным негативным воздействиям, что отражается на общем выходе предличинок. Но, тем не менее, молодь, полученная таким, способом более жизнестойка и если отсутствуют инкубационные цеха данный метод приемлем (Лесникова 2010; Субботина и др., Унифицированная технология, 2015; Субботина, 2011; Субботина, 2012; Субботина, 2022; Субботина, 2024).

Высокий выход личинок достигается при вылове их из прудов на третий день после того, как они начнут плавать. Низкий выход личинок

бывает при передержке их в прудах, когда они при переходе к свободному образу жизни не находят пищи в прудах. Очень важно помнить, что при переходе к активному питанию основу пищи личинок щуки составляют мелкие циклопы (с науплиальной стадии развития), босмины, молодь дафнии, хидорусы, диатомовые водоросли. По мере роста личинки переходят к питанию более крупными организмами: диаптомусами, циклопами, дафнией, полицефалусами и личинками хиронмид (Лесникова, 2010; Бодни 1976; Брег, 1983; Субботина, 2011; Субботина, монография, 2012; Субботина Ю.М., 2022; Субботина, 2024).

В возрасте 20 дней личинки щуки могут питаться молодью рыб, личинками насекомых, ручейников. Питается молодь щуки преимущественно в светлое время суток, наиболее интенсивно в утренние и вечерние *часы*. Оптимальной температурой для питания считается 17-19°C. Для обеспечения молоди щуки пищей в рыбоводно-биологическом пруду, для увеличения выхода молоди щуки, необходимо отгородить часть пруда мелкоячейной сеткой и пустить туда 10 - 12 половозрелых окуней или внести на субстрате икру плотвы (приложения рис. 6). Выклеив личинок происходит в течением 2-3 дней, Мальки окуня и плотвы появятся несколько позже и станут пищей для молоди щуки Общий вид подрощенной личинки щуки представлен на рисунке 39 (Лесникова, 2010; Бодниек 1976; Филатов, 1971; Бубинас., 1976; Брег, 1983; Субботина, 2011; Субботина, монография, 2012; Субботина Ю.М., 2022; Субботина, 2024).

Личинок щуки уже на 15-й день пересаживают в озера, или обычные деревенские пруды, в которых мальки щуки находят естественную пищу в достаточном количестве (Лесникова, 2010; Субботина, 2011; Субботина, монография, 2012; Субботина, 2022).

Величина продукции в прудах зависит от средней величины ихтиофауны сорных рыб, которые имеются в пруду: эта средняя величина определяется по показателям годовых уловов предыдущих лет.

Предположим, что средний годовой улов сорной рыбы составляет 45 кг/га. Кормовой коэффициент щуки на первом году жизни равен 3. Разделив 45 на 3, имеем искомую величину ожидаемой продукции щуки. Средний вес товарных сеголетков обычно составляет 300 г.

Рисунок 47 — Выпуск личинок щуки в естественный водоем

Возврат сеголетков от посадки личинок в нашем производственном эксперименте составил:

1) неподрощенными, перешедшими к активному образу жизни - 20-25%;

2) подрощенными в течение недели – 40 - 50% подрощенными в течение двух недель – 60 - 70% м (Субботина и др., Унифицированная технология, 2015; Субботина, Кудрявцева, 2018; Субботина, 2022; Субботина, 2024).

Рисунок 48 – Подрощенная личинка щуки

В целях систематического наблюдения за ростом молоди и составом пищи рекомендуется ежемесячно проводить контрольные обловы. Полученные данные фиксируются в таблице (Лесникова Е.Н., 2010; Субботина, 2012; Субботина и др., Унифицированная технология, 2015 Субботина, 2022).

Зимовка производителей щуки в прудовых хозяйствах. Содержание производителей щуки и товарной рыбы в зимний период рекомендуется проводить в зимовальных, карповых прудах (желательно без карпа). Для нормального созревания половых продуктов производителей необходимо подкармливать сорной рыбой (плотвой, карасём, линем, мелким карпом), можно использовать для пищи щуки и хищных рыб: окуня и ерша, но их щука поедает менее охотно. Кормовую рыбу подсаживают осенью из расчета 1 - 2 кг рыбы на 1 кг веса производителей. Плотность посадки производителей и товарной щуки в зимовальные пруды может быть принята такая же, как и для карпа данной зоны.

Учёт и транспортировка личинок щуки. Перед отправкой к месту зарыбления личинок учитывают. Наиболее точен поштучный учет, однако он требует больших затрат времени и труда. Наиболее быстрый и удобный метод учета заключается в следующем, в белый эмалированный таз - эталон с водой отсчитывают 3 - 5 тыс. личинок, в зависимости от его ёмкости.

Рисунок 49 - Учет личинок щуки – эталон

В другие такие же по размерам тазы личинок подсаживают без счета до тех пор, пока концентрация их визуально не сравняется с таковой в тазу эталоне. Лучше, когда это делает один и тот же человек. Из тазов личинок пересаживают в ёмкости, предназначенные для их транспортировки. В процессе работы выборочно (в отдельных тазах) производят контрольные просчеты (поштучно), по которым определяют величины ошибок визуального учета (рис. 49). На основании этих величин выводят среднюю ошибку, по которой вносят поправку в окончательный расчёт.

Перевозку личинок щуки удобно осуществлять в полиэтиленовых двойных пакетах. Пакет заполняют 1 ведром воды, заливают из тазика личинку щуки, а затем наполняют мешок кислородом. Пакеты упаковывают в коробку и обматывают шпагатом. В случае необходимости в коробку

закладывают кусочки льда. При температуре 12 - 15°С плотность посадки личинок – 2 тыс. экз/л воды. Длительность перевозки до 15 часов, при более низкой температуре она увеличивается. На месте пакеты опускают в водоём для выравнивания температуры воды, после выравнивания температуры, личинок помещают в ведро или эмалированный таз и зарыбляют водоём.

Рисунок 50 – Транспортировка личинок щук в водоём

На короткие расстояния личинок можно перевозить в ванночках, ведах и в молочных бидонах. При температуре 12 - 15°С – до 15 тыс. личинок (рис. 49).

Плотность посадки 2 тысячи. Длительные перевозки более двух часов осуществляют в полиэтиленовых пакетах с кислородом. Плотность посадки 8 - 10 т. Перевозка специализированным транспортом (объем цистерны – 3 м ^{3}) – 5 тыс. штук.

5 Анализ эколого-экономческой эффективности от внедрения сооружений естественно-биологической очистки сточных вод в рыбоводно-биологических прудах и преспектвность их использования

В данной подразделе мы рассмотрим на проблему экономической эффективности от внедрения сооружений естественной биологической очистки для очистки сточных вод различного генезиса. Для этого проведём сравнение и выбор вариантов проектных решений по выявлению минимума затрат.

Приведённые затраты представляют собой сумму годовых эксплуатационных затрат, отнесённых к годовой размерности капитальных вложений в строительство соответствующих объектов (Инструкция по определению экономической эффективности, 1978,1979; Субботина, Кисилёва, 2011; Субботина, монография, 2012; Субботина, Эколого-экономический менеджмент.., 2013).

Приведённые затраты по каждому рассматриваемому варианту определяются по формуле:

$П= С + Е_н • К,$

где С – эксплуатационные затраты по данному варианту;

$Е_н$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, который принимается по хозяйству не ниже 0,23;

К – капитальные вложения в строительство объектов

По отдельным отраслям хозяйства нормативный коэффициент установлен с отклонениями от этой величины. При отсутствии специальных указаний генпроектировщика для систем канализации следует принимать Ен=0,12, что соответствует сроку окупаемости дополнительных капитальных вложений 8,33 года. Для объектов, выполняемых на основе новой техники, изобретений или рационализаторских предложений следует руководствоваться «Инструкцией по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и

рациональных предложений» (СН 509-78), при этом нормативный коэффициент эффективности принимается равным-0,15 независимо от отрасли народного хозяйства. Для дальнейших расчетов принимаем Ен=0,15. По выполненному на основе оптимального варианта проекту канализации должны быть представлены следующие технико-экономические показатели: капитальные вложения, тыс.руб.; удельные капитальные вложения (на I $м^3$ суточной производительности); годовые эксплуатационные расходы в целом по объекту, основным узлам сооружений, коллекторам и сетям; стоимость отвода и очистки I $м^3$ сточных вод (Инструкция по определению экономической эффективности, 1978,1979; Субботина, Кисилёва, 2011; Субботина Ю.М., монография, 2012; Субботина, Эколого-экономический менеджмент.., 2013).

Расчет годового экономического эффекта от внедрения новой технологии определяется как разность приведённых затрат вариантов:

$Э= (П_1 - П_2) \cdot А,$

где $П_1$ и $П_2$ -приведенные затраты по вариантам;

А- годовой объем сточных вод.

При расчете экономической эффективности от внедрения сооружений естественной биологической очистки будем рассматривать:

1-й вариант - существующая технология искусственной подготовки сточных вод (с включением в себя аэротенков);

2 вариант - внедрение БОКС прудов по подготовке сточных вод путем естественной биологической очистки (Инструкция по определению экономической эффективности, 1978, 1979; Субботина, Кисилёва, 2011; Субботина Ю.М., монография, 2012; Субботина, Эколого-экономический менеджмент.., 2013).

Известно, что сточные воды, прошедшие аэротенки, не освобождаются от яиц гельминтов, содержат патогенную микрофлору. Применение же для обеззараживания сточной жидкости хлора не всегда приемлемо из-за его

отрицательного влияния на здоровье человека. Сооружения нуждаются в высококвалифицированных кадрах, а в условиях сельской местности и небольших населённых пунктов, это обеспечить крайне сложно.

Таблица 68 - Некоторые технико-экономические показатели высоконагружаемых контактных биопрудов производительностью 400 м^3/сут в сравнении с сооружениями искусственной биологической очисткой

п/п	Тип сооружения	Капзатраты тыс.руб.	Годовые эксплуатационные издержки, руб.	Себестоимость, коп/м^3
	1	2	3	4
1.	Капельные биофильтры	118,6	16352	11,2
2.	Башенные биофильтры	68,6	10512	7,1
3	Биофильтры с пластмассовой загрузкой	57,4	8906	6,1
4.	Аэротенки продленной аэрации	60,2	7300	5,0
5.	ЦОК	60,0	7740	5,3
6.	Высоконагружаемые контактные биопруды	37,8	4380	3,0-4,0

В силу специфики малой канализации, именно, неравномерности поступления сточных вод в течение суток, а также отдельных циклических периодов работы, режим работы очистных сооружений может быть весьма напряжённым, что нередко приводит к гибели биоценозов и, как следствие, выходу сооружений на длительное время из строя. В силу этого подготовка сточных вод малой канализации искусственными методами на сегодняшний день не оправдывает (Инструкция по определению экономической эффективности, 1978,1979; Субботина, Кисилёва, 2011; Субботина Ю.М., монография, 2012; Субботина, Эколого-экономический менеджмент.., 2013).

Стоимость подготовки 1 м^3 сточных вод на сооружениях естественной биологической очистки колеблется в пределах от 3,0 до 4,0 коп, (в ценах 1990

г) что в 2-3 раза меньше по сравнению с сооружениями искусственной биологической очистки (табл. 68).

Рассмотрим примеры расчётов экономической эффективности от внедрения естественных методов очистки сточных вод (внедрения БОКС прудов) на очистных сооружениях с искусственной подготовкой сточных вод, которые представлены в таблицах 68,69,70,71,72,73,77.

Мощность очистных сооружений в г. Газли Бухарской области составляет 8 тыс/сут (2920000м^3 /год).

Экономический эффект от внедрения БОКС прудов на очистных сооружениях г. Газли Бухарской области согласно расчетам составит:

Э = [(0,016 + 0,15 • 0,0304) - (0,008 + 0,15 • 0,0148)] • 2920000=30192,8

Таблица 69 - Сравнительная стоимость БОКС прудов с другим оборудованием заменяющим аэротенки (Субботина, Кисилёва, 2011; Субботина, Эколого-экономический менеджмент.., 2013)

Вид сооружений	**Стоимость тыс.руб**	**Вид сооружений**	**Стоимость тыс. руб.**
1	**2**	**3**	**4**
Бокс пруды	225,0		
Коммуникации	208, 630		
		Аэротенки	210,000
		Воздуховодка	300,000
		Хлораторная	100,000
		Вторич.отстойник	100,000
		Пруд накопитель	78,000
		Коммуникации	1000000
ИТОГО	433,630		888,000

Состав существующих очистных сооружений: решетки, песколовки, первичные отстойники, аэротенки, аэробный минерализатор, вторичные отстойники, контактный резервуар, иловые площадки (Инструкция по определению экономической эффективности, 1978,1979; Субботина,

Кисилёва, 2011; Субботина Ю.М., монография, 2012; Субботина, Эколого-экономический менеджмент.., 2013).

При определении годового экономического эффекта сравнивались БОКС пруды, заменяющие аэротенки со всеми подсобным хозяйством и оборудованием

Таблица 70 - Исходные данные для расчета годового экономического эффекта

п/п	**Наименование показателей**	**Базовый вариант (аэротенки)**	**Новый вариант (БОКС пруды)**
1	**2**	**3**	**4**
1.	Годовой расход СВ, $м^3$/год	2920000	2920000
2.	Капитальные вложения, тыс.руб	888,000	433,630
3.	Удельные капвложения, коп/ $м^3$	3,04	1,48
4.	Себестоимость очистки 1 $м^3$ СВ, коп	1,6	0,8

2. В г. Бухаре БОКС пруды рассчитаны на расход городских сточных вод тыс. $м^3$/сут (21900000 $м^3$/год). Поскольку на объекте (г. Бухара) построены типовые сооружения для очистки стоков, то расчёт капитальных затрат на их строительство аналогичен расчётам очистных сооружений в г. Газли Бухарской области (см. табл.71).

Экономический эффект от внедрения БОКС прудов составляет:

Э = (0,022+ 0,15 • 0,0405) – (0,015 + 0,15 • 0, 0198) • 21900000= 219000 руб

3. Рассмотрим экономический эффект от внедрения БОКС прудов на Ферганской птицефабрике № 3 (см. табл.71).

В качестве базового варианта использована схема очистки сточных вод, состоящая из:

а) механической очистки на решетках-дробилках, в горизонтальных песколовках, первичном отстойнике и преаэраторе;

б) биологической очистки в аэротенке и вторичном отстойнике;

в) доочистки сточных вод в биологических прудах и дезинфекция их путем хлорирования;

г) сооружений для обработки осадка, состоящих из камеры дегельминтации сырого осадка и избыточного ила, анаэробного стабилизатора. Производительность очистных сооружений составляет 647145 тыс.м^3 /год или 1773 м^3/сут (Субботина, Кисилёва, 2011; Субботина, Эколого-экономический менеджмент.., 2013)

Экономический эффект рассчитывается по приведённым затратам сравниваемых вариантов. Расчёт производился на основании положения "Инструкция по определению экономической эффективности использования новой техники, изобретений и рационализаторских предложений" (Инструкция по определению экономической эффективности, 1978; Субботина , Эколого-экономический менеджмент.., 2013).

4. Рассмотрим годовой экономический эффект внедрённой в пос. Новотарманский Тюменской области системы "БОКС пруды + зимний депонент". Производительность сооружений 600 - 2200 м^3/сут.

За базу сравнения принимаем сооружения искусственной биологической очистки (с исходной концентрацией сточных вод - 200 мг/л по $БПК_{20}$ и степенью очистки - 15 мг/л).

Э = (0,15 • 642,59 + 128,5) 6- (0,15 • 237,2 + 4 27,4) = 242,9 - 83,0 = 141,9 тыс.руб.

Стоимости сооружений механической очистки для базового и нового вариантов принимались идентичные: типовые проекты приёмной камеры, песколовки и отстойника соответственно 902-2-151, 902-2-212, 902-2-9.

Капитальные затраты по сооружениям искусственной биологической очистки и БОКС прудам приняты согласно фактическим затратам.

Эксплуатационные затраты базового варианта приняты в размере 20% от капитальных затрат (Субботина, 2011; Субботина, Эколого-экономический менеджмент.., 2013).

Таблица 71 - Экономический эффект от внедрения БОКС прудов на очистных сооружениях.

п/п	Наименование показателей	Базовый вариант (аэротенки)	Новый вариант (БОКС пруды)
1	2	3	4
1.	Годовой расход млн. $м^3$	21,9	21,9
2.	Капитальные вложения, тыс. руб	888,000	433,630
3.	Удельные капвложения, коп/ $м^3$	4,05	1,98
4.	Себестоимость очистки 1 $м^3$ руб.	0,022	0,015

Согласно указанным методикам, объектом технико-экономического сравнения может быть любая станция биологической очистки равной производительности, работающая по традиционной или новой технологии очистки.

Основные технико-экономические показатели в расчётах принимаются на основании типовых проектов, материалов научно-исследовательских и проектных институтов, анализа нормативных документов. Годовой экономический эффект определяется по разности приведенных затрат базового и нового вариантов:

Э= (178138 + 0,15 • 890690) - (6824 + 0,12 • 346960) = 263282 руб.

Таким образом, при подготовке сточных вод малой канализации применение сооружений естественной биологической очистки сточных вод (БОКС пруды) имеет ряд преимуществ по сравнению с сооружениями искусственной биологической очистки.

Таблица 72 - Исходные данные для расчёта годового экономического эффекта.

п/п	Наименование показателей	Базовый вариант (аэротенки)	Новый вариант (БОКС пруды)
1.	Объем сточных вод, $м^3$ /сут	1773,0	1466,0
2.	Производительность ОС, $м^3$ /сут	1773,0	1773,0
3.	Капитальные затраты тыс.руб.	642,59	237,2
4.	Эксплуатационные затраты, тыс.руб.	128,5	47,4
5.	Приведённые затраты, тыс.руб.	224,9	83,0

Рассмотрим пример расчёта экономической эффективности очистки концентрированных сточных вод (стоков свинокомплексов) в рыбоводно-биологических прудах (табл. 70,71). В состав очистных сооружений входят: насосная станция подачи стоков на обработку, цех обезвоживания, каскад биологических и рыбоводных прудов, хлораторная с контактными резервуарами и станция перекачки очищенных стоков (Инструкция по определению экономической эффективности, 1978, 1979; Субботина, Кисилёва, 2011; Субботина, Эколого-экономический менеджмент.., 2013).

Таблица 73 - Исходные данные для расчёта годовой экономической эффективности.

п/п	Наименование показателей	Базовый вариант (аэротенки)	Новый вариант (БОКС пруды)
1	Производительность ОС, $м^3$ /сут	2200	2200
2	Капитальные затраты тыс.руб.	890,69	346,96
3.	Эксплуатационные затраты, тыс.руб.	178,14	6,82
4.	Приведенные затраты, тыс.руб.	311,74	49,46

Стоки, очищенные в рыбоводно-биологических прудах от 2200 до 4 мг/л по $БПК_5$, хлорируются и используются на земледельческих полях орошения, в оборотной системе водоснабжения комплексов или сбрасываются в естественные водоёмы (табл. 73).

Таким образом, мы видим, что экономически более выгодна очистка высококонцентрированных сточных вод в сооружениях естественной

биологической очистки, то есть в рыбоводно-биологических прудах и их модификациях. В ходе приведённых исследованиях было выявлено, что применение сооружений естественной биологической очистки (биологические пруды и их модификации) имеют ряд преимуществ, включая и экономические, по сравнению с сооружениями искусственной биологической очистки (Инструкция по определению экономической эффективности, 1978, 1979; Субботина, Кисилёва, 2011; Субботина, Эколого-экономический менеджмент..., 2013).

Таблица 74 - Экономические показатели переработки стоков свиноводческого комплекса в рыбоводно-биологических прудах.

п/п	Наименование показателей	Мощность комплексов, тыс. голов (тыс.шт)			
		12	24	54	108
	1	2	3	4	5
1.	Капвложения, тыс.руб.	514,0	654,109	1190,46	2253,81
2.	Эксплуатационные расходы, тыс.руб.,	72,03	125,5	230,176	436,17
3.	Стоимость дополнительной прод. рыбы, тыс.руб.	8,73	17,46	34,92	69,84
4.	Приведенные затраты, руб/м^3	0,84	0,69	0,64	0,56

Анализ экономической эффективности от внедрения сооружений естественной биологической очистки для очистки сточных вод различного генезиса на примерах разных предприятий показал, что применение сооружений естественной биологической очистки (биологические пруды и их модификации) имеют ряд преимуществ, включая и экономические, по сравнению с сооружениями искусственной биологической очистки. Что также стимулирует к созданию сооружений естественной биологической очистки там, где это возможно (Субботина, Кисилёва, 2011; Субботина, Эколого-экономический менеджмент..., 2013).

Таблица 75 - Сводные технико-экономические показатели системы очистки стоков в рыбоводно-биологических прудах.

п/п	Наименование показателей	Мощность комплексов, тыс. голов (тыс.шт)			
		108	54	24	12
	1	2	3	4	5
1.	Выход стоков, $м^3$ год	939500	423000	213890	108945
2.	Капвложения, тыс. руб.	2253	1162,86	594,9	348,3
3.	Экспл. расходы, тыс. руб/год	436,17	230,17	125,5	72,03
4.	Стоимость доп. продукции, тыс. руб.	250,39	129,99	67,18	32,40
5.	ВСЕГО				
а)	в т.ч. рыбы	69,84	34,92	17,45	8,74
б)	удобрений	154,2	81,90	46,80	22,20
в)	воды	26,35	13,18	2,928	1,464
6.	Приведенные затраты, тыс. руб/$м^3$	523,7	274,5	47,5	91,8
7.	Стоимость очистки, руб/ $м^3$	0,21	0,25	0,38	0,38

Таким образом, экологический менеджмент, с одной стороны, обеспечивает право всех граждан на благоприятную среду с точки зрения презумпции, экологической опасности любого вида деятельности. С другой стороны, экологический менеджмент базируется на рассмотренных ранее конкретизированных методологиях экологического мониторинга водоёмов гидроагроценоза и экологического аудита природно-техногенных систем. Даёт научно обоснованный подход к решению определённых, зачастую спорных вопросов экономических, экологических и в какой-то мере и социальных проблем и обеспечивает защиту интересов всех водопользователей (Юсупов, Кисилёва, 1991; Субботина, Кисилёва, 2011; Субботина, монография, 2012; Субботина, Эколого-экономический менеджмент.., 2013; Субботина, 2013).

Рекомендации по оптимизации эффективности очистки сточных вод различного генезиса компонентам водной экосистемы. Для оптимизации эффективности очистки сточных вод различного генезиса можно рекомендовать схему, позволяющую определить нужную модель построения очистных:

1. Прежде всего, необходимо чётко представлять какие конкретно сточные воды будут попадать на очистные сооружения. Как было выяснено, методы очистки определяются именно составом сточных вод. Применение тех или иных установок обуславливается наличием определённых загрязнителей, будь то химические примеси и растворы промышленных предприятий или песок и твёрдые отходы от бытовых сточных вод (Субботина, Терешина 1990; Субботина, Кулева, 2017; Кудрявцева, Субботина, 2018).

2. Следующий этап - определение или расчёт количества сточных вод. Для разного объёма поступающих стоков существуют и различные по мощности установки очистки. Так, небольшой дачный посёлок вполне может довольствоваться небольшим каскадом прудов естественной биологической очистки с предшествующим этапом механической очистки. В то же время для крупного мегаполиса данная схема будет совершенно неприменима.

3. Важным моментом является комбинирование методов очистки. Часто эффективнее использовать ступенчатую структуру, включающую в себя и механическую и биологическую и элементы физико-химической защиты.

4. Согласно предлагаемой технологии основными объектами для разведения в рыбоводно-биологических прудах следует считать: карпа, карася, карпокарася, толстолобика и его гибридов, а также выращивание молоди щуки.

5. В отличие от существующей схемы очистки нами было предложено использовать биоинженерные сооружения типа биоплато или ботанической

площадки с высшей водной растительностью, тростником, рогозом или многолетними травами. Принцип их действия заключается в том, что макрофиты извлекают из недостаточно очищенной сточной жидкости органические высокопитательные вещества (Субботина, Терешина, 1990; Кудрявцева, Субботина, 2018).

6. Эксплуатацией унифицированных рыбоводно-биологических прудов, как мы видим можно решить несколько проблем: очистить сточную воду, обеззаразить её и сократить дефицит посадочного материала, тем самым значительно уменьшить себестоимость очистки 1 $м^3$ сточной жидкости. Как показали расчёты и практический опыт, на рыбоводно-биологических прудах свиноводческого хозяйства на 12 тыс. голов можно производить до 0,5 млн. сеголеток карпа за сезон. Такого количества достаточно для зарыбления 200 га нагульных прудов и получения на них до 2000 ц товарной рыбы год (Субботина, Терёшина, 1990; Кудрявцева, Субботина, 2018).

7. По оценке большинства специалистов, работающих в области очистки и обеззараживания сточных вод, рыбоводно-биологические пруды на сегодняшний момент являются уникальными сооружениями естественной биологической очистки. Степень очистки при использовании данной технологии в отечественной практике не достигнута ни на одном сооружении искусственной биологической очистки (Субботина, Терёшина, 1990; Кудрявцева, Субботина,1993; Субботина, 2018; Субботина, 2022; Субботина, 2024).

8. Наиболее полное использование энергии навозных стоков обеспечивается в системе рыбоводно-биологических прудов. Выдерживание строго определённого объёма стоков в течение заданного времени под воздействием плюсовых температур и солнечной радиации способствует обильному развитию биомассы гидробионтов в каждой ступени каскада рыбоводно-биологических прудов, максимуму обмена веществ и энергии

отдельными видами ценоза. Как показали расчеты и экспериментальные исследования по выходу питательных веществ, а именно, протеина, гидроэкосистема биологических прудов эффективнее сельскохозяйственной агроэкосистемы. При уровне 50 ц/га зерновые культуры дают порядка 5 ц протеина. Система рыбоводно-биологических прудов, как следует из ряда публикаций, даёт более 1 ц протеина (Субботина, Терёшина, 1990; Кудрявцева, Субботина,1993; Смирнова и др, 2006; Крылов, 2007; Субботина, 2018; Субботина, 202, Субботина, 2024).

9. Необходимо также рассматривать процесс с точки зрения экономии водных ресурсов. Если процесс, возможно, поставить на систему полного или частичного оборотного водопользования, это конечно, просто необходимо делать. Тут хочется отметить, что подобные процессы должны регулироваться государством путём экономического стимулирования в виде снижения налогов или льгот на поставку оборудования, нормативно-правовыми актами и ответственностью, наступающей за их неисполнение. Сюда же следует добавить и повышение экологической грамотности населения, так как большинство предпринимателей даже не задумываются о возможности снизить неблагоприятное воздействие на окружающую среду.

10. Последняя, но не менее важная рекомендация – рассчитывать экономическую эффективность от внедрения различных сооружений очистки. Как видно на примерах часто сооружения естественной биологической очистки оказываются более эффективными и менее затратными. Следовательно, такие структуры по очистке сточных вод необходимо внедрять там, где это позволяют климатические, ландшафтные и нагрузочные условия.

Рассмотрев конкретные примеры систем очистки сточных водразличного генезиса естественными биоценозами, их современное состояние и оценив эколого-биологическую эффективность очистки, были

предложены рекомендации по оптимизации эффективности очистки сточных вод различного генезиса и сделаны выводы:

11. Ливневая канализация сточных вод - это сложная категория стоков, требующая многоступенчатой комплексной технологической системы очистки. В зависимости от предъявляемых требований, разработаны очистные сооружения ливневой канализации, использующие различные методы очистки нефтесодержащих сточных вод: механическая, физико-химическая и д.р., позволяющие эффективно обезвреживать сточные воды от вредных примесей. От выбора оптимального сочетания приведённых методов зависит качество и стоимость очистки ливневых стоков (Субботина, Коган, Особенности очистки сточных вод.., 2017; Субботина, 2022).

12. Для биохимического разложения таких трудноразлагаемых соединений, как диоксин, хлор - и металлоорганика, для удаления азота и фосфора из сточных вод, сбраживания осадка сточных возможно использовать микроорганизмы. Применение рекомбинантных ДНК для получения новых штаммов микроорганизмов даст возможность намного увеличить эффективность биологической очистки сточных вод.

13. В исключительных случаях, когда биологические очистные сооружения не могут обеспечить эффективную работу, например вследствие длительных перерывов в поступлении сточных вод, нестабильности энергоснабжения, присутствия в сточных водах соединений, токсичных для биоценозов, и ряд других можно использовать технологию, основанную на использовании энергии вращающегося электромагнитного поля высокой удельной концентрации. Следствием представленного процесса является возрастание в сотни и тысячи раз скоростей физико-химических процессов что, в конечном счёте, значительно увеличивает производительность технологических процессов протеина (Субботина, Терёшина, 1990; Смирнова, и др., 2006; Крылов, 2007; Субботина Ю.М., Смирнова, и др.,2015).

14. На примере Курьяновских очистных сооружений видно, что городские очистные работают довольно эффективно. Процесс очистки использует комбинированный метод, удачно сочетающий именно те этапы очистки, что необходимы для бытовых сточных вод. Приятным дополнением являются разработки новых проектов, повышающих эффективность станции, таких как: ТЭС, работающая на биогазе, сооружение установок для ультрафиолетового обеззараживания воды.

15. Проведённые экспериментальные работы в экспериментальном свиноводческом хозяйстве «Клёново-Чегодаево» наглядно показало, что эффективность очистки в рыбоводно-биологических прудах превышает эффективность очистки на очистных сооружениях в 2 и более раз, несмотря на то, что в биологические пруды поступают стоки с высоким содержанием высококонцентрированных органических веществ. Полученный результат подтверждает эффективность возведения рыбоводно-биологических прудов данной модификации и в других хозяйствах нашей страны (Субботина, Терёшина, 1990; Смирнова, и др., 2006; Крылов, 2007; Субботина Ю.М., Смирнова, и др., 2015; Субботина, 2024).

16. Анализ экономической эффективности от внедрения сооружений естественной биологической очистки для очистки сточных вод различного генезиса на примерах разных предприятий показал, что применение сооружений естественной биологической очистки (биологические пруды и их модификации) имеют ряд преимуществ, включая и экономические, по сравнению с сооружениями искусственной биологической очистки. Что также стимулирует к созданию сооружений естественной биологической очистки там, где это возможно (Субботина, Эколого-экономический менеджмент.., 2013; Субботина, Коган, 2017; Кудрявцева, Субботина, 2018).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования подтвердили способность альгологического комплекса микроводорослей очищать сточные воды различного генезиса, в ходе экспериментальных исследований разработаны и оценены способы очистки и детоксикации сточныой воды различного происхождения в рыбоводно-биологических прудах с помощью агрогидроценозов на биоинженерном сооружении типа «ботаническая площадка».

Применение агрогидроценозов на биоинженерных сооружениях типа «ботаническая площадка» позволило оптимизировать процессы очистки за счет создания контролируемой экосистемы, в которой микроводоросли, высшие водные растения и микроорганизмы взаимодействуют синергетически. Конструкция «ботанической площадки» обеспечивает эффективное распределение сточных вод, оптимальное освещение и аэрацию, что способствует активному росту и метаболизму микроводорослей и высшей водной растительности.

Исследования по очистке свиноводческих стоков выявили способность водных экосистем к нейтрализации токсичных веществ, таких как аммиак, сероводород и продукты разложения органических соединений. Компоненты водной экосистемы, включая микроводоросли, бактерии и зоопланктон, последовательно участвуют в деградации загрязнителей, обеспечивая глубокую очистку сточных вод и снижение их токсичности.

Внедрение разработанных технологий в производство позволил существенно снизить негативное воздействие сточных вод на окружающую среду, улучшить экологическое состояние водоемов и получить дополнительные ресурсы за счет использования биомассы микроводорослей. Исследования направлены на оптимизацию процессов очистки, повышение эффективности биоинженерных сооружений и расширение спектра

применения альгологических комплексов для очистки сточных вод различного генезиса.

В результате выполненных исследований были сделаны следующие выводы:

1. Научно обоснованы процессы очистки сточных вод различного генезиса в рыбоводно-биологических прудах и выращивание рыбопосадочного материала различного трофического уровня на очищенных животноводческих стоках.

2. Установлено, что процесс биологического обеззараживания стоков различного происхождения с помощью альголизации микроводорослями в производственных условиях, на 11 - 18 сутки с момента инокуляции стоков микроводорослями достигается отмирание бактерий E.Coli на 98,5 - 100% по сравнению с исходной сточной жидкостью. Биомасса микроводорослей увеличивается и на момент отмирания бактерий E.Coli в среднем на составляет 99%. Масса водорослей возрастала от 1,5 до 4,1 раза от первоначальное количества. При альголизации птицеводческих сточных вод, эффективность очистки по ХПК - колебалась от 60 - 96,7%, $БПК_5$, от 78,4 - до 96,7%, по азоту аммонийному от 35 до 96,4%, фосфору 40 до 68,8%. Таких результатов не возможно достичь не на одном сооружении искусственной очистки.

3. Установлена эффективность очистки свиноводческих стоков в рыбоводно-биологических прудах которая составила от 70 до 80% по ХПК, в то же время как на сооружениях искусственной очистки составляет всего 49 - 50%. по $БПК_5$ 70 - 75%, очистка по общему азоту 50 - 55% соответственно. в биологических прудах очистки 778,85, что в 2,5 раза превышает аналогичный показатель на сооружениях искусственной очистки по взвешенным веществам эффективность очистки на очистных сооружениях 55 - 60%, в то время как на рыбоводно-биологических рудах 75 - 90%.

4. Разработан и внедрен «Метод очистки животноводческих стоков в рыбоводно-биологических прудах с использованием поликультуры рыб». Произведена экологическая оценка очищенных сточных вод различного генезиса с помощью альгологического комплекса микроводорослей в лабораторных и производственных условиях.

5. Разработана и апробирована «Усовершенствованная технология выращивания объектов аквакультуры на биопрудах животноводческих комплексов».

6. Установлено, что рыба в рыбоводном пруду очистки производит мощное мелиоративное воздействие на экосистему рыбоводно-биологического пруда, за счёт выедания микроводорослей и зоопланктона, в результате чего мы получаем дополнительное увеличение продуктивности и снижение себестоимости очистки.

7. На основании проведенных экспериментов изучены, разработана и внедрена «Унифицированная технология выращивания рыбопосадочного материала различного трофического уровня в рыбоводно-биологических прудах на очищенных и обеззараженных животноводческих стоках». Разработана и апробирована «Технология выращивания молоди щуки в рыбоводно-биологических прудах очистки.

8. Определена экономическая эффективность очистки сточных вод в рыбоводно-биологических прудах очистки. Стоимость затрат на 200 $м^3$ стоков всего 363 тыс. рублей, на сооружениях искусственной биологической очистки затраты составляют 500 тыс. рублей, на полях орошения 620 тыс. рублей, при вывозе мобильным транспортом эти затраты, значительно выше и составляют 1980 тыс. рублей.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПРАКТИКИ

1. Разработаны тринадцать методических указаний, 13 практикумов, пять технологий, два изобретение и патент, написаны пять монографий, подготовлены ветеринарно-санитарные правила, разработана концепция интегрированной технологии, опубликовано 7 англоязычных изданий, 2 стати изданы в Scopus, 41 статья издана в журналах ВАК. В целом по теме диссертации написано 200 статей. Опубликованные труды используются студентами для лабораторных и практических работ и написания дипломов.

2. «Методические рекомендации по технологии выращивания рыбопосадочного материала в рыбоводно-биологических прудах, прошедших очистку и обеззараживание в системе биологических прудов и на площадке высшей водной растительностью» Овцов Л.П., Музыченко Л.А. Меркурьев В.С., аспир. Субботина Ю.М, Ярных В.С., Жирков Е.И., Смирнова И.Р. РАСХН. Отделение ветеринарной медицины. М.: 1993. – 27 с.

3. «Метод очистки животноводческих стоков в рыбоводно-биологических прудах с использованием поликультуры рыб». Методические рекомендации // Субботина Ю.М., Смирнова И.Р., Лесина Т.Н., Тюрин В.Г. М: Изд-во МГУПБ, 2002. – 31 с.;

4. «Ветеринарно-санитарные и экологические мероприятия по выращиванию рыбы в интеграции с растениями и животными». Методические рекомендации // Субботина Ю.М., Смирнова И.Р., Серветник Г.Е., Крылов А.Н., Лесина Т.Н. – М.: МГУПБ, 2002. – 35 с.

5. Методические указания по бонитировке и кадастровой оценке водоемов комплексного назначения в составе агробиоценоза. Методические указания // Субботина Ю.М., Серветник Г.Е., Розумная Л.А., Фигурков С.А., Лесина Т.Н. М.: Россельхозакадемия, 2004. – 39 с.

6. «Рыбоводно-биологические и технико-экономические обоснования включения водоемов в состав полифункциональных хозяйств».

Методические рекомендации // Субботина Ю.М., Серветник Г.Е., Розумная Л.А., Фигурков С.А. М.: Изд-во Россельхозакадемия, 2005. – 23 с.

7. «Ветеринарно-санитарная оценка качества и ихтиопатологические исследования пресноводной рыбы» Методические рекомендации // Смирнова И.Р., Друковский С.Г., Крылов А.Н., Серветник Г.Е., Субботина Ю.М., Наумова А.М., Долгов В.А. М.: МГУПБ, ВНИИР, ВНИИВСГЭ. – М.: МГУПБ, 2006. – 39 с.

8. «Рекомендации по методам и способам очистки сточных вод естественными компонентами экосистемы в рыбоводно-биологических прудах очистки». Методические рекомендации // Субботина Ю.М., Смирнова И.Р., Кутковский К.А. М.: Изд-во РГСУ, 2015. – 75 с;

9. Субботина Ю.М. Учебный практикум для бакалавров по дисциплине «Водная токсикология». Учебно-методические материалы для направления подготовки бакалавра. М.: Изд-во РГСУ, 2013. – 83 с.

10. Субботина Ю.М. Учебный практикум по дисциплине «Экологическая безопасность пищевых производств». Учебно-методические материалы для направления подготовки бакалавра. М.: Изд-во МГУПП, 2021 – 94 с.

11. Субботина Ю.М. Учебный практикум для бакалавров по дисциплине «Санитарная и экологическая безопасность». Учебно-методические материалы для направления подготовки бакалавра. М.: Изд-во МГУПП, 2021. – 107 с.

12. Усовершенствованная технология выращивания объектов аквакультуры на биопрудах животноводческих комплексов // Субботина Ю.М., Смирнова И.Р., Мазур А.В., Тюрин В.Г. и др. М.: Изд-во РАСХН, ВНИИВСГЭ, 1999. 41 с.

13. Унифицированная технология выращивания рыбопосадочного материала различного трофического уровня в рыбоводно - биологических прудах на очищенных и обеззараженных животноводческих стоках. Учебное

пособие для самостоятельной работы студентов бакалавров и магистров. Субботина Ю.М., Смирнова И.Р. Серветник Г.Е. Зотов В.В. М.: Изд-во МГУПП. 2015. – 42 с.

14. Технология подращивания молоди щуки. Субботина Ю.М. – М.: Изд-во РГСУ. 2012. – 43 с;

15. Технология выращивания молоди щуки в рыбоводно-биологических прудах очистки // Субботина Ю.М. Учебное пособие для самостоятельной работы студентов бакалавров и магистров М.: Изд-во МГУПП 2022. – 45 с.

16. Технология выращивания рыбопосадочного материала различного трофического уровня в рыбоводно-биологических прудах на очищенных и обеззараженных животноводческих стоках // Субботина Ю.М. – М.: Изд-во РОСБИОТЕХ, 2024. – 62 с.

17. Способ очистки стоков. Меркурьев В.С. Субботина Ю.М. Заявка № 4853431 С 02 3/32 от 19.06.90, зар. в гос. реестре изобретений СССР 13.10.92 А.С. № 1837050, зарегистрировано 13.10.1992.

18. Способ очистки сточных вод животноводческих комплексов, ферм и птицефабрик с помощью адаптированного комплекса микроводорослей, высшей водной растительности, зоопланктона и рыбы // Субботина Ю.М., Смирнова И.Р. Виноградов В.Н., Мазур А.В., Чистова Л.С., Лесина Т.Н. Патент на изобретение PV № 2140735 Cl 6A 01 K 61/00 C 02 F 3/32 10.11.99 Бюл. № 32 приор. 13.01.98.

19. Выращивание молоди щуки в рыбоводно-биологических прудах очистки. Субботина Ю.М. Заявка № 2024103081/(006589 от 14.02.2024.

20. Разработаны ветеринарно-санитарные правила, которые утверждены департаментом ветеринарии и используются в качестве нормативного документа // Тюрин В.Г., Смирнова И.Р., Черепанов А.И., Субботина Ю.М. и др.,1996.

21. Субботина Ю.М. Биологические инновации в методах и способах очистки животноводческих и птицеводческих стоков // Фундаментальные и прикладные науки, проблемы и перспективы. Монография. Под. ред. В.А. Дубовика, Е.В. Надежкиной Т.И., Хуснетдиновой. – М.: РГАЗУ, 2014. – 150 с. (Субботина и др., 2015).

22. Субботина Ю.М. Изучение механизма действия естественно-биологического биоценоза на процессы очистки и обеззараживания сточных вод в моделируемых лабораторных условиях // Современные проблемы загрязнения окружающей среды и пути их решения. Монография. Под. ред. А.В. Соловьева, Т.И. Хуснетдиновой. – М.: РГАЗУ, 2012. – 186 с. (Субботина и др., 2015).

23. Субботина Ю.М. Оценка эффективности очистки сточных вод различного генезиса с помощью естественных биоценозов // Монография. РГСУ, 2012. – 120 с.

24. Субботина Ю.М. Методы и способы очистки сточных вод естественными компонентами – экосистемы в рыбоводно- биологических прудах очистки // Монография. – М.: Изд-во МГУПП, 2022. – 170 с.

25. Разработана концепция: Субботина Ю.М. Концепция интегрированной технологии производства рыбы при свинофермах и комплексах России // Проблемы развития рыбоводного хозяйства на внутренних водоемах в условиях перехода к рыночным отношениям / Материалы международной научно-практической конференции. Минск, 15 - 16 октября. – Минск: 1998. – С. 230 – 235.

Все научно-исследовательские разработки на изучаемых объектах внедрены, на что составлены акты. На очищенных и обеззараженных сточных водах выращен полноценный рыбопосадочный материала карпа и толстолобика в поликультуре и наконец, молодь щуки, очищенные сточные воды в РБП могут не только использоваться для орошения и рыборазведение, но могут быть использованы и для оборотного водоснабжения.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АК – альгологический комплекс микроводорослей;

БГКП – бактерии группы кишечной палочки;

БОКС пруды – биологические оксидационные контактные стабилизационные пруды;

$БПК_5$,$БПК_2$ – биологическое потребление кислорода;

БП – биологические пруды;

ВВС – высшая водная растительность;

ВИЖ – Федеральный исследовательский центр животноводства им. Л.К Эрнста;

ВНИИР – Всероссийский научно исследовательский институт интегрированного рыбоводства,

E. Coli – кишечная палочка,

КМАФАнМ – количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов;

КНС – насосная станция;

КОС – Курьяновские очистные сооружения;

МПА – мясо-пептонный агар;

МПБ – мясо-пептонный бульон;

НТД – нормативно технический документ;

ОВ – органическое вещество;

ОМЧ – общее микробное число;

ПДК – предельно допустимая концентрация;

ПТФ – птицефабрика;

РБП – рыбоводно-биологические пруды;

СЭС – санитарно-эпидемиологическая служба;

ХПК – химическое потребление кислорода;

ЦОК – циркуляционный канал;

ЭСХ – экспериментальное свиноводческое хозяйство

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авилова И.А., Андреева Н.А. Культивирование и применение микроводорослей в народном хозяйстве. Ташкент: «ФАН», 1980. – С.17 - 21.

2. Аллахвердиева Ф. Ф. Тенденция изменения качества воды главного Ширванского коллектора за многолетний период // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №1. – С. 61 - 70.

3. Александрова Е.Н. Некоторые данные по биологии верховки озера Бисерово и предварительная оценка ее роли в экосистеме // Научная конференция института. Тезисы докладов 1-12 марта 1973. Издательство ВЗИПП, М.: 1973. – С. 37 - 39.

4. Алехин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А. Руководство по химическому анализу вод суши. Л.: Гидрометеоиздат, 1973. – 26 с;

5. Алимов А.Ф., Бульон В.В., Гутельмахер В.П., Иванова С.И. Применение биологических и экологических показателей для определения степени загрязнения природных вод. Водные ресурсы, 1979, № 5. – 153 с.

6. Анисимова И.М., Лавровский В.В. Ихтиология. М.: Издательство ТСХА, 1991. – 287 с.

2. Анпилова В.И., Понеделко Б.И. Инструкция по разведению щуки. Л.: ГосНИОРХ, 1970. – 52 с.

3. Антипов-Каратаев И.Н., Кадер Г.М. О мелиоративной оценке поливной воды, имеющей щелочную реакцию // Почвоведение. 1961. № 3. – С. 60 -65.

4. Арутюнян Н.П. Культивирование одноклеточных зеленых водорослей. – Ереван: Изд-во Армянской ССР, 1966. – 82 с.

5. Астахова О. Методические подходы к оценке экономического ущерба от загрязнении окружающей среды свинокомплексами // Свиноводство № 3. 1996. – С. 3 - 9.

6. Ацци Д. Сельскохозяйственная экология. – Л.: Сельколхозгиз, 1932. – 344 с.

7. Безмен *В.*А.*, П*оказатели воздействия свинокомплекса на окружающую среду *в* процессе их функционирования. Зоотехническая наука Беларуси. 2010; 45(1) – С. 174 -181.

8. Бартофи И., Рафаи П. Энергосберегающие технологии и агрегаты на животноводческих фермах. – М.: Агропромиздат, 1988. – С. 171-191.

9. Бакулов И.А., Крокурин В.А., Котляров В.М., Ермаков А.Ф. // Ветеринария. 1983. № 3. – С. 28 - 30.

10. Баранников В.Д. Выживаемость кишечной палочки на земледельческих полях орошения // Труды ВНИИВС т. 53. 1975. – С. 12 - 22.

11. Баранникова И. А. Функциональные основы миграции рыб. М.: 1975. – 210 с.

12. Баринова С.С., Медведева Л.А. Атлас водорослей – индикаторов сапробности. Владивосток: Дальнаука, 1996. – 364 с.

13. Берег Д.Р. Факторы среды и рост рыб. М.: 1983 – С. 315 -380.

14. Бессонов Н.М., Привезенцев Ю.А. Рыбохозяйственная гидрохимия. М.: Пищевая промышленность, 1987. – 159 с.

15. Блохин В. Проблемы развития свиноводства. // Опыт, проблемы, перспективы развития свиноводства. Свиноводство № 2, М.: 1996. – С. 4-9.

16. Бодниек В.М. Питание щуки в водохранилище реки Даугава. // Труды музея зоологии Латвийского университета, 1976. т.15. – С. 114 - 126.

17. Бражникова Т.С., Семенов Н.А. Потери азота и кальция в сеяных полевых и луговых агрофитоценнозах // Доклады симпозиума, ВНИПТИХИМ. М.: 1999. – С.114 - 117.

18. Брег Д.Р. Факторы среды и рост рыб. М.: 1983. – С. 315 - 380.

19. Брезгунов В.С. Состояние и проблемы орошения животноводческими стоками в Белоруссии // Сб. тез. докл. НПО СИСВ «Прогресс», М.: 1992. – С. 14 - 18.

20. Бруенко В.П. Питание щуки в Кременчугском водохранилище в период нереста // Гидробиологический журнал. 1976. Т. 2. вып.1. – С. 21 - 125.

21. Бубинас А.Д. Питание жереха и щуки в районе Верхнего Днепра. // Рыбное хозяйство. 1976. вып. 3. – С. 84 - 03.

22. Буковская С.Н. Об оценке качества воды для разработки рекомендаций по неспецифической профилактике кишечных инфекций // Гигиена и санитария № 2. 1994. – С. 103 - 104.

23. Быстрицкая Т.Л., Волкова В.В., Спакин В.В. Почвенные растворы чернозёмов и серых лесных почв. М.: Наука, 1981. – 356 с.

24. Васильева Л.А. Статистические методы в биологии, медицине и сельском хозяйстве. Новосибирск: НГУ, 2007. – 127 с.

25. Ветеринарно-санитарные правила использования систем естественной биологической очистки животноводческих стоков при подготовке их для орошения и рыборазведении. Утверждённые Минсельхозпрод России подготовленные во ВНИИВСГЭ. – В.Г. Тюрин, И.Р. Смирнова, М.В. Лохматова, ВИГ им. К.И. Скрябина А.А. Черепанов, ВНИИСИСВ Л.П. Овцов, Л.А. Музыченко, Е.И. Жирков, ВНИИ ирригационного рыбоводства Ю.М. Субботина. М.: 1996. – С. 13 - 30.

26. Винберг Г.Г., Сивко Г.Н., Остапеня Г.В. и др. Биологические пруды в практике очистки сточных вод. Минск. - 1966. - С. 13 - 30.

27. Виноградов П.Н., Дурдыбаев С.Д., Руденко И.Д., Черепанов А.А. Нормы технологического проектирования систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета // М.: Минсельхозпрод, 1999. – 77 с.

28. Вирбицкас Ю. и др. Особенности развития молоди щуки в прудах. // Сырьевая база Куршского залива и пути её рационального использования // Сб. научн.тр. МИНТИС, Вильнюс, 1972. – С. 167 - 182.

29. Власов В.А, Маслов Н.И, Пономарёв С.В., Баканёва Ю.М. Влияние света на рост и развитие рыб. Вестника АГТУ Сер: Рыбное хозяйство 2013 № 2. – 235 с.

30. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 N 74-ФЗ (принят ГД ФС РФ 12.04.2006, ред. от 23.07.2008, с изменениями от 24.07. 2009).

31. Волкова И. В. Оценка качества воды водоёмов рыбохозяйственного назначения с помощью гидробионтов: учеб. пособие / И. В. Волкова, Т. С. Ершова, С. В. Шипулин. М.: Колос, 2009. – 351 с.

32. Володи В.Я. Декоративные растения М.: 1988. – 392 с.

33. Вольскис Р.С., Абакумов В.Р., Алексеев М.А. Типовые методики исследования продуктивности рыб в пределах их ареала // Сборник науч. трудов // Вильнюс. МОНСЛАС, 1988. – С. 35 - 60.

34. Гамыгин Е.А. Корма и кормление рыб // Обзорная информация ЦНИИИПЭИРХ. Рыбохозяйственное использование водоемов. М.: 1987. Вып. 1 – 82 с.

35. Гамыгин Е.А., Скляров В.Я. Кормление рыб. М.: 1984. – С. 35 - 48.

36. Георгиев А.П., Широков В. А., Черепанова Н. С. Рыбохозяйственная характеристика щуки Esox lucius (L) Топо-Пяозерского водохранилища. Вестник Астраханского ГТУ серия Рыбное хозяйство № 3, 2021– С. 69 - 76.

37. Глушко Б.И. Оценка эффективности работы очистных сооружений промышленно-бытовых сточных вод // Гигиена и санитария.1978. № 9. – С. 107 - 108.

38. Горбунова С.Ю., Жондарева Я.Д. Об эффективности использования микроводорослей в промышленной биотехнологии с целью мелиорации водной среды и получения кормов для различных отраслей сельского хозяйства // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азовско – Черноморского региона. Керчь. ЮгНИРО.2012. Т. 2.– С. 114 - 119.

39. ГОСТ 17.1.1.01-77: Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения. Docb.cntd.ru (Интернет источник, дата обращение 22.12.2016).

40. Гостева С.Р. Состояние экологической политики РФ в современных условиях // Учёные записки Российского государственного университета. 2007. № 3. – С. 39 - 45.

41. Горбунова С.Ю., Жондарева Я.Д., 2012. Об эффективности использования микроводорослей в промышленной биотехнологии с целью мелиорации водной среды и получения кормов для различных отраслей сельского хозяйства // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона. - Керчь: ЮгНИРО, 2012. - Т. 2. - 114 - 119 с.

42. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2009 году». М.: НИА – Природа, 2009. – 457 с.

43. Гривцева О.А., Субботина Ю.М. Биологическая очистка сточных вод // Актуальные вопросы охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности // Материалы студенческой научно-практической конференции по результатам учебных и производственных практик. М.: Издательство РГСУ, 2009. – С. 19 - 27.

44. Гутельмахер Б.Л. Метаболизм планктона как единого целого (трофометаболические взаимодействия зоо- и фитопланктона) / Б.Л. Гутельмахер. - Л.: 1984. – 184 с.

45. Гутельмахер Б.Л. Питание зоопланктона. / Б.Л. Гутельмахер, А.П. Садчиков, Т. Г. Филиппова. - М.: 1988. – 155 с.

46. Данилкина О. П. Основы ветеринарии. Часть 1. Учебное пособие. Издательство: ИНФРА - М .: 2024. — 335 с.

47. Додолина В.Т. Оценка пригодности сточных вод для орошения по агромелиоративным показателям // Сб. науч. тр. ВНИИГиМ. М.: 1978. - вып. 5. – С. 98 - 104.

48. Додолина В.Т. Повышение удобрительной ценности сточных вод и влияние на урожай кормовых культур и эффективное плодородие почв. // Экологические и технико-экономические аспекты утилизации сточных вод животноводческих стоков // Сб. науч. трудов ВНИИГиМ. М.: 1990. – С. 164 - 170.

49. Долганова Н.Т., Колпаков Н.В., Чучукало В.И. Питание и пищевые отношения рыб прибрежных вод Северного Приморья. Известия ТИНРО. Том 144. 2006. – С. 140 - 179.

50. Доливо-Добровольский и др. Способ обеззараживания сточных вод, содержащих микробактерии туберкулез // А.С. 240551, 1969.

51. Доливо-Добровольский Л.Б. Альголизация как метод дезодорации, очистки и обеззараживания стоков утиных ферм // Культивирование и применение микроводорослей в народном хозяйстве. 27-29 апреля, Ташкент, 1984. – С. 76 - 77.

52. Доливо-Добровольский Л.Б. и др. Безотходная технология в птицеводстве // ООН, Экономическая комиссия для Европы. Ташкент. 1986. – 354 с.

53. Доливо-Добровольский Л.Б. и др. Рекомендации по устройству биологических оксидационных контактных стабилизационных (БОКС) прудов в СССР для небольших населённых пунктов. М.: 1987. – 32 с.

54. Доливо-Добровольский Л.Б. и др. Технический прогресс без загрязнения окружающей среды // Предварительная подготовка (обеззараживание) сточных вод перед использованием их на орошение. Ногинск.: 1974. – 4 с.

55. Доливо-Добровольский Л.Б. Микробиологические процессы очистки воды. М.: 1958. – 183 с.

56. Доливо-Добровольский Л.Б., Юрьев Б.Т., Балтруконис Ю.А. Экспериментальное исследование по очистке и обеззараживанию сточных вод населённых пунктов в биологических оксидационных контактных стабилизационных прудах (БОКС) в условиях Средней Азии // Тез. докл. научно – технческой Конференции по использованию сточных вод в сельском хозяйстве. Ташкент, 1972. С. 49 - 61.

57. Доманевский Л.В. Некоторые особенности межвидовых отношений щук и основных видов рыб в Цимлянском водохранилище. // Зоология. т. XLIII. В. 1. 1964.– С. 71 - 76.

58. Дубра Ю.Ю. Режимообразующие факторы гидрологических и гидрохимических процессов // Режимообразующие факторы, гидрометеорологических и гидрохимических процессов в морях СССР. Л.: 1988. – С. 62 - 66.

59. Зотов В.В. Ветеринарно-санитарная оценка качества и безопасности рыбы в прудовых хозяйствах при проведении оздоровительных и лечебно-профилактических мероприятий. Автореферат на соискание учёной степени кандидата биологических наук. М.: – 2016 – 25 с.

60. Елин Е.Н. Сравнительная оценка энергетических возможностей рыбоводно-биологических прудов и надёжных агроэкосистем при утилизации навозных стоков // Экономические аспекты последствия интенсификации сельского хозяйства. М.: 1985. – С. 95 - 106.

61. Елисеев В.И. По – щучьему велению. Химия и жизнь. 1978. № 5. – С. 50 - 55.

62. Ефимова А.И. Щука Обь - Иртышского бассейна // Известия ВНИОРХ, 1949. Т. 28, - 204 с.

63. Жадин В.И. Методика изучения донной фауны водоемов и экологии донных беспозвоночных // Жизнь пресных вод СССР. М-Л.: Изд-во АН СССР, 1956. Т. 4, ч. 1 – С. 279 - 382.

64. Жадин В.И. Методы гидробиологического исследования. // М.: Высшая школа, 1960. – 189 с.

65. Жирков Е.И., Терёшина А.Н. и др. Очистка сточных вод птицефабрик. // Птицеводство. 1984. № 8. – С. 17 - 23.

66. Жирков Е.И., Терёшина А.Н. и др. Очистка, обеззараживание и дезодорация сточных вод птицефабрик. М.: Агропромиздат, 1985. – С. 89 - 90.

67. Жирков Е.И., Терёшина А.Н. и др. Эффективная очистка и обеззараживание сточных вод утководческой фермы. М.: Агропромиздат, 1986. – С. 87 – 90.

68. Жохов А. Е., Пугачева М. Н. Факторы, влияющие на распределение *Azygia lucii* в популяции дефинитивного хозяина. Биология внутренних вод, 2023, № 1, С. 115 - 124.

69. Жуков В.И. Демографический потенциал России. М.: Издательство РГСУ, 2010. – 458 с.

70. Зотов В.В. Ветеринарно-санитарная оценка качества и безопасности рыбы в прудовых хозяйствах при тяжёлых оздоровительных и лечебно-профилактических мероприятиях. автореферат кандидата биологических наук: 06.02.05.М.: МГУПП, 2017– 24 с.

71. Зубарев В.А. Гидрохимические индексы оценки качества поверхностных вод Региональные проблемы. 2014. Том 17, № 2. С. 71 - 77.

72. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. // Гидрометеоиздат. М.: 1984. – 560 с.

73. Инструкцией по лабораторному контролю очистных сооружений на животноводческих комплексах. - ч. 1. М.: Колос, 1984. – 39 с.

74. Инструкцией по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и рациональных предложений. СН 509-78 № 229, 1978. – 39 с.

75. Инструкция по лабораторному контролю очистных сооружений на животноводческих комплексах. М.: Колос, ч. II, ч. III. 1984. – 118 с.

76. Инструкция по определению экономической эффективности использования новой техники и изобретений и рациональных предложений. М.: ВНИИГиМ, 1979. – 167 с.

77. Иоганзен Б.Г. Плодовитость рыб и факторы ее определения //Вопросы ихтиологии. 1955. Вып. 3. – С. 57 - 68.

78. Калашник В.И., Кириленко И.С. Использование рыбоводных прудов для доочистки сточных вод после станции аэрации. // Биологическое самоочищение и формирование качества воды. М.: 1975. – С. 153 - 156.

79. Калашник В.И., Кириленко Н.С. Рыбоводные пруды в практике очистки сточных вод // Водные ресурсы № 6. 1973. – С. 94 - 98.

80. Калганов А.А. Меняет ли щука зуб // Журнал рыбоводства и рыболовства.1968. № 4. – С. 45 - 50.

81. Калтыпин Ю.А., Тарасов Е.А. Выращивание сеголеток карпа в рыбоводно-биологических прудах // Сб. науч. трудов Интенсификация прудового рыбоводства. М.: 1977. – С. 3 - 21.

82. Канализация. Учебник для вузов.. Яковлев С. В., Карелин Я. А.,. Жуков А. И., Колобанов С. К. // Изд. 5-е, перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1975. - 632 с

83. Ковда В.А. Почвенный покров, его улучшение, использование и охрана. М.: Наука, 1981. – 189 с.

84. Кожокару Т.Т. Биология полей фильтрации сахарных заводов. Автореферат диссертации. канд. биол. наук 0309. Кишиневский университет. Кишинев: 1971. – 21 с.

85. Колесникова Е.М. Эффективность утилизации твердых и жидких отходов птицеводческого производства. Дипломная работа, РГСУ, 2014. – 68 с.

86. Колодий А.Д., Розумная Л.А. Антропогенное воздействие на водные ресурсы России // Вопросы охраны труда и окружающей среды. Сб. студенческих статей № 6. М.: РГСУ, 2011. – С. 56 - 63.

87. Колпакова Е. Рекам и людям - чистую воду! //Экологическая политика. М.: Лесная страна, 2007. – 190 с.

88. Колтыпин Ю.А. Рыбоводно-биологические пруды - новый тип сооружений для очистки и использования жидких навозных стоков // Животноводство № 3. 1979. – С. 66 - 68.

89. Колтыпин Ю.А., Иванов В.Г., Черепанов А.А. Ветеринарно-санитарная оценка процессов утилизации навоза // Биол. научн. работ ВИЖ № 44. 1975. – С. 77 - 80.

90. Колтыпин Ю.А., Тарасов Е.А. Выращивание сеголеток карпа в рыбоводно-биологических прудах // Сб. научн. тр. Интенсификация прудового рыбоводства. М.: 1977. – С. 3 - 21.

91. Кох В., Банк О. Рыбоводство. М.: Пищевая промышленность, 1980. – 218 с.

92. Крылов А.Н. Ветеринарно-санитарная оценка использования кормовых трав и поликультуры рыб для санации сточных вод в рыбоводно-биологических прудах. Автореферат на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук по специальности, 16.00.06 ВАК РФ. М.: – 2007 – 25 с.

93. Кузьмн Г.В., Балонов И.М. Фитопланктон ВКН. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоёмов. М.: 1975. – С. 73 - 90.

94. Куликов А.С., Куликова Е.Н. Менеджмент при комплексном использовании водоемов // Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности. т.1. М.: Россельхозакадемия, 2005. – С. 64 - 73.

95. Куликов А.С., Куликова Е.Н. Очистка стоков свиноводческих комплексов в биологических прудах // Развитие аквакультуры в регионах: проблемы и перспективы. М.: Изд-во РГАГ - МСХА, 2011. – С. 105 - 113.

96. Куликов А.С., Садчиков А. П., Максимов В.П. Утилизация внеклеточных выделений фитопланктона бактериопланктоном водоёма. М.: Биоценология. Гидробиология. т. 6. 1988. – 32 с.

97. Кульский Л.А., Доливо-Добровольский Л.Б., Накорчевская В.Ф. Очистка промышленных сточных вод / Справочник по свойствам, методам анализа и очистки сточных вод // Химия и микробиология сточных вод. Киев. Высшая школа,1971. – 306 с.

98. Кудрявцева А.Д., Субботина Ю.М. Использование рыбоводно-биологических прудов для очистки и санации животноводческих стоков и

выращивания рыбопосадочного материала // X Международный с форум студентов РАЕН. Электронный научный журнал. 2018. European student scientific journal «Студенческий научный форум» 2018. www. scienceforum. ru. 2018.

99. Кудрявцева А.Д., Субботина Ю.М. Обустройство рыбоводно-биологических прудов для выращивания рыбопосадочного материала // X Международный фору студентов РАЕН / (Электронный научный журнал. 2018. European student scientific journal «Студенческий научный форум» 2018. www. scienceforum. ru. 2018).

100. Кудрявцева А.Д., Субботина Ю.М. Управление качеством очистки и санации сточных вод в условиях устойчивого развития // «Рациональная эксплуатация биоресурсов: проблемы и возможности в контексте Целей Устойчивого Развития ООН». 19 марта 2018 Всероссийская науч практ. конферен. с междунар. участием ВНИИР, РГСУ, МГИМО М.: 2018 .- С. 221 - 227.

101. Кульский Л.А., Сиренко Л.А., Шкваро З.Н. Фитопланктон и вода. Киев: Наука, 1986. – 133 с.

102. Курьяновские очистные сооружения // Куда она несется по трубам и как превращается в газ? images yandex. (Интернет источник, дата обращение 10.12.2015).

103. Ладонин В.Ф. Проблемы комплексного применения средств химизации в земледелии // Земледелие, 2000. № 3. – С. 5 - 9.

104. Лапшина Н.А., Лаврик О.И. Влияние орошения стоками свинооткормочного комплекса на урожай многолетних трав и плодородие почвы. // Сельскохозяйственное использование сточных вод. – М.: ВНИИГиМ, 1976. – С. 25 - 26.

105. Лепилова Г.К. Инструкция для полевого исследования высшей водной растительности // Инструкция по биологическому исследованию вод. Биология материковых вод. Л.: 1934. Вып. V, ч. 2. – 813 с;

106. Лесникова Е.Г. Рыбоводно-биологические особенности искусственного воспроизводства щуки (Esox lucius L) в условиях Калининградской области. Автореферат диссертации на соискание степени к.б.н. Калининград, 2004. – 23 с.

107. Липин А.Н. Пресные воды и их жизнь. М.: Учпедгиз, 1950. – 345 с.

108. Локшин Э.И., Михалева Т.А. Применение биоинженерных сооружений для защиты водных объектов от загрязнения // Всероссийский конгресс работников водного хозяйства. Тез. доклад. М.: 2003. – С. 5 - 7.

109. Лысенко В.П. Очистка и обеззараживание и дезодорация сточных вод птицефабрик. Сергиев - Посад, 2008. – 102 с

110. . Лысенко В.П. Очистка и обеззараживание сточных вод птицефабрик. – Сергиев Посад, 2021. – 95 с.

111. Лысенко В.П. Перспективная технология переработки помета. // Птицеводство, 2011, № 10. – С. 52 - 54.

112. Лысенко В.П. Переработка отходов птицеводства. Сергиев Посад, 1998. – 151 с.

113. Лысенко В.П. Птицефабрика как поставщик органических удобрений // WebPticeProm.ru (Интернет источник, дата обращение 01.02.2014).

114. Лысенко В.П. Птичий – помет ценное удобрение для садоводов и огородников. М.: 2009. – 32 с.

115. Лысенко В.П. Самое ценное удобрение // Приусадебная газета № 5, март 2011.

116. Лысенко В.П. Социальные, экологические и экономические аспекты, проблемы накопления птичьего помета на птицефабрика // ВНИиТИП Сергиев Посад, WebPticeProm.ru, 2011. (Интернет источник, дата обращения 01.02.2014).

117. Лысенко В.П. Экологические проблемы птицефабрик России, роль биотехнологии в переработке органических отходов // WebPticeProm.ru, 2011, (Интернет источник, дата обращения 01.02.2014).

118. Лысенко В.П., Горохов А. В. Утилизация птичьего помета на птицефабриках – пути решения // WebPticeProm.ru (Интернет источник, дата обращения 01.02.2014).

119. Лысенко В.П. и др. https//agroxxi-shop/ru/ Аэробная твердофазная ферментация птичьего помета (Интернет источник, дата обращения 20.04.2022).

120. Лысенко В.П., Тюрин В.Г., и др. Ветеринарно-санитарные и экологические условия при переработке птичьего помета // Птица и птицепродукты № 3, 2011. – С. 48 - 50.

121. Лоскутова В.В. Организация и проведение в бассейновом управлении работы по охране рыбохозяйственных водоёмов от загрязнения и других видов отрицательного воздействия хозяйственной деятельности на состояние водоёма // Тез. доклад. к семинару Охрана рыбохозяйственных водоемов от загрязнения. М.: 1977. – С. 1 - 5.

122. Лурье Ю.Ю. Унифицированными методами исследования качества вод М.: МГУ, 1996. – 121 с.

123. Лурье Ю.Ю. Унифицированные методы анализа вод. М.: Химия, 1973. – 376 с;

124. Лурье Ю.Ю., Рыбникова А.И. Химический анализ производственных сточных вод. М.: Химия, 1991. – 296 с.

125. Магамедов В.Т., Яковлева Л.И., Захарченко М.А Особенности функционирования биоинженерного регулирования интенсивного сельскохозяйственного производства. Сборник научных статей. Харьков, 1986. – С. 61 - 70.

126. Магмедов В.Т., Карагезова С.М., Захарченко М.А. Биоинженерные сооружения для защиты водных объектов от загрязнения сточными водами сельскохозяйственного производства // Сб. науч. трудов Экологические, технические и организационные основы охраны вод. Харьков: 1986. – С. 3 - 12.

127. Мазурин В.В. и др. Приготовление и использование сухого птичьего помета // ВАСХНИЛ. – М.: 1976. – 20 с.

128. Малая и техническая энциклопедия. Строительство, сточные воды. Т.1-3. М.: 1964. – С. 1841 - 1843.

129. Мартинсян Г.В. Разведение щуки в Европе // Сборник науч. техн. информ. В. 3. М.: 1985 – С. 5 - 17.

130. Мартышев Ф.Г. Прудовое рыбоводство Учебник. М.: 1973. – 428 с.

131. Маслова Н.И. Методические указания по биотехнологии выращивания, формирования и воспроизводству щуки. М.: Изд-во РАСХН, 1998. – 16 с.

132. Маслова Н.И., Петрушин А.В., Загорянский К.Ю. Методические указания по биотехнике выращивания, формирования и воспроизводства щуки. М.: РАСХН, 1998. – 17 с.

133. Маслова Н.И., Серветник Г.Е., Петрушин А.В. Эколого-биологические основы поликультуры рыбоводства. М.: Изд-во РАСХН, 2002. – 268 с.

134. Медведский В.А., Медведская Т.В. Сельскохозяйственная экология*:* учебник для вузов / В. А. Медведский, Т. В. Медведская. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 280 с.

135. Мейен В.А. Очистка сточной жидкости в прудах и выращивание в них рыбы // Научно-техническое общество водоснабжения и санитарной техники. М.: 1932. – 60 с.

136. Меркурьев В.С. Субботина Ю.М. «Способ очистки стоков». Заявка № 4853431. С 02 3/32 от 19.06.90, зар. в гос. реестре изобретений СССР 13.10.92 А.С. № 1837050 с. 023/32 от 30.06.93. Бюл. № 32.

137. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоёмов (сборник). М.: Наука, 1975. – 345 с.

138. Методика определения ирригационной пригодности сточных вод. Сельскохозяйственное использование сточных вод. 1975. Вып. 2. – С. 53 - 57.

139. Методика проведения технологического контроля работы городской канализации. М.: 1984. – 299 с.

140. Методики определения экономической эффективности капитальных вложений, утверждённой Госпланом СССР и Госстроем СССР в 1980. – 23 с.

141. Методики определения эффективности экономической использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений (от 14.02.87 г.). docs/1071/ index – 146882. html. (Интернет источник, дата обращение 20.12.2020).

142. Методические рекомендации по искусственному воспроизводству щуки // под ред. Л.К. Самохвалова. Атлант НИИ рыбного хозяйства и океанографии. Калининград, 1987. – 32 с.

143. Методические рекомендации по технологии выращивания рыбопосадочного материала в рыбоводно-биологических прудах на свиноводческих стоках, прошедших очистку в системе биологических прудов и на площадке с высшей водной растительностью // Овцов Л.П., Музыченко Л.А., Меркурьев В.С., аспирант Субботина Ю.М, Ярных В.С., Жирков Е.И., Смирнова И.Р. РАСХН. Отделение ветеринарной медицины. М.: 1993. – 27 с.

144. Методические рекомендации по технологическому проектированию ферм и комплексов крупного рогатого скота. РД-АПК 1.10.01.02- 2010. М.:— 49 с.

145. Методические рекомендации по устройству, размещению и наладке рыбоводно-биологических прудов для очистки и использования стоков свиноводческих комплексов // ВАСХНИЛ. М.: 1982. – 28 с.

146. Методические указания по диагностики туберкулеза животных. Утв. гл. упр. ветер. МСХ СССР 11.02. 1976. – 329 с.

147. Методические указаниями по санитарно-микробиологическому анализу воды поверхностных водоёмов / Iternet-law.ru (Интернет источник, дата обращения 20.07.2022).

148. Методические указания по сантитарно-микробиологическому анализу воды поверхностных водоёмов. М.: 1984. – С. 34 - 50.

149. Минашина Н.Г., Кочеткова Г.Н. Соли в почвенном растворе и влажность завязания растений при орошении песчаных почв хлоридными и сульфатными водами // В кн. Почвоведение. 1983. № 5. – С. 7 - 14.

150. Митропольский В.И., Мордухай-Болтовской Ф.Д., Чурикова З.Н. Зообентос и другие биоценозы, связанные с субстратом // Методика изучения биоценозов внутренних водоёмов. Л.: Наука, 1975. – С. 158 - 178;

151. Митропольский В.И., Мордухай-Болтовской Ф.Д., Чурикова З.Н. Зообентос и другие биоценозы, связанные с субстратом // Методика изучения биоценозов внутренних водоёмов. Л.: Наука, 1986. – С. 128 - 147.

152. Михалева Т.А., Михеев В.А. Применение естественно-биологических методов для очистки помётных стоков // Агроэкологические проблемы использования удобрения на основе отходов промышленного животноводства: материалы Международной научно-практической конференции. М.: 2006. – С. 56.

153. Мироненко М.А., Михонько Н.И. Гигиенические основы оздоровления воздушной среды в районах птицеводческих предприятий // Санитария и гигиена. 1987, № 1. – С. 55 - 57.

154. Михеев В.А., Кутепов Л.Е., Васильева Н.И. Динамика содержания нитратов в грунтовых водах при поливе многолетних трав стоками крупного рогатого скота // Сельскохозяйственное использование сточных вод. – М.: ВНИИГиМ, 1978. – С. 53 - 54.

155. Монаков А.В. Зоопланктон // Рыбинское водохранилище. Л.: Наука, 1972. – С. 176 – 193.

156. Монаков А.В. Питание и пищевые взаимоотношения пресноводных копепод. М.: Наука, 1976. – 170 с.

157. Монаков А.В., Мордухай-Болтовской Ф.Д. К методике исследования природной микрофауны // Бюл. Института биологии водохранилищ АН СССР. № 4, 1959 – С. 55 – 59.

158. Мордухай-Болтовской Ф.Д. О методике количественного учета фауны во временных водоемах в периодически затапливаемых водохранилищах // Тр. биол. ст. «Борок» АН СССР. М. - Л.: 1955. Вып. 2. – С. 393 – 403.

159. Мордухай-Болтовской Ф.Д., Ривьер И.К. Хищные ветвистоусые. Определители по фауне СССР // Издаваемые Зоологическим институтом АН СССР. № 148. Учебное пособие часть 2 - 3. 1987. – 182 с.

160. Морозов Н.В., Телитченко М.М. Ускорение очищения поверхностных вод от нефти и нефтепродуктов внесением в них микрофлоры. Водные ресурсы № 6, 1977. – С. 120 - 131.

161. Музыченко Л.Н. Перспективы использования сточных вод в сельском хозяйстве // Тез. докл. ВНПО «Прогресс», ВНИИСИСВ М.: 1992. – С. 3 - 7.

162. Мукасеев С.В. Санитарно-паразитологическая оценка методов обеззараживания навоза и стоков в условиях современных свиноводческих комплексов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук. 03.02.11 – паразитология. 2010. – 24 с.

163. Наставление по диагностике туберкулёза животных 2002. - С. 1 - 39 / files.stoying.ru (Интернет источник, дата. обращения 20.12.19).

164. Никулина В.Н., Гутельмахер Б.Л. Взаимоотношение фито- и зоопланктона // Общие основы изучения водных экосистем. Л.: Наука, 1979. – С. 257 - 271.

165. Новоженин Н.П. Научные основы сельскохозяйственного рыбоводства: состояние и перспективы развития. Сб. науч. трудов / ГНУ ВНИИ ирригационного рыбоводства. М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2010. – С. 9 - 16.

166. Об освоении производства оборудования для получения протеина из сточных вод пищевой и мясной промышленности и из стоков животноводческих комплексов в ЧССР. Информация посольства СССР в ЧССР. М.: 1986. – С. 17 - 20.

167. Овцов Л.П., Музыченко Л.А., Захарцова Л.М. Интенсивные и экологически безопасные технологии использования сточных вод на орошение и удобрение // Сб. научн. тр. ВНИИССВ. М.: 1991. – С. 3 - 7.

168. Омаров О.П. Особенности откорма щуки и сома в авакумских водоемах Дагестана // Вопросы ихтиологии. 1984. Т. 24. Вып. 6. – С. 979 - 990.

169. Определитель бактерий Берджи. 9-е изд. Пер. с англ. / Под. ред. Дж. Хоулта, Н. Кринга, П. Снита, Дж. Стейли, С.Уильямса. М.: Мир, 1997. – 363 с.

170. Определитель Мошкова Н.А., Голлербах М.М. Пресноводные водоросли СССР. Зелёные водоросли. Л.: Наука, Вып. 10 (1). 1986. – 36 с.

171. Основные виды рыб для разведения http://studfiles.ru (Интернет источник, дата обращения 30.01.2017).

172. Осокин И.Н., Попов С.Ю., Потоцкий И.В. Рыбохозяйственное использование прудов биологической очистки // Повышение эффективности рыболовства на водоемах сельскохозяйственного назначения. Сб. научных тр. ВИЖ, Дубровицы, 1988. – С. 110 - 115.

173. Отчёт НИР. Разработать биотехнику выращивания карпа и растительноядных рыб в очистительных водоёмах животноводческих комплексов // Заключительный отчёт НИР // Тема 02.03, инв. № 02830062413. Храпуново, 1979. – 83 с.

174. Охрана производственных сточных вод и утилизация осадков. Под редакцией В.Н. Соколова. М.: Стройиздат. 1992. – 259 с.

175. Попова В.А. Биологические показатели щуки и окуня в водоемах с различным биологическим режимом и кормностью. Закономерности роста и созревания рыб. М.: 1971. – С. 102 -152.

176. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.

177. Правила охраны поверхностных вод от загрязнения (приложение к письму Госкомприроды СССР от 26.04.91 N 5/15-12, утв. Госкомприроды 21.02.91, дата обращения 10.10.11).

178. Правила технической эксплуатации систем и сооружений коммунального водоснабжения и канализации. МДК 3-02.2001 (Утв. Приказом Госстроя РФ ОТ 30.12.1999 № 16. (Интернет источник, дата обращения 10.10.11).

179. Положение о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании", утверждённое Постановлением Правительства Российской Федерации от 5 июля 1994 г. N 625.

180. Попов В. В. Обзор результатов почвенных растворов солонцовых почв. Почва и окружающая среда Том 5, № 4. ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии. 2022. – 315 с.

181. Попов, П. А. Формирование ихтиоценозов и экология промысловых рыб водохранилищ Сибири / П. А. Попов; ответ. ред. А. М. Малолетко; Рос. Издательство: Гео. – 2010. – 216 с.

182. Попов, П.А. Формирование ихтиоценозов и экология промысловых рыб водохранилищ Сибири. – Новосибирск. Академическое изд-во, 2010. – 216 с.

183. Пресноводные водоросли СССР. Синезелёные водоросли. М.: Советская наука, 1953. – 620 с.

184. Привезенцев Ю.А. Выращивание рыб в малых водоёмах. Руководство для рыбоводов-любителей. - М.: Колос, 2000. - 128 с.

185. Привезенцев Ю.А. Гидрохимия рыбохозяйственных водоемов. Учебное пособие. М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева. 2008. – 98 с.

186. Проектирование и строительство рыбоводных хозяйств / Гриневский Э.В., Каспин Б.А., Керштейн А.М. и др. М.: Агропромиздат, 1990. – 223 с.

187. Промысловые рыбы СССР. Описание рыб (Текст к атласу цветных рисунков рыб), ВНИРО. М.: Пищепромиздт, 1948. – С. 459 - 460.

188. Пупырникова А.В. Сезонные изменения в питании и росте молоди щуки // Тр. ВНИРО. 1953. Т. 3.24. – С. 46 - 76.

189. Радиоактивность сточных вод. Очистка сточных вод содержащих радиоактивные примеси. Biblioteka.ru. Канализация. (Интернет источник, дата обращения 20.09.13).

190. Развитие московской канализации (сборник научно-технических статей). М.: Можайск – Терра, 2003. – 328 с.

191. Рандольф Р. Что делать со сточными водами / Пер. с нем. И.Б. Палееса; Под.ред. Т.А. Карюхиной. 2-е изд., доп. – М.: Стройиздат, 1987 – 120 с.

192. Рекомендациям по анализу сточных вод животноводческих комплексов ВНПО «Прогресс», ВНИИСВ, Купавна.: 1984. – 36 с.

193. Рекомендации по устройству оксидационных контактных стабилизационных (БОКС) прудов в СССР для небольших населенных пунктов. М.: 1987 – 35 с.

194. Рекомендации по использованию сточных вод сахарных заводов и маслосырзаводов для орошения сельскохозяйственных культур в условиях северной зоны Краснодарского края. М.: 1984. – С. 34 - 39.

195. Рекомендации по очистке и обеззараживанию сточных вод населенных пунктов и птицеводческих предприятий в биологических прудах. М.: 1987. – 35 с.

196. Рекомендации по устройству БОКС прудов в СССР для небольших населённых пунктов. М.: 1981. – 32 с.

197. Рекомендации по устройству оксидационных контактных стабилизационных (БОКС) прудов в СССР для небольших населённых пунктов. М.: 1987. – 35 с.

198. Реферативный журнал «Химия». Общие вопросы химической технологии, выпуск сводных томов, 1985. № 1. – 24 с.

199. Реферативный журнал «Химия». Общие вопросы химической технологии, выпуск сводных томов, 1986. № 1. – 24 с.

200. 183. Реферативный журнал «Химия». Общие вопросы химической технологии, выпуск сводных томов, 1987. – 2006. № 1 – 24.

201. Розумная Л.А., Ескин И.А. Инновационные методы биологической очистки водных экосистем // Актуальные проблемы техногенной и экологической безопасности. Сб. науч. трудов – М.: Изд-во РГСУ, 2010. – С. 224 - 228.

202. Розумная Л.А. Любительское рыболовство как метод рыбохозяйственного освоения малых водоёмов средней полосы России // Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата биологических наук. М.: Изд-во ВНИИР. 2003. – 23 с.

203. Руководство по изучению питания рыб в естественных условиях. - М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 259 с.

204. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. – Гидрометеоиздат, 1983. – 239 с.

205. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами / Муравьев А.Г., 3-е изд. СПб: «Крисмас», 2004. – 248 с.

206. Рыбоводно-биологические нормы для эксплуатации прудовых хозяйств. М.: ВНИИРХ, 1976. – 48 с.

207. Руководство по методам гидробиологического анализа // docs.cntd.ru>document (Интернет источник, дата обращения 12.06.2008).

208. Сабанеев Л.П. Рыбы России. Собрание сочинений. Т. 7. М.: ТЕРР - Книжный клуб, 1998. – 384 с.

209. Савин В.Д., Шрамков В.М., Жирков Е.И. и др. Механизм подготовки к использованию органических отходов ферм и комплексов // Общая информация. М.: 1992. – С. 4 - 21.

210. Савичев О. Г. Биологическая очистка сточных вод с использованием болотных биогеоценозов // Известия ТПУ. 2008. №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/biologicheskaya-ochistka-stochnyh-vod-s-

ispolzovaniem-bolotnyh-biogeotsenozov (Интернет источник, дата обращения: 17.02.2024).

211. Садчиков А.П. Зоопланктон: утилизация водорослей природных водоёмов / Планктология. Курс лекций: часть 1. Зоопланктон. Трофические взаимоотношения. М.: Макс - Пресс. 2007. – 224 с.

212. Самохвалова Л.К. Биологическая характеристика щуки // Сырьевая база Куршского залива и пути ее рационального использования / Сб.науч.тр. АтлантНИИ рыбного. хозяйства и океанографии. Калининград. 1971. Вып. XLVI. – С. 148 - 152.

213. Самохвалова Л.К. Некоторые данные о скате молоди щуки из дельты р. Немони // Вопросы ихтиологии. 1973. вып. XLVI. – С. 15 - 22.

214. Самохвалова Л.К. Щука как компонент ихтиофауны Куршского залива. // Автореферат дисс. канд. биол.наук: 03.00.10. – Ихтиология КГТУ, Калининград. 1974. – 28 с.

215. Санитарно - микробиологический и санитарно - паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов. М.: 1986. – 75 с.

216. СаНПиНП правила охраны поверхностных вод (Типовое положение утверждённое - Госкомприродой СССР 21-02-91.2012), (Интернет источник, дата обращения 21.12. 2023).

217. Сельское хозяйство СССР, статистический сборник, М.: Финансы и статистика, 1988. – 535 с.

218. Серветник Г.Е. Технологические и биологические основы рыбохозяйственного освоения водоёмов комплексного назначения. диссертация и автореферат по специальности 06.02.04, доктор с/х наук. – М.: 2004 – 74 с.

219. Серебров Л.И. Применение метода морфофизиологических индикаторов в экологии рыб // Труды СевНИИРХ. Петрозаводск, 1972. Т. 7. – 168 с.

220. Система работы Курьяновских очистных сооружений / Е.А. Абрамова, А. Ю. Киричук, И. Ю. Киричук. —М.: Молодой учёный. - 2016. / № 8 (112). — С. 463 - 468.

221. Системный бенчмаркинг канализования, комплексная оценка и обеспечение безопасности водных источников. Онищенко Г.Г., Кармазинов Ф.В., Кирилов В.В., Грачев В.А., Рахманин Ю.А., Рублевская О.Н., Кирилов Д.М., Волкова И.И., Плямина О.В., Жолдакова З.И., Синицына О.О. Вып. 2. т. 1. – СПб: Новый журнал, 2011. – С. 17 - 125.

222. Смирнова И.Р. Теоретическое обоснование, усовершенствование и разработка мероприятий, направленных на оптимизацию технологий естественной биологической очистки сточных вод с возможностью их использования на орошение и рыборазведение: автореферат на соискание д.в.н. М.: 1997. – 48 с.

223. Смирнова И.Р., Друковский С.Г., Крылов А.Н., Серветник Г.Е., Субботина Ю.М., Наумова А.М., Долгов В.А. «Ветеринарно-санитарная оценка качества и ихтиопатологические исследования пресноводной рыбы». Методические рекомендации МГУПБ, ВНИИР. ВНИИВСГЭ. М.: МГУПБ, 2006. – 39 с.

224. Смирнова И.Р., Субботина Ю.М. Санитарно-бактериологическая оценка очистки животноводческих стоков в системе рыбоводно-биологических прудов // Сб. науч. трудов ВНИИССВ. М.: ВНИИССВ, 1991. – С. 56 - 57.

225. Смирнова И.Р., Субботина Ю.М. Сравнительная бактериологическая оценка животноводческих стоков в системе рыбоводно-биологических пудов / Сб. науч. исслед. ВНИИ по с/х использованию сточных вод. М.: ВНИИГиМ, 1991. – С. 45 – 54.

226. Смирнова И.Р., Субботина Ю.М. Использование биологических прудов и ботанической площадки с высшей водной растительностью для доочистки свиноводческих стоков // Ветеринария № 2. 1995. – С. 51 - 54.

227. Смирнова И.Р., Тюрин В.Г. Субботина Ю.М. Влияние отдельных факторов внешней среды на процессы самоочищения сточных вод // Ветеринария № 12, 1996. – С. 52 - 56.

228. СНиП 2.04.03-85 сооружений для очистки и использования жидких навозных стоков // «Свиноводство» № 5, 1988. – С. 37 - 38.

229. Соболев Ю.А. и др. Рекомендации по разведению щуки в карповых прудах // Тр. Бел.НИИРХ. Т. 9. 1973. – С. 26 - 27.

230. Солдатов В.К. Промысловая ихтиология: учебник для вузов / В. К. Солдатов. — Москва : Издательство «Юрайт», 2023. — 595 с.

231. Специализированный каталог загрязняющих веществ, содержащихся в сточных водах сельскохозяйственных и промышленных объектов. М.: ВНПО «Прогресс», 1995. – 90 с.

232. Спиваков К.М. Роль прудов-накопителей при круглогодовом приеме хозбытовых вод на земледельческие поля орошения // Тезисы докладов научной конференции. Харьков. 1964. – С. 77 - 78.

233. Стеффенс В. Индустриальные методы выращивания рыб. М.: 1985. – 385 с.

234. Строганов С.Н. Об опытах с прудами для очистки сточной воды на московских полях орошения // Материалы Известия бюро Всероссийских водопроводных и сантехнических съездов. – М., 1914, № 4. – С. 16-21.

235. Струсяничев С.В. Влияние орошения животноводческими стоками на химический состав. Сб. науч. тр. ЛитНИИГ им. Вильнюс: Мокслас, 1982. – С. 35 - 48.

236. Субботина Ю.М. Альтернативный опыт использования ВВР для доочистки сточных вод / Международный научный журнал «Наука и мир» № (3) 7, V0l. 1 2014. – С. 99 - 105.

237. Субботина Ю.М. Биопруды для выращивания молоди // Рыбоводство и рыболовство № 1. 1998. – С. 31 - 32.

238. Субботина Ю.М. Биопруды для выращивания молоди рыб // Материалы V Всероссийская научно-практическая конференция 17 - 18 февраля 2011. Состояние среды обитания и фауна охотничьих животных России. М.: РГЗАУ, 2011. – С. 423 - 427.

239. Субботина Ю.М. Биологические инновации в методах и способах очистки животноводческих и птицеводческих стоков // Фундаментальные и прикладные науки, проблемы и перспективы. Монография. Под. ред. В.А. Дубовика, Е.В., Надежкиной Т.И., Хуснетдиновой. – М.: РГАЗУ, 2014. – 150 с.

240. Субботина Ю.М. Биологические и энергетические основы технологии естественной биологической очистки животноводческих стоков в гидроэкосистемах // Материалы VII международной видео практической Интернет конференции. 27.10.2011-05.11.2011 в Праге Materialy VII Mezinarodni vedecko-praktika conference «Zpavy vedecke ideje»-2011. S. 3 - 6.

241. Субботина Ю.М. Биологические пруды для подращивания сеголеток рыб // Актуальные проблемы техногенной и экологической безопасности // Сборник научных трудов. Вып. 7. М.: РГСУ. 2012. – С. 121 - 132.

242. Субботина Ю.М. Ботаническая площадка в экспериментальном хозяйстве ВНПО «Прогресс» Актуальные проблемы техногенной и экологической безопасности. Сборник научных трудов Выпуск 8. М.: РГСУ, 2014. – С. 315-319.

243. Субботина Ю.М. Ветеринарно-санитарная оценка эффективности очистки сточных вод в РБП // Инновационные решения для повышения эффективности аквакультуры. Всероссийская научно-практическая конференция ВНИИР, РГСУ, МГИМО. М.: 2019. - С. 374 - 381.

244. Субботина Ю.М. Выращивание в РБП очистки рыбопосадочного материала, гидрохимический режим и кормовая база // Материалы III международной научной конференции «Общество, наука, инновации».

Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук № 3. ч.3. М.: 2015. – С. 18 – 22.

245. Субботина Ю.М. Ветеринарно – санитарная оценка эффективности очистки сточных вод в биологических оксидационных контактных стабилизационных (БОКС) прудах // Актуальные проблемы техногенной и экологической безопасности. Сборник научных трудов вып. 7. М.: РГСУ, 2012. – С.132 - 143.

246. Субботина Ю.М. Гидроботанический метод очистки сточных вод с помощью высшей водной растительности // Перспективы и проблемы развития аквакультуры в составе АПК. Доклады всероссийской научно-практической конференции 4 - 6 февраля 2014. – С. 288 - 294.

247. Subbotina Yu.M. Hydrobotanical method of wastewater treatment using higher aquatic vegetation. Гидроботанический метод очистки сточных вод с помощью тростника и рогоза // American Journal of American Journal of Scientific and Educational Research No.1. (4), January-June, 2014. - С. 234-239 VOLUME II Scopus журнал.

248. Субботина Ю.М. Естественные биоценозы участвующие в очистке сточных вод рыбоводно-биологических прудов // Защита окружающей среды и рациональное природопользование как элемент стратегии социально-демографического развития общества / Материалы ежегодных научных чтений 29-30 января 2013 г. М.: РГСУ, 2013. – С. 79 - 85.

249. Субботина Ю.М. Забота благом отзовётся // Рыболов № 2. 1987. – С. 14 - 15.

250. Субботина Ю.М. Изучение возможности обеззараживания кровяных стоков в лабораторных условиях // Материалы V Всероссийская научно-практическая конференция / Состояние среды обитания и фауна охотничьих животных России. М.: РГЗАУ, 2011, – С. 416 - 423.

251. Субботина Ю.М. Изучение механизма действия естественно-биологического биоценоза на процессы очистки и обеззараживания сточных

вод в моделируемых лабораторных условиях // Современные проблемы загрязнения окружающей среды и пути их решения. Монография. М.: ВПО РГАЗУ, 2012. – С. 32 – 36.

252. Субботина Ю.М. Инженерно технологические требования, предъявляемые к прудам биологической очистки. Обустройство и расчет всех ступеней биологической очистки. Актуальные проблемы техногенной и экологической безопасности. Сборник научных трудов вып. 8. М.: РГСУ, 2013. – С. 319 - 329.

253. Субботина Ю.М. Использование естественных биоценозов для очистки загрязненных вод рыбохозяйственных предприятий // Развитие аквакультуры в регионах: проблемы и перспективы. М.: Изд-во РГАГ-МСХА, 2011. – С. 180 - 186.

254. Субботина Ю.М. Использование сточных вод в ирригации // Актуальные проблемы техногенной и экологической безопасности / Сб. науч. тр. в. 5.ч.1. Издательство РГСУ, 2011. М.: – С .126 - 132.

255. Subbotina Yu.M. History of development and Introduction of the system of poud cleaning at enterprises of the poultry / История разработки и внедрения системы прудовой очистки на предприятиях птицеводческой промышленности // Materials VIII of the international research and practice conference. December 11 – 12, Westwood, Canada (Канада) 2012 S. 340 - 343.

256. Субботина Ю.М. Концепция интегрированной технологии производства рыбы на свинофермах и комплексах России // Материалы международной научно-практической конференции / Минск, 1998. – С. 230 - 235.

257. Субботина Ю.М. Метод биологической очистки вод // Учёные записки журнал РГСУ. № 6 (94) М.: 2011, – С. 385 - 389.

258. Субботина Ю.М. Метод и технология выращивания рыбопосадочного материала в РБП. Актуальные проблемы техногенной и экологической безопасности. Сб. науч. статей. Вып. 8. М.: РГСУ 2014 - С. 329 - 337.

259. Субботина Ю.М. Методы очистки и обеззараживания сточных вод скотобоен и мясокомбинатов. Экологический вестник Северного Кавказа. 2011. Т. 7. № 2. – С. 37 - 41.

260. Субботина Ю.М. Методы и способы очистки сточных вод естественными компонентами – экосистемы в рыбоводно-биологических прудах очистки различной модификации. Монография для самостоятельных работ студентов. М.: Изд-во МГУПП, 2022. – 172 с.

261. Субботина Ю.М. Механизм антибактериального действия фитопланктона и макрофитов на процессы самоочищения сточных вод // Отходы, причины их образования и перспективы использования: Сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч. экол. конф. / сост. Л. С. Новопольцева; под ред. И. С. Белюченко. – Краснодар: КубГАУ, 2019 – С. 441 - 445.

262. Субботина Ю.М. Механизм действия естественно-биологического биоценоза на процессы очистки и обеззараживания сточных вод в моделируемых лабораторных условиях // Защита окружающей среды и рациональное природопользование как элемент стратегии социально-демографического развития общества // Материалы ежегодных научных чтений 29-30 января 2013 г. М.: РГСУ, 2013. – С. 85 - 90.

263. Субботина Ю.М. Метод и технология выращивания рыбопосадочного материала в рыбоводно-биологических прудах // Актуальные проблемы техногенной и экологической безопасности. Сборник научных трудов Вып. 8. М.: РГСУ, 2014. – С. 329 - 337.

264. Субботина Ю.М. Микробиологическая и биоценотическая утилизация птичьего помета естественными биоценозами // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. № 3 (35). 2020. – С. 341 - 350.

265. Субботина Ю.М. Микроценозы, зооценозы, ихтиоценозы сточных вод / Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности // Сб. стат. по материалам Междунар. науч. экол.

конференции / составитель Л. С. Новопольцева; под ред. И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2018 – С. 80 - 84.

266. Субботина Ю.М. Область применения БОКС прудов. Описание и принцип действия // Актуальные проблемы техногенной и экологической безопасности / Сборник научных трудов Выпуск 7. М.: РГСУ, 2012 – С. 143 - 151.

267. Субботина Ю.М. Особенности подготовки сточных вод для орошения в зависимости от генезиса и технологии производства // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства / II-ая Российская научная конференция учёных Украины, Белоруссии. Краснодар. Изд-во Госагроуниверситет, 2010. – С. 124 - 135.

268. Субботина Ю.М. Оценка эффективности очистки сточных вод различного генезис. // Монография. М.: РГСУ, 2012 – 120 с.

269. Субботина Ю.М. Очистка дренажных вод рогозом широколиственным. // Актуальные проблемы техногенной и экологической безопасности // Сб. научных трудов. Вып. 5, часть 1. М.: Изд-во РГСУ. 2011. – С. 133 - 139.

270. Субботина Ю.М. Очистка и обеззараживание сточных вод мясокомбината // Социальная политика и социология. Международный научно-практический журнал РГСУ, № 9. М.: 2011. – С. 145 - 156.

271. Субботина Ю.М. Очистка сточных вод различного генезиса естественными биоценозами // Человеческий капитал. Научно-практический журнал. № 11. М.: Изд-во РГСУ, 2011. – С. 202 - 204.

272. Субботина Ю.М. Результаты экспериментальных исследований по подготовке сточных вод города Атбасары // Актуальные проблемы техногенной и экологической безопасности / Сборник научных трудов Выпуск 7. М.: РГСУ, 2012 – С. 151 - 159.

273. Субботина Ю.М. Рыбоводно-биологические пруды в практике очистки животноводческих стоков и выращивания рыбопосадочного материала // Актуальные проблемы экологии и безопасности жизнедеятельности /

Материалы годичных научных чтений (Москва, 4-5 февраля 2008г) М.: 2008. – С. 171 - 190.

274. Subbotina Yu.M. Fish-breeding biological ponds and the practice of its using in wastewater decontamination and newly-hatched fish breedin. Рыбоводно-биологические пруды в практике очистки, обеззараживания сточных вод и выращивания рыбопосадочного материала // Science and Education:Materials of the III international research and practice conference Vol. 1. April 25 - 26. 2013. Munich, Germany (Германия). – P. 230 - 240.

275. Субботина Ю.М. Современные биотехнологии природоохранной обработки и утилизации отходов животноводческого производства для выращивания рыбы // Всероссийская научно-исследовательская конференция 4 февраля 2020 г в рамках выставки и АГОФАРМ 2020 «Актуальные ресурсосберегающие системы аквакультуры». М.: 2020 – С. 394 - 401.

276. Субботина Ю.М. Современное состояние использования методов очистки сточных вод // Актуальные проблемы техногенной и экологической безопасности / Сб. научных трудов вып. 5.ч.1. 2011. М.: Издательство РГСУ, 2011. – С.139 - 146.

277. Субботина Ю.М. Совершенствование очистки животноводческих и птицеводческих отходов с помощью естественных биоценозов // Международная научно практическая конференция «Новая наука: опыт, традиции и инновации» 24 января 2016, ч. 2 Издательство Стерлитамак, 2016. – С. 25 - 36.

278. Субботина Ю.М. Состояние и перспективы развития отечественного свиноводства в РФ. Международный научный журнал «Наука и мир» № 5 (105) 2022. – С. 55 - 58.

279. Субботина Ю.М. Технология выращивания молоди карпа в рыбоводно-биологических прудах: автореферат к.с.-х.н. М.: ТСХА. 1993.– 28 с.

280. Субботина Ю.М. Технология выращивания молоди щуки. М.: РГСУ, 2012. – 45 с.

281. Субботина Ю.М. Технология выращивания молоди щуки в рыбоводно-биологических прудах очистки. М.: РОСБОТПЕХ, 2022. – 65 с.

282. Субботина Ю.М. Технология выращивания рыбопосадочного материала различного трофического уровня в рыбоводно-биологических прудах на очищенных и обеззараженных животноводческих стоках. М.: Изд-во, «РОСБИОТЕХ», 2024. – 82 с.

283. Субботина Ю.М. Технологическая схема очистки свиноводческих стоков в классических рыбоводных прудах. Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены» № 3. 2022. – С. 361 - 368.

284. Субботина Ю.М. Удобрительная ценность сточных вод предприятий пищевой промышленности // Материалы III международной научно-экологической конференции. Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и с/х производства (20 - 21 марта 201) / ФГБОУ ВПО Кубанский государственный аграрный университет Краснодар, 2013. – С. 292 – 298.

285. Субботина Ю.М. Унифицированная классификация водоёмов комплексного назначения // Учёные записки. М.: РГСУ. № 5 (58), 2009. – С. 109 - 123.

286. Субботина Ю.М. Усовершенствованная технология выращивания рыбопосадочного материала различного трофического уровня в рыбоводно - биологических прудах на очищенных и обеззараженных животноводческих стоках. М.: РГСУ, 2014. – 52 с.

287. Субботина Ю.М. Учебный практикум для бакалавров по дисциплине «Водная токсикология». Учебно-методические материалы для направления подготовки бакала. М.: Изд-во РГСУ, 2013. – 83 с.

288. Субботина Ю.М. Характеристика санитарно-гидрохимических показателей самоочищения птицеводческих стоков в условиях разбавления их биологически очищенными сточными водами и альголизацией их водорослями // Пресноводная аквакультура: мобилизация ресурсного

потенциала Материалы Всероссийской научно-практическая конференции с международным участием. (Москва, ВДНХ, 7 - 9 февраля 2017) (Электронный ресурс). – М.: Изд-во «Перо», 2017. – С. 482 – 491.

289. Субботина Ю.М. Щука обыкновенная – добавочная культура в водоёмах комплексного назначения // Сб. науч. трудов ГНУ ВНИИ ирригационного рыбоводства. – М.: Изд-во РГАУ - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. – С. 174 – 180.

290. Субботина Ю.М. Экологические аспекты сохранения чистоты водных ресурсов России // Материалы VIII международной научно - практической конференции 10 - 11 октября 2012 / Проблемы и перспективы социально экономического реформирования современного государства. М.: Институт стратегических исследований, 2012. – С. 184 - 194.

291. Субботина Ю.М. Эколого-биологические и социальные проблемы загрязнения почв и водоёмов // Актуальные проблемы охраны окружающей среды. М.: РГСУ, 2006. – 145 с.

292. Субботина Ю.М. Эколого-биологические инновации в методах и способах подготовки сточных вод. Десятый - Международный социальный конгресс. М.: РГСУ, 2010. – С. 245.

293. Субботина Ю.М. Эколого-биологические особенности отчистки и санации сточных вод мясокомбината. Краснодар: Сб. науч. трудов Кубанский ГАУ, 2017. – С. 192 - 195.

294. Субботина Ю.М. Эколого-биологический метод очистки сточных вод с помощью высшей водной растительности // Сб. науч. трудов Актуальные проблемы техногенной и экологической безопасности. М.: РГСУ, 2010. – С. 277 - 282.

295. Субботина Ю.М. Эколого-биологические особенности очистки сточных вод в биологических оксидационных контактных стабилизационных (БОКС) прудах // Страны БРИК в условиях глобального кризиса: потенциал и

проблемы консолидации. IX Международный социальный конгресс. М: РГСУ, 2010. – С. 149.

296. Субботина Ю.М. Эколого-биологические особенности подготовки сточных вод пищевой промышленности // Кубанский государственный аграрный университет проводит V Международную научную Экологическую Конференцию на тему: «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства», Краснодар 28 – 30 марта 2017 г. – С. 502 - 508.

297. Субботина Ю.М. Эколого-социальные аспекты использования и охраны водных ресурсов // Междисциплинарный научно практический журнал. / Социальная политика и социология. № 5 (83) 2012. – С. 166 - 176.

298. Субботина Ю.М. Эколого-социальные проблемы сохранения чистоты естественных водных источников // Социальная политика и социология. Международный научно-практический журнал РГСУ, № 6, т. 2. М.: 2013. – С. 107 - 117.

299. Субботина Ю.М. Эколого-экономический менеджмент очистных сооружений и экономическая эффективность от внедрения сооружений естественной биологической очистки сточных вод. Международный научный журнал «Наука и мир» № 1 (1), 2013. – С. 127 – 132.

300. Субботина Ю.М. Эффективность очистки сточных вод на птицефабрике Краснополянская в биологических картах очистки в условиях производства // Современные проблемы гуманитарных и естественных наук / Материалы XXVII Международной научно-практической конференции. 2-3 марта 2016. Издательство «Перо». М.:2016. – С. 33 - 43.

301. Субботина Ю.М. Экспериментальные исследования птицеводческих стоков в лабораторных моделируемых условиях. Французский журнал Journal of science Lyon 2020. – P. 18 - 22.

302. Субботина Ю.М., Бабкина А.А. Бактерицидные свойства растений // Вопросы охраны труда и окружающей среды / Сборник студенческих статей. Выпуск 7. М.: РГСУ, 2012. – С. 12 – 20.

303. Субботина Ю.М., Белозубова Н.Ю., Ковалевская Е.М. Кутковский К.А. Эффективность утилизации твёрдых и жидких отходов птицеводческого производства. Экологический Вестник Северного Кавказа Т. 10. № 3 Краснодар КГАУ, 2014. С. – 29 - 85.

304. Субботина Ю.М., Буркутский В.Д. Исследование воздействия ряда дезинфектантов на негативный запах свиноводческих стоков // Инновационный потенциал молодёжи социальному обновлению России / Материалы Всероссийской недели студенческой науки (20 - 24 апреля 2009) Сборник научных трудов – М.: РГСУ, 2009. – С. 209 - 215.

305. Субботина Ю.М., Киселева К.А. Экономическая эффективность от внедрения сооружений естественной биологической очистки сточных вод. // Экология биосферы и природопользование // Сб. научных трудов магистров вып. 1. М.: Издательство РГСУ, 2011. – С. 75 - 82.

306. Субботина Ю.М. Киселева М.Г. Современные сооружения естественной биологической очистки (БОКС пруды) для утилизации сточных вод // Проблемы ветеринарной санитарии гигиены и экологии. Российский журнал № 2 (6) М.: 2011. – С. 74 - 75.

307. Субботина Ю.М., Коган А.А. Особенности очистки сточных вод ливневой канализации // IX Международный с форум студентов РАЕН. Электронный научный журнал. 2017. European student scientific journal «Студенческий научный форум 2017».

308. Субботина Ю.М., Кулёва А.В. Способы очистки птицеводческих стоков с помощью естественных биоценозов. IX Международный с форум студентов РАЕН. Электронный научный журнал. 2017. European student scientific journal «Студенческий научный форум 2017».

309. Субботина Ю.М., Корчевский Д.А. Разработка и внедрение системы прудовой очистки для условий малых и средних населённых пунктов. //Актуальные проблемы техногенной и экологической безопасности. Сб. научных трудов вып. 6. М.: Изд-во РГСУ, 2011. – С. 143 - 151.

310. Субботина Ю.М., Кузнецова М.А. Микробиологическое самоочищение водоёмов. Антропогенное воздействие на экосистемы различного уровня // Молодёжь России в условиях преодоления последствий глобального кризиса. М.: Издательство РГСУ, 2010. – С. 142 - 150.

311. Субботина Ю.М., Кутковский К.А. Естественная биологическая очистка сточных вод в рыбоводно-биологических прудах с помощью гидробиоценозов // Международная конференция «Чистая вода» Опыт реализации инновационных проектов в рамках федеральных целевых программ Минобрнауки России (16 декабря 2014). М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2014. – С. 93 - 94.

312. Субботина Ю.М. Кутковский К.А. Степень аккумуляция радиоактивных примесей естественными биоценозами. Международный научный журнал «Наука и Мир», № 2 (2), 2013. – С. 36 – 40.

313. Субботина Ю.М., Мазур А.В., Лесина Т.Н. Результаты выращивания сеголеток карпа и толстолобика в рыбоводно-биологических прудах. Материалы международной научно-практической конференции 15-16 октября 1998. Минск: Хата, 1998. – С. 222 - 226.

314. Субботина Ю.М., Максимова О.Е. Роль микроорганизмов в круговороте веществ // Антропогенное воздействие на экосистемы различного уровня / Молодёжь России в условиях преодоления последствий глобального кризиса. М.: Издательство РГСУ, 2010. – С. 181 - 192.

315. Субботина Ю.М., Новиков И.А. Характеристика санитарно-гидрохимических показателей самоочищения свиноводческих стоков в условиях их разбавления водопроводной водой // Инновационный потенциал молодёжи социальному обновлению России / Материалы Всероссийской

недели студенческой науки (20 - 24 апреля 2009) Сборник научных трудов. М.: РГСУ, 2009. – С. 204 - 209.

316. Субботина Ю.М., Пономарева Е.М. Характеристика сточных вод Курьяновской станции аэрации // Сб. науч. трудов Актуальные вопросы охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности. М.: РГСУ, 2009. – С. 109 - 115.

317. Субботина Ю.М., Розумная Л.А. Улучшение степени водоподготовки стоков в рыбоводно-биологических пруда. Инновационный потенциал молодёжи социальному обновлению России. Материалы Всероссийской недели студенческой науки 20-24 науки 20-24 апреля 2009 // Сборник научных трудов. М: РГСУ, 2009. – С. 178 - 183.

318. Субботина Ю.М., Розумная Л.А. Эколого-биологическое значение разведения молоди щуки // VI -ая Международная Internet-конференция. Проблемы экологии в современном мире. М.: РГСУ, 2009. С. 193.

319. Субботина Ю.М., Розумная Л.А., Захаркин В.П., Гапоненко А.В. Оценка экологического состояния водоёмов комплексного назначения в составе агрогидроценозов. Учебное пособие для самостоятельной работы студентов. М.: Изд-во РГСУ, 2008. – 143 с.

320. Субботина Ю.М., Розумная Л.А., Серветник Г.Е., Фигурков А.С. Рыбоводно-биологические и техико-эконномичесое обоснование включеия водоемовв в состав полуфункцтональныххозяйств. М.: 200

321. Субботина Ю.М., Санакина Е.М. Отношение микроорганизмов к экологическим факторам окружающей среды // Антропогенное воздействие на экосистемы различного уровня / Молодёжь России в условиях преодоления последствий глобального кризиса. М.: Издательство РГСУ, 2010. – С. 270 - 279.

322. Субботина Ю.М., Серветник Г.Е., Наумова А.М. Научные принципы интеграции выращивания рыбы с растениями, нутриями и водоплавающими птицами и использованием отходов животноводства // Сборник ВНИИР.

Рыбохозяйственное использование водоёмов комплексного назначения. II часть. М.: 2001. – С. 61 - 70.

323. Субботина Ю.М., Серветник Г.Е., Смирнова И.Р., Крылов А.Н. Ветеринарно-санитарные и экологическе мероприятия по выращиванию рыбы в интеграции с растениями и животными. М.: 2002. – 25 с.

324. Субботина Ю.М., Смирнова И.Р. Особенности очистки сточных вод в БОКС прудах // Сб. науч. трудов Охрана окружающей среды и рациональное природопользование в условиях глобального кризиса. М.: РГСУ, 2009. – С. 52 - 59.

325. Субботина Ю.М., Смирнова И.Р. Растительноядные рыбы и их роль в санации рыбоводно-биологических прудов // Инф. бюл. МИК. Итоги научно-практических работ в ихтиопатологии. М.: 1997. – С. 115 - 116.

326. Субботина Ю.М., Смирнова И.Р. Рыбоводно-биологические пруды и выращивание рыбы на жидких отходах свиноводства. Свиноводство. № 3, 1996. – С. 21 - 24.

327. Субботина Ю.М., Смирнова И. Р. Рыбоводно-биологические пруды в практике очистки сточных вод и выращивания рыбопосадочного материала // Рыбохозяйственное использование водоёмов комплексного назначения. Ч. 2. – М.: 2001. – С. 112 - 117.

328. Субботина Ю.М., Смирнова И.Р. Экологические требования, предъявляемые к прудам биологической очистки животноводческих стоков, предназначенных для целей рыборазведения // VI международная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы науки и хозяйства; новые вызовы и решения» – С-Петербург: 2015. – С. 27 - 31.

329. Субботина Ю.М., Смирнова И.Р., Виноградов В.Н., Мазур А.В., Чистова Л.С., Лесина Т.Н. Способ очистки сточных вод животноводческих комплексов, ферм и птицефабрик с помощью адаптированного комплекса микроводорослей, высшей водной растительности, зоопланктона и рыбы //

Изобретение № 2140735 Cl 6A 01 K 61/00 C 02 F приоритет. 13.01.98. Бюл. № 31 10.11.1999. Зарегистрировано 10.11.1999. Бюл. № 32 приоритет 14.01.98.

330. Субботина Ю.М., Смирнова И.Р., Дорошин Р.Е., Кудрявцева А.Д. Экологическая теория полифункциональной роли гидробионтов в самоочищение сточных вод // Международная заочная научно-практическая конференция «Теоретические и прикладные вопросы науки и образования» (Россия, Тамбов, 31 января, 2015) ч. 6. Тамбов: UCJM, – С. 111 - 118.

331. Субботина Ю.М., Смирнова И.Р., Кутковский К.А. Роль естественных гидроценозов в очистке и обеззараживании естественных водоисточников и сточных вод // Всероссийская научно практическая конференция «Аквакультура сегодня» ВНИИР, ВДНХ 3 февраля, 2015. – С. 278 - 284.

332. Субботина Ю.М., Смирнова И.Р., Кутковский К.А. Теоретические и методологические подходы к очистке сточных вод компонентами водной экосистемы // Вестник Алтайского ГАУ № 5, Барнаул, 2015. – С. 98 - 106.

333. Субботина Ю.М., Смирнова И.Р., Лесина Т.Н., Тюрин В.Г. Метод очистки животноводческих стоков в рыбоводно-биологических прудах с использованием поликультуры рыб. Методические рекомендации // М.: 2002. – 31 с.

334. Субботина Ю.М., Смирнова И.Р., Мазур А.В., Лесина Т.Н. Совершенствование технологии выращивания рыбопосадочного материала в поликультуре с растительноядными рыбами в прудах биологической очистки // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре. Второй международный симпозиум. КРАСНИИРХ, Адлер, 1999. – С. 102.

335. Субботина Ю.М., Смирнова И.Р., Мазур А.В., Куликов А.С., Домбровская Л.В., Лесина Т.Н., Меркурьев В.С., Тюрин В.Г. Усовершенствованная технология выращивания объектов аквакультуры на биопрудах животноводческих комплексов // РАСХН, ВНИИВСГЭ, 1999. – 41 с.

336. Субботина Ю.М., Смирнова И.Р., Павлова Е.В. и др. Гидробиологические процессы самоочищения воды при антропогенном загрязнении водоёмов. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Москва, ВВЦ, 21-22 января 2016 // (Электронный ресурс,дата обращения, 25.11.2022) – М.:ФГБНУ ВНИИР, 2016. Т.1 – М.: Издательство «Перо», 2016. – 329 с.

337. Субботина Ю.М., Смирнова И.Р., Павлова Е.В. Микробиологическая очистка и санация сточных вод в биологических оксидационных контактных стабилизационных прудах. Международный научный журнал «Наука и мир» № 1 (29). 2016 – С. 106 - 109.

338. Субботина Ю.М., Смирнова И.Р., Серветник Г.Е., Зотов В.В. Унифицированная технология выращивания рыбопосадочного материала различного трофического уровня в РБП на очищенных и обеззараженных животноводческих стоков. М.: Изд-во ФГБНУ МГУПП. 2015 – 43 с.

339. Субботина Ю.М., Розумная Л.А., Будник Л.И., Львов Ю.Б. и др Методические основы мониторинга водоёмов городских агломераций. Монография. Деп. ВИНИТИ, № 958 - В. М.: 2007. – 211 с.

340. Субботина Ю.М., Шопинская М.И. Эколого-биологическая оценка антропогенного загрязнения гидроценозов высокоминерализованными животноводческими сточными водами. Международный журнал. «Наука и мир» № 12 (64), Том 2. 2018. – С. 16 - 19

341. Субботина Ю.М., Терёшина А.Н. Использование рыбоводно биологических прудов в практике очистки животноводческих стоков // Сб. научный труд. Экологические и технологические аспекты утилизации сточных вод и животноводческих стоков. М.: 1990. – С. 191 – 196.

342. Субботина Ю.М., Терёшина А.Н. Использование рыбоводно-биологических прудов для очистки сточных вод // Передовой производственный научно-технический опыт в мелиорации и водном

хозяйстве, рекомендуемый для внедрения / Информационный сборник. М.: 1990. – С. 39 - 49.

343. Суханова Г.И. О плодовитости щуки (Esox lucius,L) в Вилюйском водохранилищ // Вопросы ихтиологии. 1979. вып. 2. – С. 278 - 283.

344. Суховерхов Ф.М., Сиверцев А.П. Прудовое рыбоводство. М.: 1975. – 470 с.

345. Сущеня Л.М. Количественные закономерности питания ракообразных. Минск, 1976. – 208 с.

346. Сыев С. и др. Эффективная очистка и использование сточных вод мясокомбинатов. Высший институт архитектуры и строительства. София, 1983 - 84. Св. 15,31. 1985. – С. 59 - 76.

347. Тарханов О.В. Вкусная еда из химии. По материалам газеты «Республика Башкортостан», 14 декабря 2010, № 237. – 2010.

348. Тарханов О.В. Главная проблема птицепрома. Экологическое обоснование // WebPticeProm.ru, 2011 (Интернет источник, дата обращения 01.02.2020).

349. Тарханов О.В. Основы теории аграрного производства. Уфа: Системы и технологии. 2008. – 264 с.

350. Тарханов О.В. Плодородие без гумуса и удобрений // Химия и жизнь, № 3, 2008. – С. 24.

351. Тарханов О.В. Технологическая реформа сельского хозяйства как средство против войны. М.: Книга и бизнес, 2006, – 220 с.

352. Тарханов О.В., Тарханова Л.С. Современные технологии переработки навоза и помета как тормоз экономики. Системы и технологии, 2009. – 159 с.

353. Тарасов Е.А., Серветник Г.Е. Заключительный отчет по теме 02.03 Разработать биотехнологию выращивания карпа и растительноядных рыб в очистных водоемах животноводческих комплексов» ВНИИР. пос. Воровского, 1980. – 242 с.

354. Ташлыков Н.А., Афонинат Е.Ю., Итигилова М.Ц. Оценка качества воды озера Кетон по состоянию планктона (Забайкальский край). Вестника АГТУ Сер: Рыбное хозяйство 2013 № 1. – 235 с.

355. Телитченко М.М. Биологический метод ускорения самоочищения в окислительных прудах. Бюллетень МОИП отделения биологии. 1970. т. 75. Вып. 2. – 327 с.

356. Телитченко М.М. Биологический способ обеззараживания сточных вод, инфицированных бактериями туберкулёза // Авторское свидетельство № 240551, – 1969.

357. Телитченко М.М. Задачи гидробиологических исследований в условиях комплексного использования водных ресурсов // Гидробиологический журнал.1992. Т . 8, № 3. – С. 15 - 22.

358. Телитченко М.М. О возможности управления процессами самоочищения биологическими методами // Теория и практика биологического самоочищения. М.: Наука, 1976. – 240 с.

359. Телитченко М.М. Теория и практика биологического самоочищения сточных вод. М.: 1972. – 110 с.

360. Телитченко М.М., Гусев М.В. Взаимоотношение некоторых зеленых водорослей с бактериями, ракообразными с рыбами. Сборник трудов. Биология синезеленых водорослей. М.: МГУ, 1964. – С. 99 - 110.

361. Телитченко М.М., Гусев М.В. О токсичности синезеленых водорослей // Доклад в А.Н. СССР. 1965. Т. 160. № 6. – С. 56 - 60.

362. Телитченко М.М., Давыдова Н.В., Федоров В.Д. Взаимоотношение водорослей и микроорганизмов // Научные доклады Высшей школы. 1964. Т. 4. – С. 157 - 163.

363. Телитченко М.М., Остроумов С.А. Введение в проблемы биохимической экологии. М.: Мир, 1982. – 420 с.

364. Теория и практика биологического самоочищения водоемов и сточных вод. Л.: Наука, 1972. – 110 с.

365. Терешенков И.И. О смене зубов щуки // Вопросы ихтиологии. т. 12. вып. 5. 1976. – С. 56 – 63.

366. Технологическая линия подготовки и использования сточных вод животноводческих комплексов. Свердловск: Урал НИИВХ, 1988. – С. 1 - 3.

367. Технологические и технические решения утилизации отходов птицефабрик и животноводческих комплексов. Москва, Минсельхозпрод РФ, Протокол заседания межведомственной комиссии и материалы, 1997. – 269 с.

368. Тишлер В. Сельскохозяйственная экология / В. Тишлер. – М.: Колос, 1971. – 455 с.

369. Трипольская Л.Н., Романовская Д.К. Миграция азота органических удобрений на дерново-подзолистой супесчаной почве в осенне-зимний период // Доклады симпозиума ВНИПТИХИМ, М.: – 1999. – 97 с.

370. Удобрения, их свойства и способы использования // Под ред. Д. А. Коренькова. – М.: Колос, 1982. – 343 с.

371. Усачев П.И. Количественная методика сбора и обработки фитопланктона // Труды Всесоюзного гидробиологического общества. - 1961. – Вып. 11. – С. 411-145.

372. Усачева И.Г., Поляков А.А. Эпизодические и гигиенические аспекты уборки навоза и обеззараживания сточных вод на крупных промышленных фермах. М.: ВНИТЭИСХ, 1972. – 71 с.

373. Уфимцева Н.С., Васильева Л.А. Теоретические основы и методы оценки племенных качеств сельскохозяйственных животных. Учебное пособие. - Новосибирск: ИЦиГ СО РАН. 1995. – 80 с.

374. Федеральный закон от 24.06.98 N 89-ФЗ (ред. от 19.07.2011) «Об отходах производства и потребления» Редакция от 02.07.2021 — Федеральный закон. Об отходах производства и потребления (Интернет источник дата обращения 10.01 2022).

375. Фисинин. В. И Учёные птицеводы России. Люди и птицы. Сергиев-Посад: 2011. – С 146.

376. Федосеев Ю., Макаров А. Биологическая система очистных сооружений // Свиноводство № 5, 1988. – С. 37 - 38.

377. Филатов В.И. Количественные данные по питанию личинок рыб Moina rectirostris // Труды ВНИПРХ 1971. № 6. – С. 234 - 241.

378. Фокина В.Д. Использование отходов сельского хозяйства в рыбоводных прудах // Животноводство и ветеринария. Достижения сельскохозяйственной науки и практики / ВНИИ информации и технико-экономических исследований по сельскому хозяйству № 11. ВАСХНИЛ, 1984. – С. 33 - 39.

379. Фокина В.Д. Переработка и утилизация навозных стоков в замкнутых системах с учётом требований экологии // Агропромышленное производство: опыт, проблемы и тенденции развития. Животноводство № 3. 1990. – С. 71 - 79.

380. Халилов С.Х. Фитопланктон прудов (поселка Куршаб) юга Кыргызстана / С.Х. Халилов, А. Абдукадиров, Б. Умарова, З. Урманов // Докл. академии наук № 10, 1991. - С. 43.

381. Хамер М. Технология биологической очистки сточных вод. Дюссельдорф, 1983. – С. 145 - 150.

382. Хамер М. Технология обработки природных и сточных вод. М.: Стройиздат. 1979. – 400 с.

383. Химельблад Г.П. Анализ процессов статистическими методами. М.: Мир.1979. – 957 с.

384. Цейтин К.Ф. Основы обеспечения радиологической безопасности Автореферат на соискание учёной степени доктора технических наук в форме научного доклада. М.: МосНПО «Радон», 1999. – 84 с.

385. Цепкий Е.О. О максимальных размерах щуки. Esox lucius, L. // Вопросы ихтиологии. 1986. т. 26. Вып. 5. – С. 867 - 869.

386. Цой Л.М., Рассказов А.Н. Состояние и проблемы развития свиноводства России. Техника и технологии в животноводстве №1 (41), 2021 – С. 46-51.

387. Черепанов А.А., Рогожин В.А. и др. Обеззараживание ила и сточных вод свиноводческих комплексов // Ветеринария № 12. 1983. – С. 19 – 22.

388. Чефранова Е.А. Возмещение вреда, причиняемого здоровью граждан М.: Изд-во Известия, 1986. – С. 50 - 51.

389. Чижов Н.И., Королев А.П. Справочник работника рыбхоза. М.: 1977. – 28 с.

390. Чугунова, Е.О. Методы определения сальмонелл в мясе и мясных продуктах : методические рекомендации / Е.О. Чугунова, Н.А. Татарникова. – Пермь : ИПЦ «Прокростъ», 2017. – 30 с.

391. Шамардина И.П. Этапы развития щуки // Труды института морфологии животных им. А.Н. Северцева. 1957. Вып.16. М.: – С. 66 - 79.

392. Шмальгаузен И.И. Рост и общие размеры тела в связи с их биологическим значением // Зоологический журнал. М.: 1935. – С. 186 - 192.

393. Шмырев В.И. Мелихова Ю.М. Санитарная охрана водозаборов подземных вод // Актуальные проблемы техногенной и экологической безопасности. Сб. научн. тр. Вып. 6. М.: РГСУ, 2011. – С. 332 - 340.

394. Шойдоков А. Б., Матафонов П. В. Оценка качества воды в сообществах донных растений озера Кенон по показателям зообентоса // Шаг в науку. - 2020. - № 1. - С. 109 - 113.

395. Эйнор Л.О. Ботаническая площадка биоинженерное сооружение для доочистки сточных вод // Водные ресурсы, 1990, № 4, – С. 149 - 161.

396. Эйнор Л.О. Макрофиты и экология водоемов. М.: Институт водных проблем РАН, 1992, – 256 с.

397. Экология и строительство под редакцией чл. – корр. АН С.В. Яковлева, М.: Стройиздат, 1987. – С. 94 - 170.

398. Экологическая оценка использования свиноводческих отходов stud file.net (Интернет источник, дата обращения 01.01.14).

399. Юрьев Б.Т. Биологические пруды. Рига: АВОТС, 1992. – С. 32 - 37.

400. Юсупов Р.М., Киселева Т.А. Экономическая эффективность утилизации стоков крупных животноводческих комплексов в бассейне Волги // Сб. научн. тр. ВНИИССВ, 1991. – С. 122 - 130.

401. Яблоков А.В. Экология и политика в России. М.: 2011. – С. 5 - 44.

402. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Ласков Ю.М., Калицун В.И. Водоотведение и очистка сточных вод. М.: Стройиздат, 1996. – 702 с.

403. Яковлев С.В. Скирдов И.В. Шведов В.Н. Биологическая очистка производственных сточных вод. М.: Стройиздат, 1985. – 208 с

404. Яковчук М.П. Трофические взаимоотношения в экосистеме пруда поликультуры карпа с белым и пестрым толстолобиком // Автореферат диссертации к.б.н. в форме научного доклада. М.: 1993. – 25 с.

405. Ярных В.С., Гришаев И.Д., Баранников В.Д. Очистка обеззараживание и утилизация сточных вод. Вестник сельскохозяйственной науки. М.: 1985. № 8. – С. 117 - 121.

406. Ятулене Н.М. Бактериологические аспекты очистки сточных вод в биологических прудах // Водоснабжение и санитарная техника. М.: 1983. № 1. – С. 9 - 10.

407. Abbot W.E.Oxygen production in water by photosynthesis / Sewade Works Y., № 20, 1968. – 538 – 541 s.

408. Advanced Biotechnologies - Achievements and Prospects” (VIth Edition), held on 3 - 4 October, 2022 in Chisinau, Republic of Moldova. Chisinau. P. 229 - 232;

409. Alternative best sources // New technological processes in the mechanizationof livestock production in other to reduce energy consumption, 1988. P. 16 – 25.

410. Anwand K. Erbriitung und Acefrucht von Hechten und Marantn. // Fischer und Teichurt. – Osterr waster-wirt. 1991 - 42. - № 1 – S. 2 - 5.

411. Atanasoff K., Haber R., Braun R. «Osterr waster-wirt», 1987, № 3 - 4, 71 – 85.

412. Ballantine D.S. et al. The practibality of using atomic radiation for waste-water treatment // «J. Water Pollution 82. Cappadonna C. et al. Possible use high-level radiation for the degradation of sum substances present in urban and industrial waters // «Radiation for a clean environment», 1975, p. 265 - 284.

413. Baotian Yang Обработка сточных вод боен с помощью флокулянта на основе полигидроксисульфата железа. «Хуаньузин КЭСЮЭ», I. Environ Sci, 1985, 6, № 5, 44 – 47 s.

414. Barinova S. S. Medvedeva L. A., Anisimova O. V. Bioraznoobrazie vodoroslei - indikatorov okruz-haiushchei sredy (Biodiversity of algae - indicators of the environment). Tel Aviv, Pilies Studio, 2006. – 498 p.

415. Beauchamp E.G., Kidd G.E., Thurtell G. Ammonia volatilization from liquid dairy cattle manure in the field / E.G. Beauchamp, G.E. Kidd, G. Thurtell – Canadian J. Soil Sci. – 1982. – v. 62 - № 1. p. 11 - 12.

416. Belanger D. et al «Sci et techn. can», 1986, 19, № 2, 142 - 145, 147 - 149, 151, 152 – 156 s.

417. Bittmann M., Seidel K Enwassrung und Autbereitung von Chmiesschlanim mit Hilfe der Ptlanzen. G.W.F.S., 1990. - 488 s.

418. Blank F.C. et al Proc. 38.th Ind Waste Contr West Lalazette, Ind May 10 - 12. 1983. Boston e.a., 1984, 133 - 140 s.

419. Botzan M. Gobjila W. Du Abwassertand benandlung in der rumanischen Volksrepublik. Ln: Probleme den Abwassertand benandlung – Lsgungs bericht. № 25. 1960.

420. De Furk E.E. Adaptability of Sewage smudge as a fertilizer Sewage works I. 1935. 7. 597. 610 s.

421. Dahe K., Worgaard R. Proc. Int. Symp. E. Rp. Progr. Recycl Urban and Ind. Waste, Luxemburg, 8 - 10 May, 1984, London, N. Y., 1984, 331 – 337.

422. Dobrojan S. Modificarile morfofiziologice §i biochimice ale algei Spirulina platensis (Nordst.) Geitl. cultivate pe ape reziduale §i utilizarea ei: Autoreferatul tezei de doctor in biologie: 03.00.05 / S. Dobrojan: Academia de §tiin^e a Moldovei Gradina Botanica (INSTITUT). - Chisinau, 2011. - 29 p.

423. Doiq F.F., Tuppinq R,. Mankinen – Yrvin Effect of micro colony formation on the adherence of Pseudomonas aeruqinosa to human buccal epithelial cells Microb. Ecol. Health and Disease. 1989. 2. №3. P. 203 – 209.

424. Ducey Z.W.H. Internal Wind in Water gilies: A ny Adaptation for ziee in Anaerobis Sechments. Saence 210, 1017. 1980.

425. Edwards P. Cerdoc Bebre lagunas Peceras. // Industria Porcina USA, 1986, 6 № 1. 28 - 30.

426. Fen Have. P.I.W. «Wiss and Umvelt», 1985, №1, s. 85 - 90.

427. Fessenow U. Redoxchemische Einf leesse. Uon Isoctes lacustnis im Litoral sedimtnt des Feldesus (Nochschw). Arch. Hydrabiol, 82, s -20 - 48. 1978.

428. Gnau A.: Moglichkeiten und Anwendungsk-nitaen einen Boden benandlung. Wiss. Umwelt. 2. 1978. 101-106 s.

429. Hana I, Boral O, Metiner K, Ilgaz A. Investigation of intestinal parasites in pig feces that are also human pathogens. Turkiye Parazitol Derg. 2009 – 221 s.

430. Heider R. Unter suchungsbericht klaranlage Ustersbach. Schlammbehandlung iu bepflanzen Filterbuten. Unverffentlicht. 1979.

431. Hunt P.G., Gec C.K. Overland Flow Freatment of Waste Water – A. Fessible Appnoden. Proc. Res. Sympos. USEPA. Peg.III. Newark, Defaw, Nov, 1974.

432. Kichuth R., Keitzis G. Forum. Umwell- Hugiene. 1979.- S.165 - 167

433. Kurpas U. Wurzelnaument sorgung – Untersuchung eines nichtkon ventionellen klar verfahren anhand den Eleminations leistungan einiges Mikroorganismen. Diss. Med. Fak. Gottingen. 1982.

434. Lawler G.H. The food of the pike (Esox lucius L) // Comp. Biochem. Ph ysiol. 1965. P. 176 - 187.

435. Li Chum, Shich T., Wen K. et al. Очистка сточных вод в системе комбинированной химической и биологической очистки с использованием биофильтра со взвешенным слоем загрузки. I Environ Eng, 112, № 4 1986. – С. 718 – 724.

436. Mahapatra S., Samal K., Dash R.R. Waste Stabilization Pond (WSP) for wastewater treatment: A review on factors, modelling and cost analysis // Journal of Environmental Management, 2022, Volume 308: 504 - 512.

437. Mara D.D. and Silva S.A. Removal of intestinal nematode eggs in tropical waste stabilization ponds. Journal of tropical medicine and hygiene, 89, 1986. P. – 71 - 89.

438. Metacale E. Eddy. Lnc. Wacter Water Engieering. Mc. G raw-Hill BVOK Co. New. Iork. R.H. 1972.

439. Neumann W., Ruckauf H. nam 224023, GDR. Заявл. 10.05.84. № 2628984, опубл. 26.06.85. МКИ, CO 2F 3/28.

440. Muncitrick K.R. Seasonal changes in the quality of rainbow trout semen: effect of a delay in stripping on shermatocrit, mortility, volum and semenal plasma constituent. // K.R. Muncitrick, R.D. Morco / Aquaculture. 1987. v. 64. № 2 -3. P. 147 - 156.

441. Parsian R., Haberl R., Diebol W. Darstellung verschiedener systeme der Abwasser reinigung mit Makophyten Osterr Wasservirtchaft, 1985, - 35 - № 9 - 10, S. 213 - 225.

442. Pearson H.W. and Howsley R. Concomitant photoantotrophic growth and nitrogenous activity by cyanobacterium plectonema boryanum in continuous culture. Nature, 1980. 263 - 265.

443. Raften G. W.: Sewage irrigaton, Part III, Us G.S. Water Supply and irrigaton part № 022 us dept of thee Interior. Washington. D.C. 1999.

444. Rispens A. Fijdschr. Water Voorzen at vei –Water benandee, 1985, 18, № 24, 514 - 518, P. 505.

445. Scholl W. Vortrag aut der Fagung den AGVA – Fachgruppeen in Wien, Mai.1983.

446. Shaish A., Avron V., B-Amotz A. Effekt of ingibitors on the formation of stereoisomers in the biosynthesis of b-carotene in Dunaliella bardawil. // Plant. Cell. Physio. - 1990. -31. No. 5. – P. 689 - 696.

447. Silva, S.A., Mara D.D. Tratamentos de Aquas residuarias: Lagoas de estabilizaco (biological wastewater treatment: stabilisation ponds), ABES, Rio de janiro, Brasil, 1979. - S. 244 – 251\.

448. Simon I. Tamasi G. Data on the disinfection of liquid manure by gamma irradiation at Baja, Hungary // Ibid., 1979, p. 209 – 21\\

449. Sroka Z., Fecka I., Cisowshi W. Antiradical and anti H2O2 properties of polyphenoli compounds from fn aqueous peppermint extract // Z. Naturforsch 2005. Vol. 60. N0 11-12. P. 826 - 832.

450. Steiningen F. Gebendes Wasser. Kilda Verlag Grewen 5. 15611. 1972.

451. Sunvey of Facilitiesusing Gand Appliction of Waste Water.EPA 430.9. 73 - 006.

452. Subbotina Yu. Fish-breeding biological ponds and the practice of its using in wastewater decontamination and newly-hatched fish breeding. Science and Education: Materials of the III international research and practice conference Vol. 1. April 25-26. 2013. Munich, Germany - S. 230 - 240.

453. Subbotina Yu.M. History of development and Introduction of the system of poud cleaning at enterprises of the poultry / История разработки и внедрения системы прудовой очистки на предприятиях птицеводческой промышленности // Materials VIII of the international research and practice conference. December 11–12, Westwood, Canada 2012 S. 340 - 343.

454. Subbotina Yu. Hydrobotanical method of wastewater treatment using higher aquatic vegetation. American Journal of Scientific and Educational Research. No.1. (4), January-June, 2014. - C. 234 – 239.

455. Subbotina Yu.M., Smirnova I.R. The refinement of the various types of wastewater using the natural components of ecosystems. Совершенствование очистки сточных вод компонентами экосистемы // Materials of I international research and practice conference. Science and Education September 5-6, 2014. Volume 13. Biological science Ecology. Science and Education Lid Sheffield. Belgorodт - Sheffield, 2014. S. 78 - 83.

456. Sullivan R.H Sunvey U.A. Facilitie susing Gand Appliction of Waste Water.EPA 430/9 -73-006. 1973.

457. Suv Z. L. A nev technology of high-yild vermiculture. Xentai News Publishing house, 1993. – P. 56 - 132.

458. Thirumurthic, DIV. Design principles of waste stabilization ponds. J. Sanit. Eng. Div. proc. Am. Soc. Civ. Eng. 1986. P. 311 - 330.

459. Tom A.P, Jayakumar J.S, Biju M., Somarajan J., Ibrahim M.A. Aquaculture wastewater treatment technologies and their sustainability: A review // Energy Nexus, 2021. Vol. 4: 1-9. doi.org/10.1016/j.nexus.2021.

460. Ukeles R. Cultivation for plants. / R. Ukeles. // Marine Ecology. / –1976. Vol. 3. P. 367 – 420.

461. Vonshak A. Laboratory techniques for cultivation of microalgae. / A. Vonshak. Hanhbook of micro-algal mass culture. 1986. – P. 117-145.

462. Watkins J.K. et al. Salmonella organisms in animal products used in poultry feeds. // Av. Dis., 1958, 3, p. 290-301.

463. WHO Regional office for Europe. Waste stabilization ponds: Design Manual for Mediterranean Europe, WHO-EURO document ICP|CWS 053, 1987.

464. WHOC Wastewater stabilization ponds, 1990, (араб.). Yanez F. Evaluation of the San Juan Stabilization ponds Final Research Report, CEPIS (WHO/ IDRC), Lima, Peru, 1980.

465. Yang J.L., Chen N.C. Effects of gallum on common carp (Cyprinus carpio) acute test, serum biocht-mistry, and erythrocyte morphology// Chemosphere 2003/ vol.53. P. 877 - 882.

466. Zohar Y. Wastewater treatment by stabilization ponds in Israel. Jerusalem, Ministry of Health, 1986 - S. 110 - 144.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

УТВЕРЖДАЮ:
Директор эксперементального
хозяйства "Кленово-Чегодаево"
_____ В.Н.Виноградов
"15" XI 1995 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

технологии выращивания рыбопосадочного материала
в сточных водах животноводческих комплексов

I. Наименование организации и объекта, где внедрена технология:

- очистные сооружения эксперементального свиноводческого хозяйства "Кленово-Чегодаево".

2. Наименование мероприятия по новой технике:

- технология выращивания рыбопосадочного материала.

3. Сроки внедрения технологии - 1995 г.

4. Характеристика преимуществ внедряемой технологии:

- внедряемая технология за счет сбалансирования системы "прироста-потребления" гидробионтов совершенствует очистку сточных вод и способствует лучшему выращиванию рыбопосадочного материала для рыбоводных хозяйств. В водорослевых и рачковых прудах биологической очистки происходит накопление гидробионтов-продуцентов до определенных пределов предусматриваемых технологией. В рыбоводном пруду за счет утилизации продукции оформленного органического вещества (конгломерата микроорганизмов + фитопланктон + зоопланктон) ихтиофауной, происходит его трансформация в массу тела периодически изымаемого из экосистемы вещества. Таким образом, достигается сбалансированность гипертрофных экосистем.

5. Основные показатели внедряемой технологии:

- площадь занимаемая рыбоводно-биологическими прудами

5,6 га дает экономию от предотвращенного ущерба в 83,8 тыс. рублей в год;

- фактический объем внедрения в натуральных показателях 200000 $м^3$ сточных вод;

- фактическая продуктивность сбалансированного проточного культивирования составляет 6,0 ц/га рыбопосадочного материала.

6. Затраты на внедрение технологии (в млн.руб)

- в отчетном году I4,0 млн.руб.

7. Годовой экономический эффект составил I0 млн.руб.

Начальник очистных сооружений	В.И.Пашенцов
Зав.лабораторией ВНИИР, с.н.с., к.с-х.н.	Ю.М.Субботина
С.н.с. ВНИИР к.б.н.	А.С.Куликов
С.н.с. ВНИИР к.б.н.	А.В.Мазур

Утверждаю:
Директор экспериментального хозяйства
"Кленово-Чегодаево"
_____ В.Н.Виноградов
"13" июня 1996 г.

АКТ №3
о вселении рыбопосадочного материала лабораторией экологического мониторинга и охраны гидробионтов научно-исследовательского института ирригационного рыбоводства

В целях повышения очистительной способности биологических прудов, устранения вторичного загрязнения, в последнюю ступень биологических прудов нами, сотрудниками ВНИИР, в лице зав. лаборатории экологического мониторинга и охраны гидробионтов Субботиной Ю.М. и старшим научным сотрудником, к.б.н. Мазуром А.В. в присутствии и непосредственном участии главного энергетика хозяйства Бочарова А.М. и начальника очистных сооружений Пашенцева В.И. произведено вселение 3-х дневной личинки карпа и пестрого толстолобика.

В пруды №5 и 6 согласно схеме опыта посажено по 15 тыс. личинок карпа и по 5 тыс. шт личинок пестрого толстолобика.

Вселение личинки карпа осуществлено 10 июня при температуре воды 19°С, личинки толстолобика 13 июня при температуре воды 20°С. Рыбопосадочный материал транспортирован в полиэтиленовых пакетах с кислородом.

Зав. лаборатории ВНИИР Ю.М.Субботина
Ст.научный сотрудник, к.б.н. А.В.Мазур
Гл.энергетик э/х "Кленово-Чегодаево" А.М.Бочарсв
Начальник очистных сооружений В.И.Пашенцев

УТВЕРЖДАЮ:
Директор эксперементального
хозяйства "Кленово-Чегодаево"
_____ В.Н.Виноградов
"__" октября 1996 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ
технологии выращивания сеголеток карпа и толстолобика в очищенных сточных водах животноводческих комплексов

1. Наименование организации и объекта, где внедрена технология:

- рыбсводно-биологические пруды эксперементального свиноводческого хозяйства "Кленово-Чегодаево".

2. Наименование мероприятия по новой технике:

- технология выращивания сеголеток карпа и толстолобика.

3. Сроки внедрения технологии - 1995-1996 г.г.

4. Характеристика преимуществ внедряемой технологии:

- внедряемая технология за счет увеличения объектов выращивания, сбалансирования системы "прироста-потребления" гидробионтов, с одной стороны повысило рыбопродуктивность рыбоводно-биологических прудов, с другой - повысила очистку сточных вод.

В верхних ступенях биологических прудов, согласно имеющейся технологии происходит накопление гидробионтов-продуцентов, которые способствуют очистке животноводческих стоков. В свою очередь, в рыбоводных прудах выше названные гидробионты (водоросли, низшие рачки) являются прекрасным каллорийным кормом для молоди карпа и растительноядных рыб. Именно в рыбоводном пруду за счет утилизации продукции органического вещества (конгломерата микроорганизмов + фитопланктона + зоопланктона +

зообентоса) ихтиофауной, происходит его трансформация в массу тела рыбы, периодически изымаемого из пруда. Таким образом, достигается сбалансированность гипертрофных экосистем.

Выращивание рыбопосадочного материала в данных экосистемах позволяет до минимума снизить затраты на корма и удобрения, что значительно снижает себестоимость выращенного рыбопосадочного материала. Внедряемая технология позволяет решить частично проблему утилизации отходов животноводства, а также сохранить окружающую среду от загрязнений.

5. Основные показатели внедряемой технологии:

- площадь, занимаемая рыбоводно-биологическими прудами - 5,6 га, непосредственно выращивается рыба на площади I га. С этой площади имеем экономию за счет реализации рыбы - 4,870 тысяч рублей (карпа - 3,750 тыс.руб., толстолобика - I,I20 тыс.руб.);

- эксномия от предотвращенного ущерба окружающей среде составила в I995-I996 г.г. 38 млн.390 тыс.рублей;

- фактический объем внедрения в натуральных показателях - 200.000 $м^3$ сточных вод + 450 кг рыбопосадочного материала;

- фактически продуктивность сбалансированного проточного культивирования повысилась за счет выращивания толстолобика с 6 ц/га до 8 ц/га рыбопосадочного материала.

6. Затраты на внедрение технологии за I995-I996 г.г. составили I4,0 млн. рублей.

7. Годовой экономический эффект составил 24 млн. рублей.

Начальник очистных сооружений э/х "Кленово-Чегодаево" В.И.Пашенцев

Зав.лаб. экологического мониторинга и охраны гидробионтов ВНИИР Ю.М.Субботина

С.н.с. к.в.н. лаб.санитарии очистных сооружений ВНИИ ВСГЭ И.Р.Смирнова

С.н.с. к.б.н. ВНИИР А.В.Мазур

УТВЕРЖДАЮ:
Директор экспериментального
хозяйства "Кленово-Чегодаево"
_____ В.Н.Виноградо
"15" мая 1996 г.

АКТ №I

о передаче научно-исследовательских разработок лаборатории экологического мониторинга и охраны гидробионтов научно-исследовательского института ирригационного рыбоводства

Согласно договору о научно-техническом содружестве между ВНИИР и экспериментальным хозяйством ВИЖ "Кленово-Чегодаево" в целях ускорения и повышения очистительной способности прудов биологической очистки, нашими сотрудниками ВНИИР в лице зав. лаборатории Ю.М. Субботиной и с.н.с. А.В. Мазура, в присутствии начальника очистных сооружений В.И. Пашенцева и ст. лаборанта С.Б. Дунаевой произведено вселение адаптированной в лабораторных условиях культуры микроводорослей. Вселение осуществлено в водорослевые пруды II порядка и в два очистительных рыбоводных пруда. Отобраны пробы воды для проведения гидрохимического анализа по ступеням очистки биологических прудов. На момент вселения водорослей и отбора проб биопруды находились на контактном режиме работы. Сброс воды отсутствовал.

Председатель комиссии,
начальник очистных сооружений В.И.Пашенцев

Зав. лаборатории ВНИИР,
с.н.с., к.с-х.н. Ю.М.Субботина

С.н.с., к.б.н. ВНИИР А.В.Мазур

Ст. лаборант очистных сооружений С.Б.Дунаева

Утверждаю:
Директор экспериментального хозяйства
"Кленово-Чегодаево"
_____ В.Н.Виноградов
15 "мая 1996 г.

АКТ №2
о зимовке сеголеток карпа и толстолобика, выращенных в рыбоводно-биологических прудах

В целях определения зимостойкости и физиологической подготовленности сеголеток (карп, толстолобик), выращенных в поликультуре в прудах биологической очистки экспериментального хозяйства "Кленово-Чегодаево", нами, сотрудниками ВНИИР, зав. лаборатории Субботиной Ю.М. и старшим научным сотрудником, к.б.н. Мазуром А.В. совместно с работниками экспериментального хозяйства "Кленово-Чегодаево" в лице начальника очистных сооружений Пашенцева В.И. и зам. начальника очистных сооружений Малышева С.Н. проведена зимовка сеголеток карпа и растительноядных рыб в приспособленном для этих целей циркуляционном канале на артезианской воде с аэрированием при снижении растворенного кислорода. Отход за время зимовки около 20 % годовик оставлен в ЦОКе на доращивание, 300 шт посажено на выращивание в близ лежащий пруд. 23 экземпляра рыб переданы на ветсанэкспертизу в Республиканскую научно-производственную ветеринарную лабораторию.

Зав.лаборатории ВНИИР Ю.М.Субботина
Ст. научный сотрудник, к.б.н. А.В.Мазур
Начальник о/с "Кленово-Чегодаево" В.И.Пашенцев
Зам. начальника о/с С.Н.Малышев

УТВЕРЖДАЮ:
Директор ВНИИР
Н.П.Новоженин
"24" 10 1996 г.

УТВЕРЖДАЮ:
Директор ВНИИ ВСГЭ
А.М.Смирнов
"24" 10 1996 г.

АКТ

межведомственных комиссионных испытаний эффективности подготовки сточных вод и выращивания карпа и толстолобика (сеголеток) в рыбоводно-биологических прудах

На основании приказа директора № 31 от 9.09.1996 г. комиссия в составе: председателя - зав. лаборатории санитарии очистных сооружений д.в.н., с.н.с. Тюрина В.Г. и членов комиссии - ведущего научного сотрудника к.б.н. Конаненко А.Б. и к.б.н., с.н.с. ВНИИР Мазура А.В., в присутствии представителей заказчика - зав.лаборатории экологического мониторинга и охраны гидробионтов ВНИИР Субботиной Ю.М., начальника очистных сооружений э/х "Кленово-Чегодаево" Пашенцева В.И. и исполнителя к.в.н., с.н.с. Смирновой И.Р. в период с 9.09.1996 г. по 20.09.1996 г. провела опыты по проверке эффективности подготовки сточных вод и выращивания рыбопосадочного материала (сеголеток карпа и толстолобика) в рыбоводно-биологических прудах эксэксперементального хозяйства "Кленово-Чегодаево" Московской области.

Опыты проводили в лаборатории экологического мониторинга и охраны гидробионтов ВНИИР и в лаборатории санитарии очистных сооружений ВНИИ ВСГЭ по методике, утвержденной зам. директора по научной работе ВНИИР. Гидрохимические исследования сточных вод проводили сотрудники лаборатории экологи-

ческого мониторинга и охраны гидробионтов ВНИИР м.н.с. Белякова В.И. и техник Лузганова В.Д.

Для санитарно-бактериологических и гидрохимических исследований использованы сточные воды свиноводческого хозяйства "Кленово-Чегодаево", прошедшие естественную биологическую очистку в системе проточных биопрудов с доочисткой на ботанической площадке с высшей водной растительностью и многолетними травами . В последних ступенях очистки - рыбоводных прудах, начиная с 1989 г. выращивается сеголеток карпа, разработана технология, начиная с 1995 г. выращивается карп в поликультуре с толстолобиком. Уточняются нормативы для технологии.

Технология очистки свиноводческих стоков э/х "Кленово-Чегодаево" предусматривает искусственную биологическую очистку, состоящую из приемной камеры объемом 1000 $м^3$/сутки, первичного отстойника, центрифуги, аэротенка, ЦОК-1, вторичного отстойника, ЦОК-2, коллектора длиной 1,5 км. Твердая фракция после центрифугирования складируется, жидкая доочищается в каскаде рыбоводно-биологических прудов общей площадью 5,6 га (рис. 1).

Каскад прудов естественной биологической очистки включает:

- пруды-накопители емкостью 44,3 тыс. $м^3$;
- водорослевые пруды емкостью 7,2 тыс. $м^3$;
- рачковые пруды емкостью 3,1 тыс. $м^3$;
- четыре рыбоводных пруда емкостью 1,8 тыс. $м^3$ каждый, глубиной 1,0 м.

С 1992 г. внедрена площадка с высшей водной растительностью, имеется авторское свидетельство на изобретение. Начиная с 1995 г. в рыбоводных прудах осваивается технология выращивания карпа в поликультуре с толстолобиком, имеются положитель-

ные результаты, акт внедрения технологии выращивания сеголеток карпа и толстолобика в очищенных сточных водах животноводческих комплексов (прилагается).

Со всех ступеней очистки для санитарно-бактериологических и гидрохимических исследований отбирали пробы сточных вод по 500 мл каждая на входе и выходе и с разных уровней.

I. Пруд-накопитель (вход, выход, глубина Iм, 3м).

2. Водорослевой пруд I порядка (вход, выход, глубина IO см, 50 см).

3. Водорослевой пруд II порядка (вход, выход, глубина IO см, 50 см).

4.Рачковый пруд (вход, выход, глубина IO см, 70 см).

5. Ботаническая площадка (сток на входе и выходе).

6. Рыбоводный пруд №5 (вход, выход, глубина 20 см, I,5 м).

7. Рыбоводный пруд №6 (вход, выход, глубина 20 см, I,5 м).

8. Пруд №6 незарыбленный (вход, выход, глубина 20 см, I,5 м).

Отобранные пробы в тот же день доставлялись в лабораторию санитарии очистных сооружений ВНИИ-ВСГЭ и в лабораторию экологического мониторинга и охраны гидробионтов ВНИИР. Всего санитарно-бактериологическому, гидрохимическому анализу было подвегнуто 32 пробы сточных вод. Контролем служили сточные воды, поступающие в пруд-накопитель.

Эффект обеззараживания сточных вод по этапам очистки в систему проточных биопрудов с доочисткой на ботанической площадке с высшей водной растительностью определяли по содержанию в них общего числа микроорганизмов, бактерий группы кишечной палочки, стафилококка и сальмонелл. В соответствии с методами, изложенными в "Инструкции по лабораторному контролю очистных сооружений на животноводческих комплексах" ч.I.,М., I982 г.

Для выделения патогенных штаммов кишечной палочки, выделенные культуры подвергали серологической типизации с наборами О-коли сывороток, согласно наставления по их применению. Для обнаружения сальмонелл, выделенные культуры подвергали серологическим исследованиям в РА с набором агглютипирующих О- и Н- сывороток, согласно наставления по их применению.

Результаты проведенных исследований представлены в таблицах I и 2.

Заключение.

Исследование сточных вод свинокомплекса "Кленово-Чегодаево" Подольского района Московской области в системе проточных биологических прудов с доочисткой на "ботанической площадке" и с последующим использованием накопленных гидробионтов для рыборазведения показали, что данные гидрохимические исследования, проведенные по всем ступеням очистки, указывают на высокую степень очистки сточных вод в исследуемой системе.

В процессе очистки ХПК снижается с 4I60 мг/л в пруду-накопителе до 3I0,0 мг/л в рачковом пруду, $БПК_5$; соответственно, с 828,0 мг/л до I20,0 мг/л; взвешенные вещества с 2I60 мг/л до 275,0 мг/л. После прохождения сточных вод по бороздам с высшей водной растительностью, гидрохимические показатели резко снизились. Происходила дополнительная очистка сточных вод и на выходе с "ботанической площадки" ХПК составило I20,0 мг/л, БПК -38,0 мг/л, взвешенные вещества - 2I,0 мг/л.

Санитарно-бактериологическая характеристика сточных вод по ступеням очистки в биопрудах указывает на то, что снижение санитарно-показательной микрофлоры происходит постепенно, по мере прохождения стоков по водорослевым и рачковым прудам. Коли -титр снижается в пруду-накопителе с $I0^{-6}$ до $I0^{-2}$ в рачковом пруду, титр стафилококка снижается с $I0^{-3}$ до $I0^{-I}$, общее

Таблица I

Результаты гидрохимического анализа сточных вод э/х "Кленово-Чегодаево" (9.09.I996г.), мг/л

Место отбора проб	pH	ХПК	$БПК_5$	Азот			P_2O_5	Взвешенные вещества	Растворимый O_2
				аммиачный	органич.	общий			
I.Пруд-накопитель	7,2	4I60,0	828,0	320,0	42,0	362,0	I2I,0	2I60,0	–
2.Водорослевой пруд Iпор.	8,6	I260,0	360,0	II3,0	I7,2	I30,2	64,0	357,0	I3,2
3. –"– II пор.	8,9	480,0	2I0,0	I06,0	I3,I	II9,I	50,0	32I,0	I3,6
4.Рачковый пруд	7,6	3I0,0	I20,0	97,0	7,8	I04,8	47,0	275,0	9,7
5.Ботаническая площадка	7,9	I20,0	38,0	I5,0	I8,7	33,7	39,0	2I,0	I0,0
6.Рыбоводный пруд №5	8,2	38,0	8,2	0,9	I9,2	28,2	3,8	I4,5	I2,0
7.Рыбоводный пруд №6	8,0	30,0	6,0	отсут.	20,I	20,I	3,2	I2,I	I2,2
8.Рыбоводный пруд (незарыбленный)	7,6	II0,0	I6,7	22,8	I7,I	39,9	30,0	I3,7	0,5

Таблица 2

Результаты санитарно-бактериологического анализа сточных вод э/х "Кленово-Чегодаево"

Место отбора проб	Общее число микроорганизмов (млн/г)	БГКП		Титр стафилококка	Наличие сальмонелл
		коли -титр	патоген. серовар.		
Пруд-накопитель вход-выход глубина 1м -3м	6,67-5,99 5,63-7,58	10^{-6} -10^{-5}	0147, 0149, 0141, 0137, 0103	10^{-3}	-
Водорослевой пруд I порядка вход-выход глубина 10 см- 50 см	5,48 - 2,27 4,38 - 5,48	10^{-5} -10^{-4}	" - "	10^{-3}-10^{-2} 10^{-2}-10^{-2}	-
Водорослевой пруд II порядка вход-выход глубина 10 см- 50 см	3,27-1,98 2,80-2,63	10^{-4} -10^{-3}	" - "	" - "	-
Рачковый пруд вход-выход глубина 10 см- 70 см	1,87 - 1,21 1,73-2,00	10^{-3} - 1,0	-	10^{-1}	-
Ботаническая площадка вход-выход	1,15-0,40	10^{-2} - 1,0	-	10,0	
Рыбоводный пруд №5 вход-выход глубина 10 см - 1,0 м	0,2 - 0,16 0,38 - 0,80	1,0 - 50,0 10,0 - 10,0	-	10,0 - 50,0	-
Рыбоводный пруд №6 вход-выход глубина 10 см - 1,0 м	0,21 - 0,15 0,44 - 1,15	10,0 - 50,0 50,0 -10,0	-	10,0 - 50,0 50,0 - 50,0	-
Пруд №6 (незарыбленный) вход-выход глубина 10 см - 1,0 м	1,50 - 1,23 1,27 - 1,43	1,0 - 1,0 1,0	-	10,0	-

Примечание: + выделенные микроорганизмы, - микроорганизмы не выделенные

число микроорганизмов с 6,67 до I,87 млн/г. Значительно интенсивнее процесс обеззараживания происходит при прохождении сточных вод по бороздам с высшей водной растительностью, и при выходе с "ботанической площадки" общее число микроорганизмов составляет 0,40 млн/г, коли -титр - I,0, титр стафилококка I0,0. Патогенные эшерихии и сальмонеллы не выделяются.

В рыбоводных прудах идет дальнейшее снижение санитарно-показательной микрофлоры, БГКП и стафилококки не выделяются из объема I0 мл, т.е. коли-титр и титр стафилококка I0.

Таким образом, полученные результаты соответствуют требованиям изложенным в "Инструкции по лабораторному контролю очистных сооружений на животноводческих комплексах", утвержденных МСХ СССР от I7.02.I980 г. и "Правилам охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами" М., I974 г.

Следовательно, сточные воды, прошедшие очистку и обеззараживание в проточных биопрудах с доочисткой на ботанической площадке с высшей водной растительностью могут быть использованы, фактически и используются для выращивания рыбопосадочного материала, они также могут быть использованы без ущерба для сельхозугодий на орошение, а также после прохождения зарыбленных рыбоводных прудов и на рециркуляцию.

Институтом питания РАМН от I8 октября I995 г. проведено исследование на содержание азотсодержащих соединений (нитратов, нитритов, и *N*-нитрозаминов) в образцах рыбы (сеголеток карпа и толстолобика). Результаты анализа нитратов, нитритов и нитрозаминов показали, что уровень *N*-нитрозаминов в образцах рыбы ниже установленных гигиенических регламентов содержания их в рыбе (исследования проведены д.б.н. Жуковой Г.Ф.).

Председатель комиссии В.Г.Тюрин
Члены комиссии: А.Б.Конаненко
А.В.Мазур
Представитель заказчика: Ю.М.Субботина
В.И.Пашенцев
Исполнитель: И.Р. Смирнова

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Утверждаю:
Директор экспериментального
"[illegible]ново-Чегодаево"
_____ В.И.Винотрадов
"10" 06 1997 г.

АКТ №2

о вселении рыбопосадочного материала лабораторией экологического мониторинга и охраны гидробионтов Всероссийского научно-исследовательского института ирригационного рыбоводства

В целях повышения очистительной способности биологических прудов, устранения вторичного загрязнения, в последнюю ступень биологических прудов, нами, сотрудниками ВНИИР, в лице зав. лаборатории экологического мониторинга и охраны гидробионтов Субботиной Ю.М., старшим научным сотрудником, к.б.н. Мазуром А.В., инженером Лесиной Т.Н. в присутствии и при непосредственном участии главного энергетика хозяйства Бочарова А.М. и начальника очистных сооружений Пашенцева В.И. произведено вселение 3-х дневной личинки карпа и пестрого толстолобика.

В пруд №5 и №6 30 мая вселена личинка карпа в количестве 5 тыс.шт на каждый пруд. В эти же пруды 9 июня запущена 3-х дневная личинка пестрого толстолобика по 1,5 тыс.шт в пруд №5 и №6.

Вселение личинки карпа осуществлено при температуре 15°С, личинки пестрого толстолобика при температуре 20°С. Рыбопосадочный материал транспортировался в полиэтиленовых пакетах с кислородом.

Зав. лаборатории ВНИИР, к.с-х.н. Ю.М.Субботина
Ст. научный сотрудник, к.б.н. А.В.Мазур
Начальник очистных сооружений В.И.Пашенцев
Инженер Т.Н.Лесина
Механик очистных сооружений С.Н.Малышев

Утверждаю:
Директор экспериментального
хозяйства ВИЖ "Кленово-Чегодаево"
_____ В.И.Виноградов
"22" октября 1997 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

Способ очистки сточных вод свиноводческого комплекса

I. Наименование организации и объекта, где внедряется мероприятие: Московская область, Подольский район, п/о Кленово, очистные сооружения свиноводческого экспериментального хозяйства "Кленово-Чегодаево".

2. Шифр работы, наименование мероприятия: Способ очистки сточных вод свиноводческого комплекса в рыбоводно-биологических прудах с помощью гидробионтов и рыбы.

3. Наименование научной организации, проводящей научную разработку и опытное освоение внедряемого мероприятия: Всероссийский научно-исследовательский институт ирригационного рыбоводства, Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии и научно-исследовательский институт сельскогохозяйственного использования сточных вод НПО "Прогресс".

4. Сроки внедрения мероприятия: I995-I997 г.г.

5. Краткая характеристика и новизна внедряемого мероприятия, взамен чего внедряется: В силу специфики работы прудов биологической очистки и нарушения эксплуатации искусственных очистных сооружений, режим работы биологических прудов может быть весьма напряженным ввиду отмирания основных биоценозов ступеней очистки.

Внедряемая усовершенствованная система сооружений естествен-

ной биологической очистки и обеззараживания сточных вод высокой органоминеральной загрязненности представляет собой новые технологические подходы к биологическим прудам с особым технологическим режимом их работ, основанным на следующих принципах:

а) секционности деления водорослевых и рачковых прудов и очередности по дням заполнения (9 секций);

б) перевод проточных биологических прудов на контактный режим работы от 9 до I2 дней;

в) введение в водорослевые пруды специально подобранного комплекса микроводорослей (альгологического АК);

г) устройство ботанической площадки с высшей водной растительностью или многолетними травами АС №I837050 от 30.08.93 бюл. №32 (Меркурьев В.С., Субботина Ю.М.);

д) устройство дополнительных поверхностей с высшей водной растительностью для поглощения биогенов в виде плотов с рогозом или вселения гиацинтов в различные категории прудов.

6. Основные показатели внедряемого мероприятия:

а) фактический объем внедрения в натуральных показателях - 200 тыс. $м^3$/год сточных вод;

б) экономия чистой воды I00 000 $м^3$ ежегодно;

в) экономия от предотвращенного ущерба окружающей среде составит 25 тыс.дол.;

г) затраты на внедрение технологии за I995-I997 г.г. 3,3 тыс. дол.

7. Годовой экономический эффект - 30 тыс. дол.

Начальник очистных сооружений экспериментального хозяйства "Кленово-Чегодаево" В.И.Пашенцев

Зав.лаборатории экологического мониторинга и охраны гидробионтов ВНИИР Ю.М.Субботина

С.н.с. к.б.н. ВНИИР А.В.Мазур

С.н.с. к.с-х.н. ВНИИССВ НПО "Прогресс" В.С.Меркурьев

Л.и.о. Д.в.н. лаборатории санитарии очистных сооружений ВНИИВОДГЕО И.Р.Сапронова

Утверждаю:
Директор экспериментального
хозяйства "Кленово-Чегодаево"
_____ В.Н.Виноградо
" 13 " мая 1997 г.

АКТ №1

о передаче научно-исследовательских разработок лаборатории экологического мониторинга и охраны гидробионтов Всероссийского научно-исследовательского института ирригационного рыбоводства

Согласно договору о научно-техническом содружестве между ВНИИР и экспериментальным хозяйством ЭЛ "Кленово-Чегодаево" в целях ускорения и повышения очистительной способности прудов биологической очистки, сотрудниками лаборатории экологического мониторинга и охраны гидробионтов в лице зав.лаборатории [illegible].Субботиной, с.н.с. к.б.н. А.[illegible].Пазуха, в присутствии начальника очистных сооружений В.[illegible].Пашенцева и ст.лаборанта С.Н.Дунаевой произведено вселение адаптированной в лабораторных условиях культуры микроводорослей. Вселение осуществлено в отстоянный пруд-накопитель и в водорослевые пруды. Отобраны пробы воды для проведения гидрохимического анализа по ступеням очистки биологических прудов. На момент вселения аквакультуры микроводорослей и отбора проб биопруды находились на контактном режиме работы. Сброс воды отсутствовал. Совместно с с.н.с. лаборатории подготовки сточных вод ВНИИСОВ В.[illegible].Меркурьевым осуществлена установка плотов с высшей водной растительностью. Плоты установлены в накопитель, водорослевые пруды первого и второго порядка и рачковый пруд в параллель, где рыбоводные пруды не зарыбляются, для установления степени восприимчивости высшей водной растительности к различной степени загрязненности сточных вод и установления поглотительной способности тростника. При положительной динамике

будет составлен акт внедрения.

Председатель комиссии,
начальник очистных сооружений В.Т.Пашенцев

Зав.лаборатории ВНИИР, с.н.с., к.с-х.н. Ю.М.Субботина

С.н.с., к.б.н. ВНИИР А.В.Мазур

Ст. лаборант о/с С.В.Дунаева

Утверждаю:
Директор экспериментального
хозяйства "Кленово-Чегодаево"
_____ В.Н.Виноградов
"17" июня 1998 г.

АКТ №2

о вселении рыбопосадочного материала лабораторией
экологического мониторинга и охраны гидробионтов
Всероссийского научно-исследовательского института
ирригационного рыбоводства

В целях повышения очистительной способности биологических прудов, устранения вторичного загрязнения, в последнюю ступень биологических прудов, нами, сотрудниками ВНИИР, в лице зав. лаборатории экологического мониторинга и охраны гидробионтов к.с-х.н. Субботиной Ю.М. и старшим научным сотрудником к.б.н. Мазуром А.В. в присутствии и при непосредственном участии начальника очистных сооружений Пашенцева В.И. и электрика Малышева Н.Н. произведено вселение 3-х дневной личинки карпа и пестрого толстолобика.

В пруд согласно схеме опыта посажено по 15 тыс. личинок карпа и 5 тыс. личинок пестрого толстолобика.

Вселение личинки толстолобика осуществлено 9 июня при температуре воды 22°С, личинки карпа 8 июня при температуре воды 23 °С.

Рыбопосадочный материал транспортирован в полиэтиленовых пакетах с кислородом.

Зав.лаборатории ВНИИР, Ю.М.Субботина
с.н.с., к.с-х.н.
Ст.научный сотрудник, к.б.н. А.В.Мазур
Начальник очистных сооружений В.И.Пашенцев
Электрик Н.Н.Малышев

Утверждаю:
Директор экспериментального
хозяйства "Кленово-Чегодаево"
_____ В.Н.Виноградов
"10" ноября 1998 г.

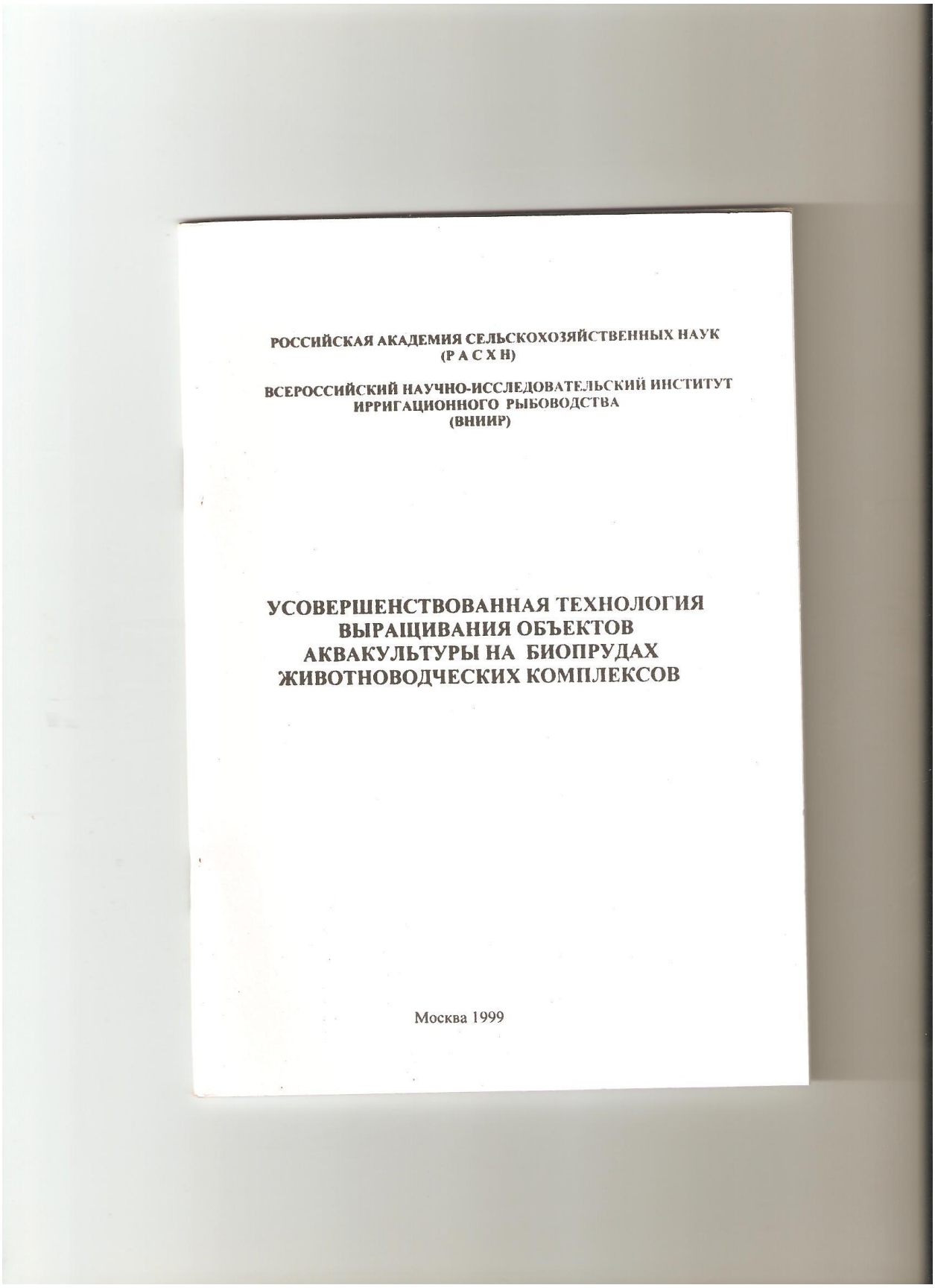
АКТ № I

о передаче научно-исследовательских разработок лаборатории экологического мониторинга и охраны гидробионтов Всероссийского научно-исследовательского института ирригационного рыбоводства

Согласно договору о научно-техническом содружестве между ВНИИР и экспериментальным хозяйством ВИЖ "Кленово-Чегодаево" в целях ускорения и повышения очистительной способности прудов биологической очистки, сотрудниками лаборатории экологического мониторинга и охраны гидробионтов в лице зав.лаборатории Ю.М. Субботиной, с.н.с. к.б.н. А.В. Мазура, в присутствии начальника очистных сооружений В.И.Пашенцева и ст.лаборанта С.Б.Дунаевой произведено вселение адаптированной в лабораторных условиях культуры микроводорослей. Вселение осуществлено в отстоянный пруд-накопитель и в водорослевые пруды. Отобраны пробы воды для проведения гидрохимического анализа по ступеням очистки биологических прудов. На момент вселения аквакультуры микроводорослей и отбора проб биопруды находились на контактном режиме работы. Сброс воды отсутствовал. Совместно с с.н.с. лаборатории подготовки сточных вод ВНИИССВ В.С.Меркурьевым осуществлена установка плотов с высшей водной растительностью. Плоты установлены в накопитель, водорослевые пруды первого и второго порядка и рачковый пруд в параллель, где рыбоводные пруды зарыбляются, для установления степени восприимчивости высшей водной растительности к различной степени загрязненности сточных вод и установления поглотительной способности тростника. При положительной динамике будет составлен акт внедрения.

Председатель комиссии, начальник очистных сооружений — В.И.Пашенцев
Зав.лаборатории ВНИИР, к.с-х.н. — Ю.М.Субботина
С.н.с., к.б.н. ВНИИР — А.В.Мазур
Ст. лаборант о/с — С.Б.Дунаева
С.н.с. ВНИИР — В.С.Меркурьев

ПРИЛОЖЕНИЕ В



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК
(Р А С Х Н)

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ИРРИГАЦИОННОГО РЫБОВОДСТВА
(ВНИИР)

УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ОБЪЕКТОВ АКВАКУЛЬТУРЫ НА БИОПРУДАХ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Москва 1999

УДК

Технология подготовлена:
зав. Лаборатории экологического мониторинга и охраны гидробионтов к.с.-х.н. **Ю.М. Субботиной** (Всероссийский научно-исследовательский институт ирригационного рыбоводства Российская академия сельскохозяйственных наук).

В работе принимали участие:
к.б.н. **А.В. Мазур**, к.б.н. **А.С. Куликов**, **Л.В. Домбровская**, **Т.Н. Лесина** (Всероссийский научно-исследовательский институт ирригационного рыбоводства)
д.в.н., профессор **И.Р. Смирнова** (Московский государственный университет прикладной биотехнологии)
д.т.н. **В.С. Меркурьев** (НПО «Прогресс»)
д.в.н. **В.Г. Тюрин** (Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии)

Технология предназначена для специалистов проектных производственных организаций сельского хозяйства, органов санитарно-государственного надзора, органов рыбоохраны, коммунальных, сельскохозяйственных, мелиоративных и рыбохозяйственных организаций занимающихся вопросами использования животноводческих стоков для рыборазведения и охраны окружающей среды.

Ответственный за выпуск заведующий сектором Отделения зоотехнии РАСХН, доктор сельскохозяйственных наук **Р.Б. Козин**, Россельхозакадемия, 1999 г.

Технология одобрена и утверждена Ученым советом ВНИИР (протокол № 5 от 30 октября 1998 г.), одобрена на секции рыбоводства и рыбного хозяйства отделения зоотехнии РАСХН.

Утверждена на секции «Ветеринарной санитарии, гигиены и экологии» отделения ветеринарной медицины РАСХН.
Технология согласована с Департаментом ветеринарии Минсельхозпрода РФ.

© РАСХН, 1999

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

1. МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЧИСТКЕ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ СТОКОВ В СИСТЕМЕ РЫБОВОДНО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРУДОВ 6

2. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ К ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ОБЪЕКТОВ АКВАКУЛЬТУРЫ В БИОПРУДАХ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ 9

3. ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРУДАМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ 13

3.1. Требования к форме прудов биологической очистки. 13
3.2. Обустройство прудов биологической очистки. 13
3.3. Обустройство пруда накопителя. 14
3.4. Принцип расчета площади пруда накопителя. 15
3.5. Обустройство водорослевого пруда. 15
3.6. Принцип расчета площади водорослевого пруда. 16
3.7. Пример расчета параметров водорослевого пруда. 17
3.8. Обустройство рачкого пруда. 18
3.9. Принцип расчета параметров рачкового пруда. 18
3.10. Пример расчета параметров рачкового пруда. 20
3.11. Требования к рыбоводно-выростным прудам. 20
3.12. Принцип расчета параметров рыбоводно-выростного пруда 21
3.13. Пример расчета параметров рыбоводно-выростного пруда. 22
3.14. Обустройство пруда чистой воды. 22
3.15. Параметры степени очистки. 23

4. БИОИНЖЕНЕРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ДООЧИСТКИ

4.1. Обустройство ботанической площадки. 24
4.2. Требования к форме ботанической площадки. 24
4.3. Подготовка ботанической площадки к эксплуатации. 24
4.4. Принцип расчета площади ботанической площадки. 25
4.5. Эксплуатация ботанической площадки. 26

5. ЗАПУСК БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРУДОВ ОЧИСТКИ ПОСЛЕ ЗИМОВКИ

5.1. Подготовка алькологического комплекса. 28
5.2. Культивирование микроводорослей. 29
5.2. Адаптирование микроводорослей к свиноводческим стокам. 29

6. ПОДГОТОВКА РЫБОВОДНО-ВЫРАСТНЫХ ПРУДОВ

6.1. Подготовка прудов к зарыблению. 29

7. ОСНОВНЫЕ ОБЪЕКТЫ РАЗВЕДЕНИЯ

7.1. Биология объектов разведения 30

8. ЗАРЫБЛЕНИЕ РЫБОВОДНО-ВЫРАСТНЫХ ПРУДОВ

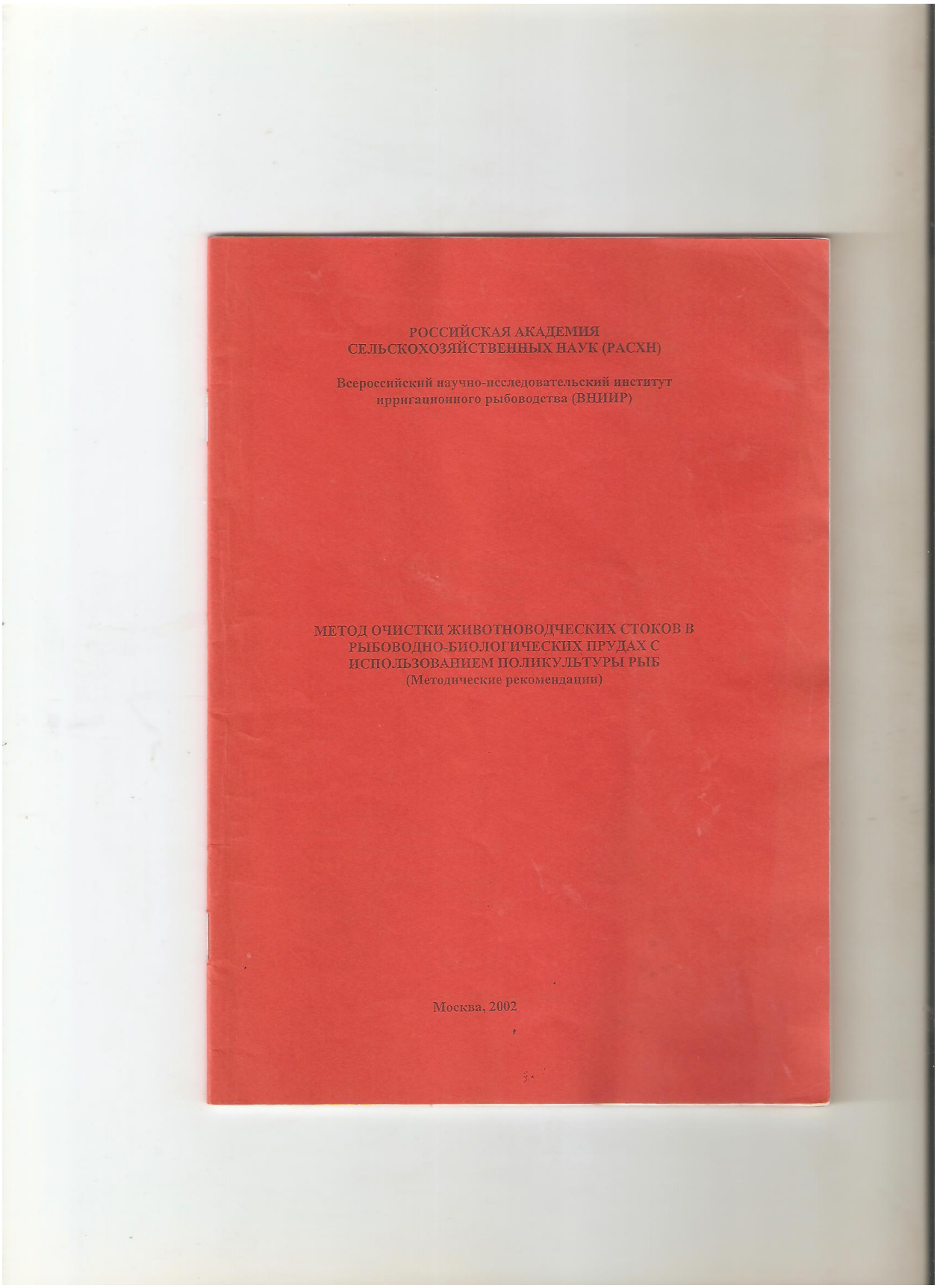
8.1. Нормы посадки личинок, карпов, карася, толстолобика и их гибридов в рыбоводно-вырастные пруды. 32
8.2. Транспортировка личинок к месту выращивания. 32
8.3. Выпуск личинок в рыбоводно-вырастные пруды. 32
9. ВЫРАЩИВАНИЕ РЫБОПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА
9.1. Контроль за выращиванием рыбопосадочного материала. 33
9.2. Облов рыбоводных прудов. 34
10. КАЧЕСТВО ВОДЫ СИСТЕМЫ ПРУДОВ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ
10.1. Контроль за качеством воды в рыбоводно-биологических прудах. . 35
11. ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНЫЙ КОНТРОЛЬ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РЫБЫ
11.1. Ветеринарно-санитарные мероприятия, проводимые в биопрудах. 36
ЛИТЕРАТУРА 38

Усовершенствованная технология выращивания объектов аквакультуры на биопрудах животноводческих комплексов

4.67.(03) ЛРН040292

Подписано в печать 20.6.99. Объем 2 п.л.
Формат 84x102 1/32. Заказ 2766/1.
Тираж 100. Цена договорная.
Отпечатано в типографии ВНИИВСГЭ РАСХН.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК (РАСХН)

Всероссийский научно-исследовательский институт
ирригационного рыбоводства (ВНИИР)

МЕТОД ОЧИСТКИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ СТОКОВ В
РЫБОВОДНО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРУДАХ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИКУЛЬТУРЫ РЫБ
(Методические рекомендации)

Москва, 2002

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК (РАСХН)

Всероссийский научно исследовательский институт
Ирригационного рыбоводства (ВНИИР)

МЕТОД ОЧИСТКИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ СТОКОВ В РЫБОВОДНО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРУДАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИКУЛЬТУРЫ РЫБ

(Методические рекомендации)

Согласовано:
Академик-секретарь:
Отделение зоотехнии РАСХН
_____ А.В. Черекаев
«___» _____ 2001 г.

Согласовано:
Академик-секретарь:
Отделение ветеринарной медицины РАСХН
_____ А.М. Смирнов
«___» _____ 2001 г.

Москва, 2001

УДК 639.3 03/06, 639.311 631. 86/87 + 639. 597.081

Методические указания подготовлены сотрудниками Всероссийского научно-исследовательского института ирригационного рыбоводства к. с-х. н. Ю.М. Субботиной; инженером Т.Н. Лесиной; д.в.н., профессором И.Р. Смирновой - Московский Государственный Университет Прикладной Биотехнологии.

В работе принимали участие: зав. лабораторией экологии переработки и утилизации органических отходов животноводства Всероссийского научно-исследовательского института ветеринарной санитарии, гигиены и экологии (ВНИИВСГЭ), доктор ветеринарных наук В.Г. Тюрин.

Методические указания предназначены для специалистов проектных, производственных организаций сельского хозяйства, органов рыбоохраны, коммунальных, сельскохозяйственных, мелиоративных и рыбохозяйственных организаций, занимающихся вопросами использования животноводческих стоков для орошения земель, рыборазведения и охраны окружающих среды.

Ответственный за выпуск — Заведующая сектором Отделения зоотехнии РАСХН, к. б. н, с.н с. Шульгина Н.К.

Методические указания одобрены и утверждены Ученым Советом ВНИИР 27 октября 2000г., одобрены на секции рыбоводства и рыбного хозяйства Отделения зоотехнии РАСХН. Рассмотрены и одобрены на секции «Ветеринарная санитария, гигиена и экология» отделения ветеринарной медицины РАСХН.

Россельхозакадемия, 2002

ВНИИР, 2002

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1.ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ОЧИСТКИ СВИНОВОДЧЕСКИХ СТОКОВ	4
2.МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЧИСТКЕ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ СТОКОВ В СИСТЕМЕ ОЧИСТКИ РЫБОВОДНО-БИОДОГИЧЕСКИХ ПРУДОВ	6
3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ОЧИСТКИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ СТОКОВ В СИСТЕМЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРУДОВ И ПЛОЩАДКЕ С ВЫСШЕЙ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ	9
3.1 Технологическая схема очистки свиноводчекских стоков в экспериментальном хозяйстве «Кленово-Чегодаево»	9
3.2. Технологическая схема очистки свиностоков в рыбоводно-биологических прудах А.О. "Шувалово" Костромской области	13
3.3. Технологическая схема очистки сточных вод свинокомплекса “Дороничи” Кировской области	22
4. МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ РЫБОПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА В ПРУДАХ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ	23
4.1. Подготовка рыбоводных прудов к зарыблению	24
4.2.Подращивание личинок карпа в поликультуре	25
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	25

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК (РАСХН)

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИРРИГАЦИОННОГО РЫБОВОДСТВА (ВНИИР)

ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ВЫРАЩИВАНИЮ РЫБЫ В ИНТЕГРАЦИИ С РАСТЕНИЯМИ И ЖИВОТНЫМИ

Москва, 2002

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК
(РАСХН)

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ИРРИГАЦИОННОГО РЫБОВОДСТВА (ВНИИР)

ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ВЫРАЩИВАНИЮ РЫБЫ В ИНТЕГРАЦИИ С РАСТЕНИЯМИ И ЖИВОТНЫМИ

Утверждаю:

Академик-секретарь
Отделения зоотехнии РАСХН

_____ А.В. Черекаев
«__» _____ 2001 г.

Утверждаю:

Академик-секретарь
Отделения ветеринарной
медицины РАСХН

_____ Д.М. Смирнов
«__» _____ 2001 г.

Москва

Ветеринарно-санитарные и экологические мероприятия подготовлены творческим коллективом:

ВНИИР – Ю.М. Субботина, к.с-х.н., Г.Е. Серветник, к.с-х.н., Т.Н. Лесина;

МГУПБ – И.Р. Смирнова, д.в.н., профессор, А.Н.Крылов

Рассмотрены и одобрены Ученым Советом ВНИИР (протокол № 8 от 10.04.2001).

Рассмотрены и одобрены Ученым Советом МГУПБ (протокол № 15 от 17.04.2001).

Рассмотрены и одобрены Ученым Советом ВНИИВСГЭ (протокол № 12 от 24.04.2001).

Предназначены для специалистов фермерских, сельскохозяйственных и рыбоводных предприятий.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Система агрогидробиоценозов является одним из видов ресурсосберегающих интегрированных технологий в сельском хозяйстве. Использование таких систем позволяет получать экологически чистую продукцию с наименьшими затратами кормов на единицу продукции.

1.2. Ресурсосберегающий эффект агрогидробиоценозов заключается в одновременном выращивании рыбы и животных (водоплавающей птицы, нутрий) и возделывании сельскохозяйственных культур, что делает их малозатратными и прибыльными. При этом, увеличивается как производство рыбы и животных, так и производство сельхозкультур.

1.3. Использование системы агрогидробиоценозов позволяет выращивать сельскохозяйственные культуры без внесения агрохимических средств (удобрений, пестицидов и пр.), что делает технологию интегрированного производства сельскохозяйственной продукции (рыбы, водоплавающей птицы, нутрий и сельхозкультур) экологически чистой.

1.4. Получение качественной продукции зависит от ветеринарно-санитарного благополучия агрогидробиоценозов. Существенную роль на них оказывают сточные воды предприятий агропромышленного сектора, вызывая загрязнение, эвтрофикацию и ухудшение санитарно-эпизоотического баланса вод водоемов, тем самым, снижая их продуктивные возможности. Выращивание рыбы в таких водоемах не дает желаемого эффекта.

1.5. Проблема деконтаминации ирригационных водоемов основывается на использовании безопасных технологий, базирующихся на естественных природных процессах.

1.6. Наиболее приемлемым экологическим решением в этом плане является использование агрогидробиоценозов различной направленности. Использование этих систем позволяет обеспечить значительную степень очистки водоемов от различных органических веществ, и, одновременно, дает возможность получить дополнительные объемы воды для повышения эффективности рыбоводства.

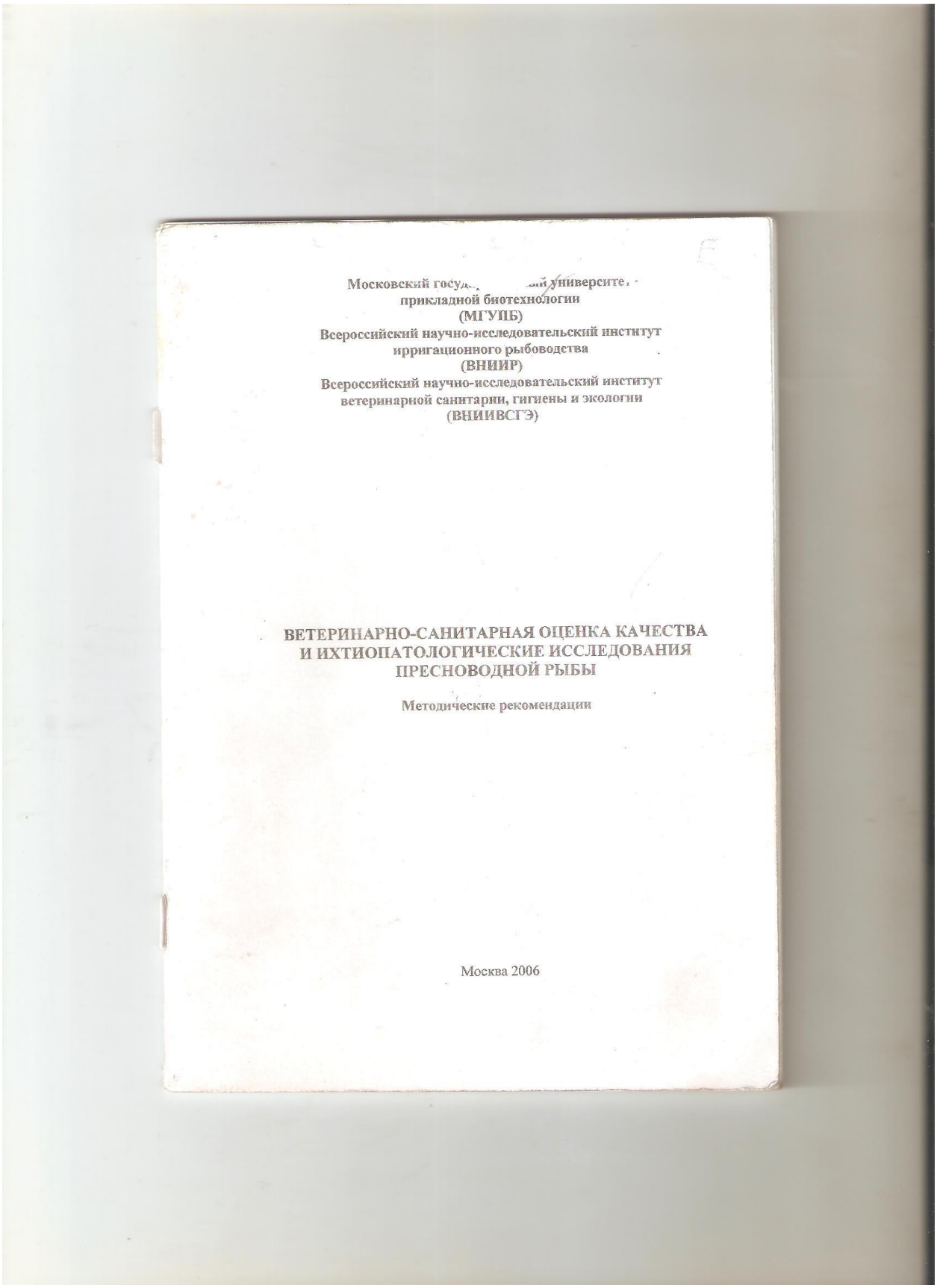
2. Инженерно-технические требования, предъявляемые к ВКН

2.1. Проектирование и строительство новых ВКН (водоемов комплексного назначения) осуществляется по согласованию с органами государственного ветеринарного надзора. Выбор места под строительство, а также решение вопроса о целесообразности одновременного выращивания рыбы и животных (водоплавающей птицы, нутрий) и растений в уже действующих ВКН осуществляется комиссионно, с обязательным участием ветеринарных специалистов.

СОДЕРЖАНИЕ

	страницы
1. Общие положения	3
2. Инженерно- технические требования, предъявляемые к ВКН	3
3. Характеристика компонентов гидробиоценозов	4
3.1.Ветеринарно- санитарные и гигиенические требования, предъявляемые к почве	6
3.2.Требования, предъявляемые к воде рыбохозяйственных водоемов	7
3.3.Выращивание рыбы на ВКН	9
3.4.Совместное выращивание рыбы и водоплавающей птицы на ВКН	10
3.5.Выращивание рыбы в интеграции с растительной продукцией	12
3.6. Выращивание рыбы в интеграции с нутриями,	14
4. Ветеринарно- санитарные и экологические мероприятия при выращивании рыбы, водоплавающей птицы, нутрий	20
Список использованной литературы	23

ПРИЛОЖЕНИЕ Е



Московский госуд. ..ий университет прикладной биотехнологии
(МГУПБ)
Всероссийский научно-исследовательский институт ирригационного рыбоводства
(ВНИИР)
Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии
(ВНИИВСГЭ)

ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И ИХТИОПАТОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРЕСНОВОДНОЙ РЫБЫ

Методические рекомендации

Москва 2006

УДК 639.2 Р. 36

Методические рекомендации подготовлены:
И.Р.Смирнова, д.в.н., проф, **С.Г. Друковский**, **А.Н. Крылов** МГУПБ
Г.Е. Серветник, д.с-х.н., **Ю.М.Субботина**, к.с-х.н., **А.М. Наумова**, д.б.н., проф. ВНИИР
В.А. Долгов, д.в.н., проф. ВНИИВСГЭ

Методические рекомендации по ветеринарно-санитарной оценке качества и ихтиопатологическим исследованиям пресноводной рыбы разработаны на основании исследований, выполненных на кафедре ветеринарно-санитарной экспертизы Московского государственного университета прикладной биотехнологии (МГУПБ) и во Всероссийском научно-исследовательском институте ирригационного рыбоводства (ВНИИР).

Методические рекомендации предназначены для специалистов ихтиологов, рыбоводов, ветеринаров и ихтиопатологов, студентов высших учебных заведений биологического и сельскохозяйственного профиля, а также специалистов рыбоводных предприятий всех форм собственности.

Рецензенты: **И.Г. Серегин**, канд. вет. наук, профессор МГУПБ
Т.Г. Путина, канд. вет. наук, зав. отд. экологической безопасности Министерства экологии и природопользования Московской области

Методические рекомендации рассмотрены и одобрены:
Ученым советом МГУПБ 22 мая 2006г., протокол № 24
Ученым советом ВНИИР 28 апреля 2006г., протокол № 7
Секцией «Ветеринарно-санитарная экспертиза» Отделения ветеринарной медицины РАСХН 11 мая 2006г., протокол № 2

© МГУПБ, 2006

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
I. ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ЭКСПЕРТИЗА ПРЕСНОВОДНОЙ РЫБЫ 4
1.1. Ветеринарно-санитарная экспертиза здоровой рыбы 4
1.2. Ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы при заразных болезнях 6
1.3. Химический состав и пищевая ценность прудовой рыбы 8
II. ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРЕСНОВОДНОЙ РЫБЫ 9
2.1. Органолептические методы определения доброкачественности речной рыбы 9
2.2. Физико-химические методы определения степени свежести рыбы 10
2.2.1. Определение pH 10
2.2.2. Определение сероводорода с подогреванием пробы 10
2.2.3. Реакция на пероксидазу 10
2.2.4. Определение продуктов первичного распада белков в бульоне 11
2.2.5. Редуктазная проба 11
2.2.6. Качественный метод определения аммиака 12
2.3. Санитарно-бактериологическое исследование мяса рыбы 13
2.3.1. Отбор проб и подготовка их к бактериологическому анализу 13
2.3.2. Определение количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) 13
2.3.3. Определение бактерий группы кишечных палочек (БГКП) 14
2.3.4. Определение сальмонелл 14
2.3.5. Определение золотистого стафилококка (St. aureus) 15
2.4. Исследование химического состава мяса рыбы. 16
2.4.1. Определение массовой доли влаги методом высушивания 16
2.4.2. Определение содержания массовой доли жира по обезжиренному остатку 19
2.4.4. Определение массовой доли золы 21
2.5. Определение безопасности мяса рыбы 21
III. ИХТИОПАТОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ 22
3.1. Рыбоводно-биологическое и эпизоотологическое обследование неблагополучного водоема 22
3.2. Клинический осмотр 23
3.3. Взятие и пересылка материала для исследования 24
3.4. Патологоанатомические исследования 27
3.5. Микробиологические исследования 29
3.6. Вирусологические исследования 33
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 37

Учебное издание

Смирнова Ирина Робертовна
Друковский Станислав Геннадиевич и др.

Ветеринарио-санитарная оценка качества и ихтиопатологические исследования пресноводной рыбы
Методические рекомендации

Подписано в печать 20.06.06. Формат 60x84 1/16
Усл. печ. л. 2,5. Тираж 100 экз.
Заказ 617 . Изд № 63.
МГУПБ. 109316. Москва, ул. Талалихина, 33.
ООО «Полисувенир». 109316. Москва, ул. Талалихина, 33.
тел. 677-03-86; 743-62-29

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ИРРИГАЦИОННОГО РЫБОВОДСТВА
(ГНУ ВНИИР)

Рыбоводно-биологическое и технико-экономическое обоснование включения водоемов в состав полифункциональных хозяйств

(МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ)

Москва, 2005

УДК 639.2.

Методические рекомендации по проведению рыбоводно-биологического и технико-экономического обоснования включения водоемов в состав полифункциональных хозяйств составлены на основании нормативно-правовых документов, литературных источников, справочных материалов и исследований лаборатории кадастровых исследований и экологического мониторинга.

Методические рекомендации подготовлены: зав. лабораторией, к.с-х.н. Субботиной Ю.М., ст.н.с., к.б.н. Розумной Л.А., с.н.с., к.б.н. Фигурковым С.А., д.с-х.н. Серветником Г.Е. (Всероссийский научно-исследовательский институт ирригационного рыбоводства).

Методические рекомендации предназначены для специалистов проектно-производственных организаций рыбного и сельского хозяйства, органов санитарно-государственного надзора, органов рыбоохраны, сельскохозяйственных, мелиоративных и рыбохозяйственных организаций, занимающихся вопросами рыбоводства, рыбохозяйственных НИИ и вузов, общественных организаций, планирующих использование водоемов комплексного назначения для организации культурных рыболовных хозяйств.

Ответственная за выпуск – заведующая сектором Отделения зоотехнии РАСХН, к.б.н. Шульгина Н.К.

Методические рекомендации рассмотрены Ученым советом ВНИИР и секцией рыбоводства и рыбного хозяйства Отделения зоотехнии РАСХН (протокол № 2 от 8 июля 2005 г.).

©Россельхозакадемия, 2005

ВВЕДЕНИЕ

В нашей стране создано и эксплуатируется большое число искусственных водоемов – это, прежде всего, водоемы малого орошения (водохранилища на местном стоке), водоемы-аккумуляторы дренажных и сбросных вод с рисовых полей, каналы, пруды, составляющие единую ирригационную систему. Вместе с озерами, ильменями и лиманами в сельскохозяйственном производстве эти водоемы используются для орошения, водопоя животных, бытовых нужд, противопожарных, противоэрозионных, рекреационных целей и т.д.

Все перечисленные водоемы принято называть водоемами комплексного назначения (ВКН). В настоящее время общая площадь таких водоемов, находящихся в основном в системе сельскохозяйственных предприятий, составляет не менее 1 млн. га. Из них для рыбоводства используется чуть более 1,0 % водной площади и производится всего 4,0 тыс.т рыбопродукции (Козлов, 1997; Серветник, Новоженин, 2002; Мамонтов, 2003).

В силу ряда социально-экономических причин эта категория ВКН мало используется и традиционно рассматривается как резерв развития рыбоводства (Козлов, 1984, 1986; Белов, 1987; Дронова, 1987; Новоженин, Субботина, 2001; Серветник, Новоженин, Фигурков, 2005).

Значительная часть ВКН закреплена за сельскохозяйственными предприятиями, фермерскими хозяйствами и общественными организациями различных форм собственности и для развития рыбоводства на них имеются необходимые производственные площади.

Перераспределение стока рек во времени и пространстве затронуло не только крупные речные системы, но и малые реки, что обусловило тенденцию увеличения количества малых водохранилищ разного целевого назначения. Эксплуатация подавляющего большинства водоемов комплексного назначения до недавнего времени носила односторонний характер, что не отвечало хозяйственным интересам, предусматривающим комплексное использование водных ресурсов. Как правило, это выражается в применении на них интегрированных технологий и включения водоемов подобного типа в состав полифункциональных хозяйств, что, в свою очередь, позволяет значительно повысить рентабельность их деятельности. В этой связи является актуальной постановка вопроса рыбохозяйственного использования малых водохранилищ, озер, лиманов, прудов для увеличения местных рыбохозяйственных ресурсов.

Водоемы сельскохозяйственных предприятий располагаются практически во всех зонах рыбоводства РФ. Большинство этих водоемов строились без учета интересов рыбоводства, в них отсутствуют рыбозащитные устройства, водосбросы. Во многих водоемах необходима планировка ложа (удаление пней, коряг, производственного и бытового мусора и т.д.) для обеспечения полного спуска воды и

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
I.ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 4
II.ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К РБО ПО ВКЛЮЧЕНИЮ ВОДОЕМОВ В СОСТАВ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХОЗЯЙСТВ..... 5
III.РЫБОВОДНО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ 6
1.Общие сведения о водоеме 6
2.Гидрохимическая характеристика водоема и источника водоснабжения 7
3.Оценка биологической продуктивности водоема 8
4.Характеристика ихтиофауны 8
5.Оценка экологической ситуации водоема и водозабора 9
6.Оценка пригодности водоема для рыбохозяйственного использования 10
7.Биотехника разведения рыбы 10
8.Рыбоводные мероприятия 11
IV.ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ 11
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 15
ЛИТЕРАТУРА 16
Приложение 1..... 20
Приложение 2 20
Приложение 3 21

Принято к исполнению 14/12/2005
Исполнено 19/12/2005

Заказ № 1378
Тираж: 500 экз.

ООО «11-й ФОРМАТ» ИНН 7726330900
Москва, Варшавское ш., 36
(095) 975-78-56
(095) 747-64-70
www.autoreferat.ru

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОЦИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ СОЦИАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ
И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

А.В. Гапоненко, Л.А. Розумная, В.О. Канатов, Ю.М. Субботина

Лабораторный практикум по общей экологии

А.В. Гапоненко, Л.А. Розумная, Ю.М. Субботина, В.О. Канатов
УДК 574
ББК 20.1я73
Л 12

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

И.С. Сильченков – профессор кафедры ЭГМС МГУП, доктор технических наук
Н.П. Кириллов – доцент кафедры социальной экологии РГСУ, кандидат технических наук

Л 12 **Гапоненко А.В., Розумная Л.А., Субботина Ю.М., Канатов В.О.**
Лабораторный практикум по общей экологии. – М.: Издательство РГСУ, 2008. – 33 с.

ISBN 978-5-7139-0636-8

Лабораторные работы по общей экологии являются важным звеном в обобщении и закреплении знаний, полученных при изучении «Общей экологии». Выполняя работы, студенты повторяют наиболее важные темы лекционного курса: экологические факторы; приспособление живых организмов, обитающих в различных средах жизни к абиотическим и биотическим факторам; динамика популяций и экосистем; роль живых организмов в биотических процессах, происходящих в биосфере; антропогенное воздействие на биосферу и др. Также они получают практические умения экологических исследований и формируют необходимые эколого навыки.

Для студентов специальности 020801.65 «Экология», 020802.60 «Экология и природопользование»

ISBN 978-5-7139-0636-8

© Коллектив авторов, 2008
© Издательство РГСУ, 2008

Содержание

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1 5
Изучение приспособленности живых организмов к абиотическим факторам среды обитания 5
Задание 1.1. Выявление признаков приспособленности организмов к условиям среды обитания 5
Задание 1.2 Влияние абиотических факторов на деятельность почвенных организмов 8
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 9
Изучение приспособленности живых организмов к биотическим факторам местообитания 9
Задание 2.1. Выявление трофических отношений между организмами 11
Задание 2.2. Изучение внутривидовой конкуренции за пищевые ресурсы. (Анализ результатов опыта по внутривидовой конкуренции гусениц сухофруктовой огневки в условиях ограничения пищевых ресурсов) 11
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 12
Изучение динамики численности популяций дрозофил 12
Задание 3.1. Изучение численности популяций дочернего поколения дрозофил в среде с ограниченным количеством ресурсов 13
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 15
Изучение роли различных видов живых организмов в круговороте веществ 15
Задание 4.1 Выявление влияния разных видов живых организмов на круговорот веществ 15
Задание 4.2 Роль сапрофитов в биологическом круговороте веществ 16
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5 17
Изучение влияния рекреационных нагрузок на лесные экосистемы 17
Задание 5.1. Определение стадии деградации изучаемой лесной экосистемы 17
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6 19
Определение антропогенных загрязнений окружающей среды 19
Задание 6.1 Расчетная оценка количества выбросов вредных веществ в воздух от автотранспорта 20
Задание 6.2 Приготовление модельных загрязнений воды (сточных вод) и их экспресс-анализ 22
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7 24
Выявление экологически опасных веществ и факторов воздействия 24
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8 30
Проведение социологических опросов по проблемам окружающей среды 30
Задание 8.1 Исследование ощущения человека в различных пространствах, поведения и восприятия человеком определенной территории 30
Задание 8.2 Разработка анкеты социологического опроса об отношении к природе 31
ЛИТЕРАТУРА 32

Учебное издание

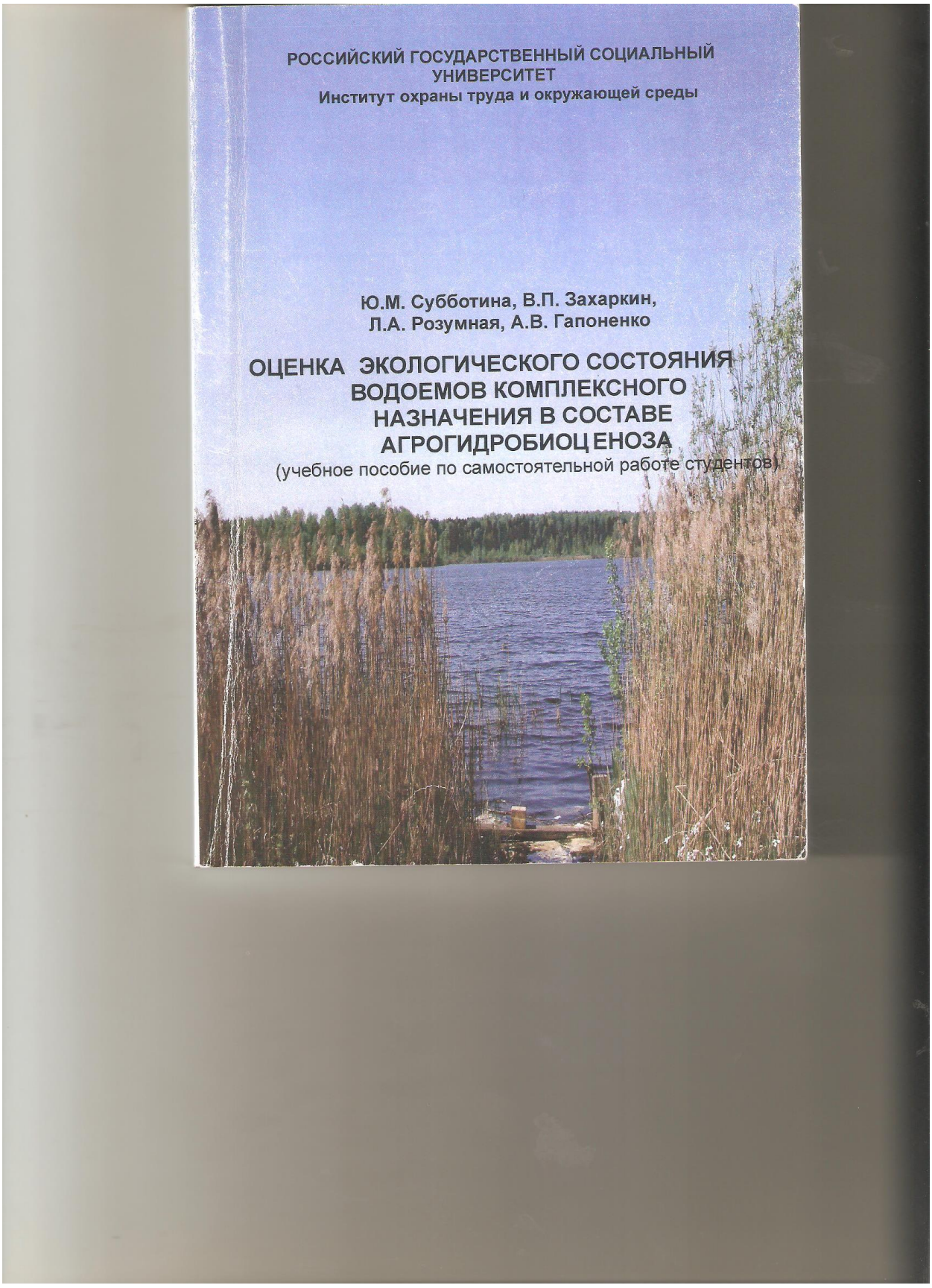
ГАПОНЕНКО Альбина Вячеславовна
РОЗУМНАЯ Любовь Анатольевна
СУББОТИНА Юлия Михайловна
КАНАТОВ Владимир Олегович

**Лабораторный практикум
по общей экологии**

Подписано в печать 11.12.2008
Усл. печ. л. 2.
Тираж 100 экз.
Заказ № 62.

Издательство Российского государственного социального университета
107150, г. Москва, ул. Лосиноостровская, вл. 24.
Тел.: 169-7860, 169-4802

ПРИЛОЖЕНИЕ 3



УДК 628.3

ББК 38.761.2

С89

Рецензенты:

И.Р. Смирнова–академик РАЕН, доктор ветеринарных наук, профессор, зав. кафедрой технологии и организации общественного питания Российской международной академии туризма

В.М. Зубкова– доктор биологических наук, зав. кафедрой социальной экологии и природопользования РГСУ

Субботина Ю.М.

С 89 Оценка эффективности очистки сточных вод различного генезиса естественными биоценозами: монография. – М.: Издательство РГСУ, 2012. – 120 с.

ISBN 978-5-7139-1097-6

В монографии изучается проблема очистки сточных вод различного происхождения (генезиса), оценивается возможность и эффективность различных биоценозов очищать сточные воды. Подчеркивается особая роль альгологического комплекса микроводорослей в очистке и обеззараживании сточных вод различного генезиса.

Работа предназначена для специалистов и студентов – экологов и природопользователей, занимающихся проблемой очистки сточных вод в аэротенках и биологических прудах очистки.

УДК 628.3

ББК 38.761.2

ISBN978-5-7139-1097-6

©Субботина Ю. М., 2012

©Российский государственный социальный университет, 2012

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
I. ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ 8
1.1.Общие положения 8
1.2. Сроки проведения практики 11
1.3. Руководство практикой 11
1.4.Структура практики 12
II. ВИЗУАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ. ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОЕМА И ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ 14
III. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВОДОЕМЕ 15
3.1. Физико-географическая характеристика территории 15
3.2. Характеристика водосборной площади 16
IV. МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ 18
V. ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ВОДОЕМА 19
5.1. Общая гидрологическая характеристика водоема 19
5.2. Измерение глубины 21
5.3. Характер дна 23
5.4. Исследование грунтов водоема 25
VI. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОДЫ 27
6.1. Измерение температуры воды 30
6.2. Измерение прозрачности и цветности воды 30
6.3. Определение содержания взвешенных веществ 31
VII. ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОЕМА 32
7.1. Отбор проб 32
7.2. Химические свойства воды 34
7.2.1. Растворенный кислород 34
7.2.2. Углекислый газ, угольная кислота 38
7.2.3. Активная реакция среды 39
7.2.4. Солевой состав 40

7.2.5. Жесткость воды 41
7.2.6. Щелочность и кислотность 43
7.2.7. Биохимическое потребление кислорода 43
VIII. МЕТОДЫ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ 45
8.1. Водная растительность 45
8.2. Определение продукции макрофитов 45
8.3. Динамика прибрежно-водной растительности 47
IX. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОДУКЦИИ ФИТОПЛАНКТОНА 49
9.1. Выбор места отбора проб 49
9.2. Методы сбора и орудия лова 50
9.3. Методы сгущения и консервации фитопланктона 50
9.4. Методы подсчета фитопланктона 52
9.5. Метод вычисления биомассы 54
X. ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ ФИТОПЛАНКТОНА 56
10.1. Определение продукции фотосинтеза 57
10.2. Кислородный метод 57
XI. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОДУКЦИИ ЗООПЛАНКТОНА 60
11.1.Метод сбора и обработки зоопланктона 60
11.2. Метод подсчета зоопланктона 62
XII. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОДУКЦИИ ЗООБЕНТОСА 65
12.1 Методы обработки бентоса 65
12.2 Метод подсчета зообентоса 67
12.3 Расчет продукции по методу Бойсен-Йенсена 67
XIII. ОБРАСТАНИЯ, ФИТОФИЛЬНЫЕ БИОЦЕНОЗЫ 69
13.1. Фауна обрастания 69
13.2. Сбор материала 69
13.3. Обработка материала 70
13.4. Фитофильные биоценозы 70
13.5. Обработка материала 71

Субботина Юлия Михайловна

Оценка эффективности очистки сточных вод различного генезиса естественными биоценозами

Монография

Издано в авторской редакции

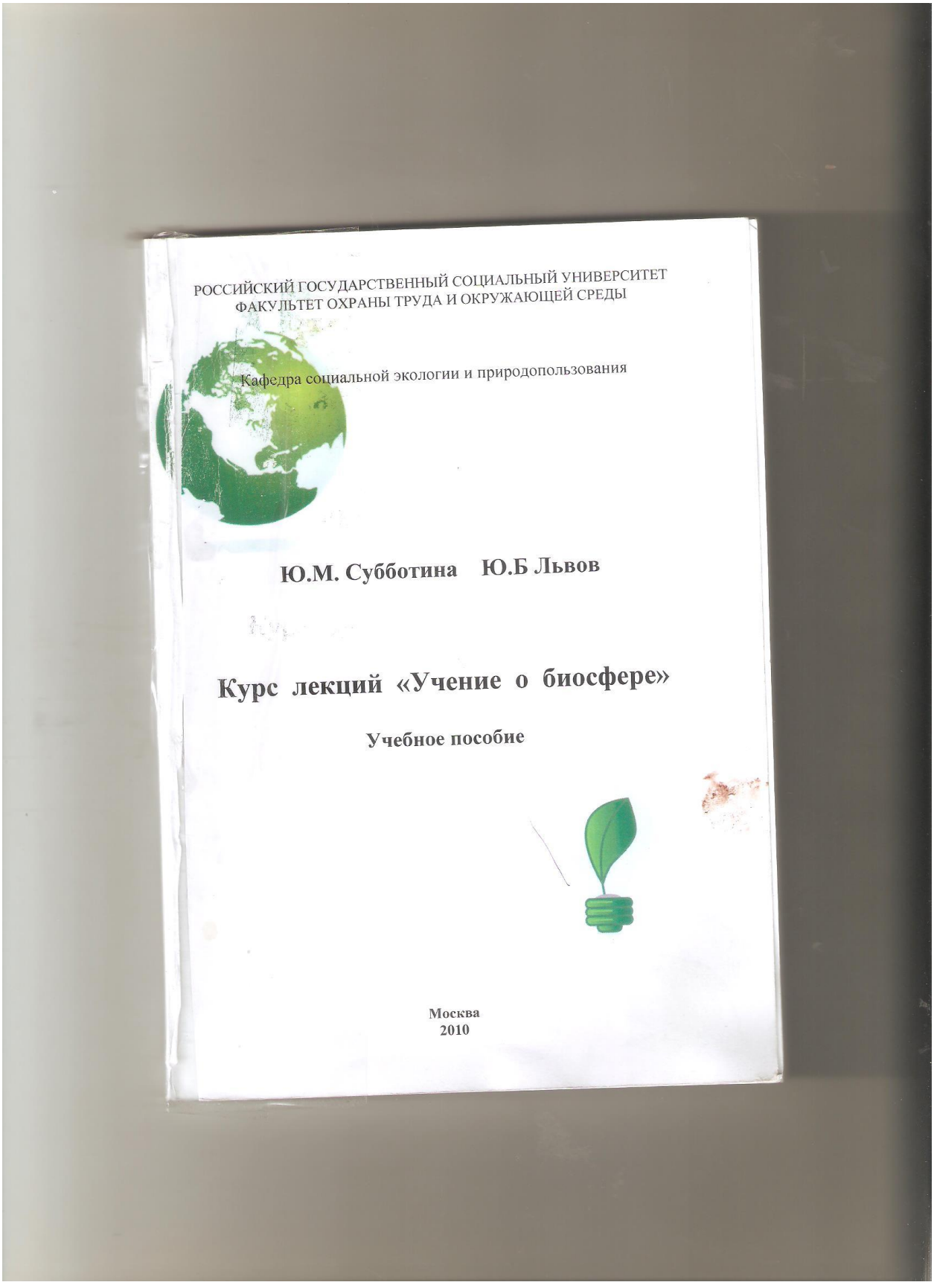
Подписано в печать 25.11.2012. Формат 60x84 1/16
Усл. печ. л. 3,1. Печать трансферная
Тираж 100 экз. Заказ № 6559

Типография «11-й ФОРМАТ»
115230, Москва, Варшавское шоссе, 36
8 (499) 788-78-56

Издательство Российского государственного социального университета
107150, Москва, улЛосиноостровская, вл. 24
www.rgsu.net
Тел.: 8(495) 748-67-67 (доб.30-06)

121

ПРИЛОЖЕНИИЕ И



УДК 504.7(07)

ББК 28.080.3я 7

С 89

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

С.И Савушкина – доктор биологических наук лаборатории ВНИИ ирригационного рыбоводства

Н.П. Кириллов – доцент кафедры социальной экологии РГСУ, кандидат технических наук

С 89 Субботина Ю.М., Львов Ю.Б.
Курс лекций « Учение о биосфере» (часть 1) – М.: Изд-во РГСУ, 2010. –116с. (Учебное пособие для студентов)

ISBN 978-5-7139-0739-6

Курс лекций по биосфере (часть 1) предназначен для студентов специальности 020801.65 «Экология». Курс лекций дает представление о биосфере, о наиболее общих законах ее развития, о роли вещества в биосфере. Биосфера рассматривается как своеобразная оболочка Земли, содержащая всю совокупность живых организмов, место их современного обитания и место непрерывного обмена среды с этими организмами.

Курс лекций предназначен для студентов- экологов, изучающих биосферу.

© Субботина Ю.М., Львов Ю.Б
© Коллектив авторов, 2010

© Изд-во. РГСУ, 2010

ISBN- 978-5-7139-0739-6

Содержание

Предисловие……5
1. **Лекция №1.** Истоки учения В.И. Вернадского о биосфере и ноосфере……6
1.1. «Учение о биосфере» В.И. Вернадского – этап развития наук XX века..11
1.1.1. Учение В.И. Вернадского о биосфере……..11
1.1.2. Структурная организация веществ и границы биосферы……..16
1.1.3.Функции живого вещества биосферы……24
1.1.4. Свойства живого вещества……..27
1.2.1. Принципы и правила биосферы……31
2. **Лекция №2.** Окружающая среда и местообитание человека……..35
2.1.Принцыпы устойчивого развития……..40
3. **Лекция № 3.** Живое вещество……45
3.1. Сущность живого, его основные признаки……49
3.2.Средообразующая роль живого вещества……50
3.2.1.Пределы активной жизни в биосфере и лимитирующие факторы жизни ……54
3.2.2.Круговорот веществ в биосфере……56
4. **Лекция №4**. Организмы и факторы среды……61
4.1. Законы биосферы……62
4.2. Происхождение и сущность жизни, история, проблемы……66
4.3. Концепция происхождения жизни А.И.Опарина……68
4.4. Современные концепции происхождения и сущности жизни……70
5. Лекция №5. Географическая организация биосферы……74
5.1.Материки – главный плацдарм жизни……76
5.1.1 Океан как часть биосферы……77
5.1.2.Материки замещают океанические впадины……79
6.Лекция №6. Виды энергии в биосфере. Энергетический баланс биосферы… ……86
6.1. Основные законы энергии в биосфере……86
6.1.1.Энергетика экосистем……88
6.2.Трофическая цепь……89
6.2.1.Первичная продукция……93
6.2.2.Факторы лимитирования первичной продукции……94
6.2.3.Потоки энергии в экосистемах……95
7. Лекция №7. Развитие земли……97
7.1.Образование солнечной системы земли……99
7.2. Этапы развития земли……99
7.2.1.Первичный океан и первичная атмосфера……99
7.2.2.Появление первых живых организмов……99
7.2.3.Возникновение континентов……100
7.2.4.Гипотезы……102

Субботина Юлия Михайловна
Львов Юрий Борисович

Курс лекций «Учение о биосфере» (часть 1)

Издано в авторской редакции

Подписано в печать14.02.2010. Формат 60x90/16
Гарнитура Times New Roman Усл.п.л.7,0 Тираж 300 экз.

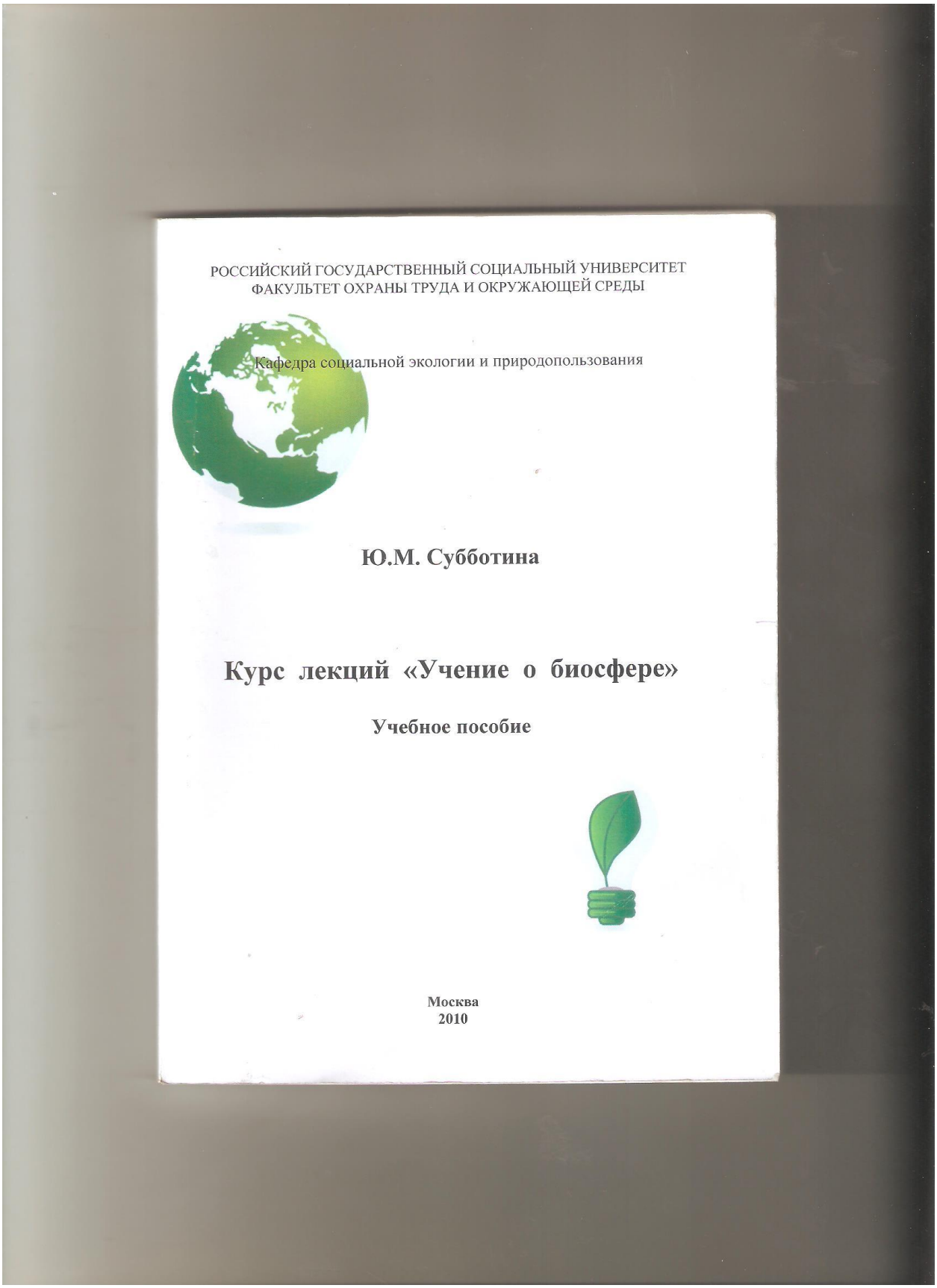
Издательство
Российского государственного социального университета
107150,Москва, ул. Лосиноостровска, вл.24
Тел.:8(499)169-78-60,8(499)169-79-60

Заказ № 3903 Тираж -300 экз.
Печать трафаретная.

Типография «11-й ФОРМАТ»
ИНН 7726330900
1152330, Москва, Варшавское ш., 36
(499) 788-78-56
www.autortefrat.ru

116

ПРИЛОЖЕНИЕ К



РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОЦИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ОХРАНЫ ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Кафедра социальной экологии и природопользования

Ю.М. Субботина

Курс лекций «Учение о биосфере»

Учебное пособие

Москва
2010

УДК 504.7(07)

ББК 28.080.3я 7

С 89

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

С.И Савушкина – доктор биологических наук лаборатории ВНИИ ирригационного рыбоводства

Н.П. Кириллов – доцент кафедры социальной экологии РГСУ, кандидат технических наук

С 89 Субботина Ю.М., Львов Ю.Б.
Курс лекций « Учение о биосфере» (часть 1) – М.: Изд-во РГСУ, 2010. –116с. (Учебное пособие для студентов)

ISBN 978-5-7139-0739-6

Курс лекций по биосфере (часть 1) предназначен для студентов специальности 020801.65 «Экология». Курс лекций дает представление о биосфере, о наиболее общих законах ее развития, о роли вещества в биосфере. Биосфера рассматривается как своеобразная оболочка Земли, содержащая всю совокупность живых организмов, место их современного обитания и место непрерывного обмена среды с этими организмами.

Курс лекций предназначен для студентов- экологов, изучающих биосферу.

© Субботина Ю.М., Львов Ю.Б
© Коллектив авторов, 2010

© Изд-во. РГСУ, 2010

ISBN- 978-5-7139-0739-6

Содержание

Предисловие……5
1. **Лекция №1.** Истоки учения В.И. Вернадского о биосфере и ноосфере…...6
1.1. «Учение о биосфере» В.И. Вернадского – этап развития наук XX века..11
1.1.1. Учение В.И. Вернадского о биосфере……...11
1.1.2. Структурная организация веществ и границы биосферы……...16
1.1.3.Функции живого вещества биосферы……24
1.1.4. Свойства живого вещества……..……...27
1.2.1. Принципы и правила биосферы……31
2. **Лекция №2.** Окружающая среда и местообитание человека……...35
2.1.Принципы устойчивого развития……...40
3. **Лекция № 3.** Живое вещество……45
3.1. Сущность живого, его основные признаки……49
3.2.Средообразующая роль живого вещества……50
3.2.1.Пределы активной жизни в биосфере и лимитирующие факторы жизни ……..54
3.2.2.Круговорот веществ в биосфере……56
4. **Лекция №4**. Организмы и факторы среды……61
4.1. Законы биосферы……..……62
4.2. Происхождение и сущность жизни, история, проблемы……66
4.3. Концепция происхождения жизни А.И.Опарина……68
4.4. Современные концепции происхождения и сущности жизни……..70
5. Лекция №5. Географическая организация биосферы……..74
5.1.Материки – главный плацдарм жизни……..76
5.1.1 Океан как часть биосферы……...77
5.1.2.Материки замещают океанические впадины……79
6.Лекция №6. Виды энергии в биосфере. Энергетический баланс биосферы… ……..86
6.1. Основные законы энергии в биосфере……86
6.1.1.Энергетика экосистем……..88
6.2.Трофическая цепь……..89
6.2.1.Первичная продукция……..93
6.2.2.Факторы лимитирования первичной продукции……94
6.2.3.Потоки энергии в экосистемах……..95
7. Лекция №7. Развитие земли……97
7.1.Образование солнечной системы земли……99
7.2. Этапы развития земли……99
7.2.1.Первичный океан и первичная атмосфера……99
7.2.2.Появление первых живых организмов……...99
7.2.3.Возникновение континентов……100
7.2.4.Гипотезы……102

Субботина Юлия Михайловна
Львов Юрий Борисович

Курс лекций «Учение о биосфере» (часть 1)

Издано в авторской редакции

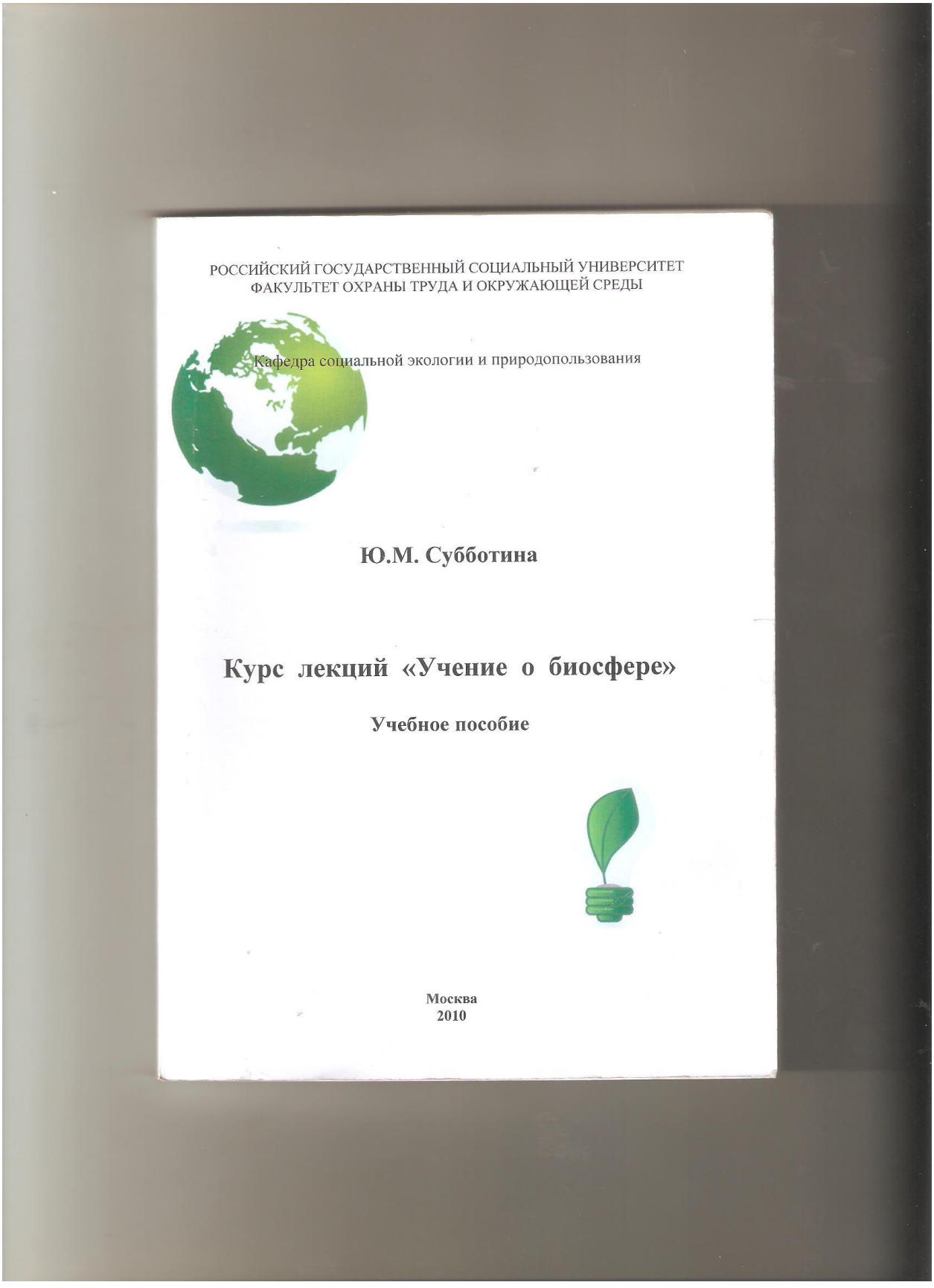
Подписано в печать14.02.2010. Формат 60x90/16
Гарнитура Times New Roman Усл.п.л.7,0 Тираж 300 экз.

Издательство
Российского государственного социального университета
107150,Москва, ул. Лосиноостровска, вл.24
Тел.:8(499)169-78-60,8(499)169-79-60

Заказ № 3903 Тираж -300 экз.
Печать трафаретная.

Типография «11-й ФОРМАТ»
ИНН 7726330900
1152330, Москва, Варшавское ш., 36
(499) 788-78-56
www.autortefrat.ru

ПРИЛОЖЕНИЕ Л



РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОЦИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ОХРАНЫ ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Кафедра социальной экологии и природопользования

Ю.М. Субботина

Курс лекций «Учение о биосфере»

Учебное пособие

Москва
2010

УДК 504.7(07)

ББК 28.080.3я 7

С 89

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

С.И Савушкина – доктор биологических наук лаборатории ВНИИ ирригационного рыбоводства

Н.П. Кириллов – доцент кафедры социальной экологии РГСУ, кандидат технических наук

С 89 Субботина Ю.М.
Курс лекций « Учение о биосфере» (часть 2) – М.: Изд-во РГСУ, 2010. –166с. (Учебное пособие для студентов)

ISBN 978-5-7139-0739-6

Курс лекций по биосфере (часть2) предназначен для студентов специальности 020801.65 «Экология». Курс лекций дает представление о биосфере, о наиболее общих законах ее развития, о роли вещества в биосфере. Биосфера рассматривается как своеобразная оболочка Земли, содержащая всю совокупность живых организмов, место их современного обитания и место непрерывного обмена среды с этими организмами.

Курс лекций предназначен для студентов- экологов, изучающих биосферу.

ISBN- 978-5-7139-0739-6

© Субботина Ю.М.
© Изд-во. РГСУ, 2010

Содержание

1.**Лекция №1** Вещество биосферы……5
2.**Лекция №2** Структура, функционирование и стратегия развития экосистем……12
2.1.Экосистема - основное понятие экологии ……12
2.2. Биотическая структура экосистем……...14
3.**Лекция №3** Биохимическая миграция элементов земной коры……...17
3.1.Химический состав среды обитания организмов……..28
4.**Лекция №4**Биохимические циклы……...50
4.1.Биогенный круговорот……50
4.2.Биохимические функции разных групп организмов……55
4.3.Энергитическое обеспечение биотического круговорота……..61
5. **Лекция №5** Экосистема. Структура и свойства, законы и закономерности……...64
6. **Лекция №6** Информация, термодинамика и конструкция биологических систем……72
6.1 Что такое информация?.....72
6.2 Информация и энтропия.....72
6.3.Сколько стоит биологическая упорядоченность?……74
6.4.Смысл биологической упорядоченности……76
7.**Лекция №7.** К вопросу коэволюции природы и общества……80
8.**Лекция № 8** Человек в природе и обществе……...89
8.1.Этапы развития человечества и его взаимодействия с природой и ее ресурсами……...89
9.**Лекция № 9.** Ресурсы биосферы и воздействия на их человека……103
9.1.Этапы воздействия человека на биосферу……...103
9.2. Ресурсы биосферы……105
9.2.1.Виды ресурсов биосферы……..105
9.2.2. Ресурсы атмосферы……...105
9.2.3. Ресурсы гидросферы……106
9.2.4. Ресурсы суши……107
9.3. Ресурсы живой природы……..109
9.3.1.Воздействие человека на природные ресурсы……112
10. **Лекция №10.**Воздействие человека на биосферу и их глобальные последствия……119
10.1. Последствия антропогенного воздействия на биосферу……119
11. **Лекция № 11.**Антропогенное воздействие на природу и человека……127
11.1.Классификация антропогенных воздействий……...127
11.2.Антропогенное воздействие на здоровье человека……..129
11.2.1.Об экологической ситцации в России……131
11.3.Экологическая обусловленность патологии основных органов и систем организма человека……133
11.3.1 Экологическая обусловленность патологии органов дыхания……...134

Субботина Юлия Михайловна

Курс лекций «Учение о биосфере» (часть II)

Издано в авторской редакции

Подписано в печать28.11.2010. Формат 60x90/16
Гарнитура Times New Roman Усл.п.л.10 Тираж 500 экз.

Издательство
Российского государственного социального университета
107150,Москва, ул. Лосиноостровска, вл.24
Тел.:8(499)169-78-60,8(499)169-79-60

Заказ № 1203 Тираж -300 экз.
Печать трафаретная.

Типография «11-й ФОРМАТ»
ИНН 7726330900
1152330, Москва, Варшавское ш., 36
(499) 788-78-56
www.autortefrat.ru

ПРИЛОЖЕНЕНИЕ М

Ю.М. СУББОТИНА

ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ ЩУКИ

Москва
Издательство
Российского государственного социального университета

2012

УДК 639.37:597.552.1
ББК 47.299
С89

Рецензенты:

И.Р. Смирнова – академик РАЕН, доктор ветеринарных наук, профессор, зав. кафедрой технологии и организации общественного питания Российской международной академии туризма

М.А. Малярова – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры социальной экологии и природопользования РГСУ

Субботина Ю.М.

С89 Технология выращивания молоди щуки. – М.: Издательство РГСУ, 2012. – 45 с.

ISBN 978-5-7139-1096-9

Технология составлена на основании результатов исследований 2004–2005 гг. на базе Всероссийского научно-исследовательского института ирригационного рыбоводства, рыбокомбината «Бисеровский». Разработчиком данной технологии использованы материалы инкубации икры щуки на рыболовно-спортивном хозяйстве «Бисерово».

Технология предназначена для рыбоводов, фермеров, специалистов проектных производственных организаций рыбного хозяйства, органов санитарно-государственного надзора и рыбоохраны, рыбохозяйственных организаций, занимающихся воспроизводством рыбы в естественных и искусственных водоемах.

УДК 639.37:597.552.1
ББК 47.299

ISBN 978-5-7139-1096-9

©Субботина Ю. М., 2012

©Российский государственный социальный университет, 2012

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 5
Глава 1. Щука обыкновенная – добавочная культура в водоемах комплексного назначения 7
1.1. Экологические условия обитания щуки в пределах ареала 11
Глава 2. Технологическая схема получения рыбопосадочного материала щуки 17
Глава 3. Разведение щуки в специализированных рыбоводных хозяйствах 18
3.1. Заготовка производителей 18
Глава 4. Заводской способ получения икры щуки 19
4.1. Отцеживание икры 19
4.2. Инкубация икры 21
4.3. Выклев личинок 22
Глава 5. Получение личинок щуки в прудах 23
5.1. Нерест щуки 24
Глава 6. Выдерживание и подращивание личинок щуки 25
6.1. Выдерживание личинок щуки в прямоточных лотках 25
6.2. Подращивание в прямоточных лотках 26
6.3. Подращивание молоди щуки в прудах 27
Глава 7. Выращивание молоди щуки в прудах 28
7.1. Выращивание молоди в течение 20–30 дней в прудах 28
Глава 8. Выращивание товарных сеголеток щуки в нагульных прудах 28
8.1. Выращивание сеголеток 28
8.2. Расчет личинок для зарыбления 29
Глава 9. Выращивание щуки в озерах и водохранилищах 30
9.1. Расчет потребности личинок щуки для зарыбления озер и водохранилищ 30
Глава 10. Зимовка производителей щуки в прудовых хозяйствах 31
10.1. Зимовка производителей щуки 31
Глава 11. Учет и транспортировка личинок щуки 32
11.1. Учет личинок 32
11.2. Транспортировка личинок 32
11.3. Транспортировка сеголеток 32
Заключение 33
Литература 34
Приложение 1. Рисунки-фотографии по биотехнике выращивания молоди щуки 37
Приложение 2. Биотехнические нормативы технологии выращивания щуки 41

Субботина Юлия Михайловна

Технология выращивания молоди щуки

Издано в авторской редакции

Подписано в печать 25.11.2012. Формат 60x84 1/16
Усл. печ. л. 3,1. Печать трансферная
Тираж 100 экз. Заказ № 6994

Типография «11-й ФОРМАТ»
115230, Москва, Варшавское шоссе, 36
8 (499) 788-78-56

Издательство Российского государственного социального университета
107150, Москва, ул Лосиноостровская, вл. 24
www.rgsu.net
Тел.: 8 (495) 748-67-67 (доб. 30-06)

ПРИЛОЖЕНИЕ Н

Ю.М.Субботина

Оценка эффективности очистки сточных вод различного генезиса естественными биоценозами

Москва
Издательство
Российского государственного социального университета
2012

УДК 628.3

ББК 38.761.2

С89

Рецензенты:

И.Р. Смирнова–академик РАЕН, доктор ветеринарных наук, профессор, зав. кафедрой технологии и организации общественного питания Российской международной академии туризма

В.М. Зубкова– доктор биологических наук, зав. кафедрой социальной экологии и природопользования РГСУ

Субботина Ю.М.

С 89 Оценка эффективности очистки сточных вод различного генезиса естественными биоценозами: монография. – М.: Издательство РГСУ, 2012. – 120 с.

ISBN 978-5-7139-1097-6

В монографии изучается проблема очистки сточных вод различного происхождения (генезиса), оценивается возможность и эффективность различных биоценозов очищать сточные воды. Подчеркивается особая роль альгологического комплекса микроводорослей в очистке и обеззараживании сточных вод различного генезиса.

Работа предназначена для специалистов и студентов – экологов и природопользователей, занимающихся проблемой очистки сточных вод в аэротенках и биологических прудах очистки.

УДК 628.3

ББК 38.761.2

ISBN978-5-7139-1097-6

©Субботина Ю. М., 2012

©Российский государственный социальный университет, 2012

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....6
1. Теоретический и методологический подходы к очистке сточных вод различного генезиса естественными биоценозами..... 8
1.1. Экологические аспекты сохранения чистоты водных ресурсов страны..... 8
1.2. Характеристика сточных вод..... 16
1.3.Характеристика хозяйственно-бытовых сточных вод.....18
1.4. Характеристика промышленных сточных вод..... 20
1.5. Характеристика атмосферных сточных вод.....25
1.6. Характеристика сточных вод животноводческих ферм и комплексов..... 26
1.7. Существующие естественные и искусственные способы очистки сточных вод..... 27
2.Состояние и оценка эффективности очистки сточных вод различного генезиса естественными биоценозами..... 34
2.1.Ливневые очистные сооружения для очистки ливневых сточных вод..... 34
2.2. Особенности очистки сточных вод ливневой канализации естественными биоценозами..... 37
2.3.Естественно-биологическая очистка сточных вод на Курьяновских очистных сооружениях..... 40
2.4.Биологическая очистка сточных вод с помощью естественных биоценозов, в частности высшей водной растительностью...45
2.5.Естественно-биологическая очистка животноводческих стоков в свиноводческом экспериментальном хозяйстве ВИЖ «Клёнов – Чегодаево»..... 49
3. Эколого-биологические особенности подготовки сточных вод пищевой промышленности..... 55
3.1.Удобрительная ценность сточных вод предприятий пищевой промышленности.....55
3.2. Эколого-биологические особенности очистки и обеззараживания сточных вод мясокомбинатов в БОКС прудах..... 63
3.3. Эколого-биологические особенности очистки и обеззараживания сточных вод птицефабрик в БОКС прудах..... 67
3.4. Технологическая схема очистки птицеводческих стоков на Краснополянской птицефабрике..... 70
3.5. Эффективность очистки сточных вод на птицефабрике «Краснополянская».....74
3.6. Использование сточных вод в ирригации.....81
4. Рыбоводно-биологические пруды в практике очистки высокоминерализованных стоков и выращивание

Субботина Юлия Михайловна

Оценка эффективности очистки сточных вод различного генезиса естественными биоценозами

Монография

Издано в авторской редакции

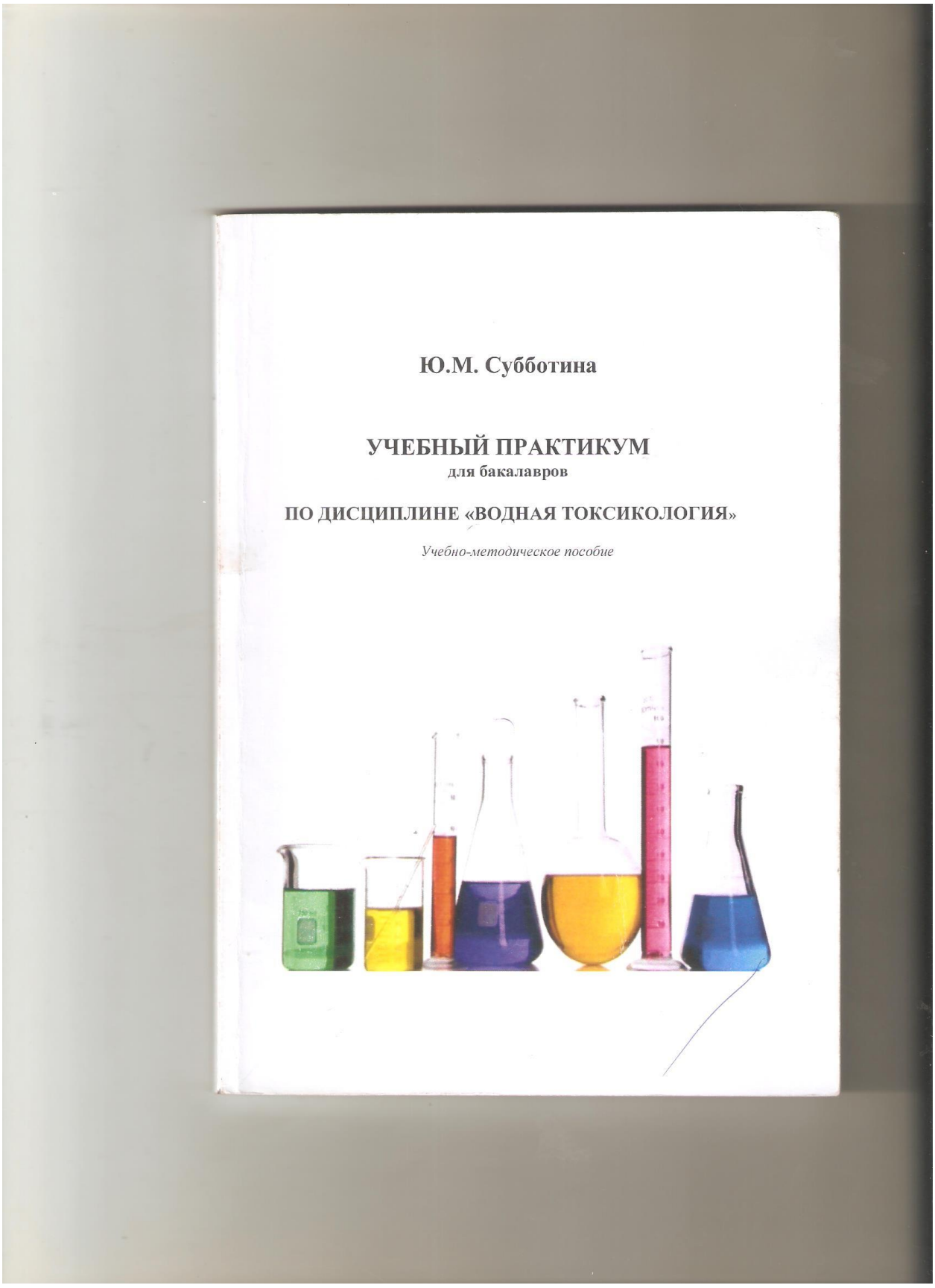
Подписано в печать 25.11.2012. Формат 60x84 1/16
Усл. печ. л. 3,1. Печать трансферная
Тираж 100 экз. Заказ № 6559

Типография «11-й ФОРМАТ»
115230, Москва, Варшавское шоссе, 36
8 (499) 788-78-56

Издательство Российского государственного социального университета
107150, Москва, улЛосиноостровская, вл. 24
www.rgsu.net
Тел.: 8(495) 748-67-67 (доб.30-06)

121

ПРИЛОЖЕНИЕ О



УДК [502.51:504.5](07)
ББК 52.84я7+26.22я7
С89

Рецензенты:

И.Р. Смирнова – академик РАЕН, доктор ветеринарных наук, профессор, зав. кафедрой технологии и организации общественного питания Российской международной академии туризма

М.А. Малярова – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры экологии и природопользования РГСУ

Субботина Ю.М.
С89 Учебный практикум для бакалавров по дисциплине «Водная токсикология»: учебно-методическое пособие. – М.: Издательство РГСУ, 2013. – 83 с.

ISBN 978-5-7139-1104-1

Учебно-методическое пособие рассчитано для проведения практических работ и более глубокого изучения курса студентами, обучающимися по дисциплине «Водная токсикология». Выполняя практические работы, студенты повторяют наиболее важные темы лекционного курса. Они получают также практические навыки работы с токсическими веществами, химическими формулами, изучают воздействие последних на организм человека, животных и гидробионтов. В пособии рассматриваются проблемы биотестирования качества водной среды, а также влияние токсических веществ на водных животных.

Пособие содержит описание практических работ, вопросы для самопроверки, список рекомендуемой литературы, в которой рассматриваемые темы изложены более подробно.

Предназначается для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности бакалавриата 022000.62 «Экология и природопользование». Представляет интерес для студентов биологических специальностей высших учебных заведений, специалистов в области экологии и защиты окружающей среды.

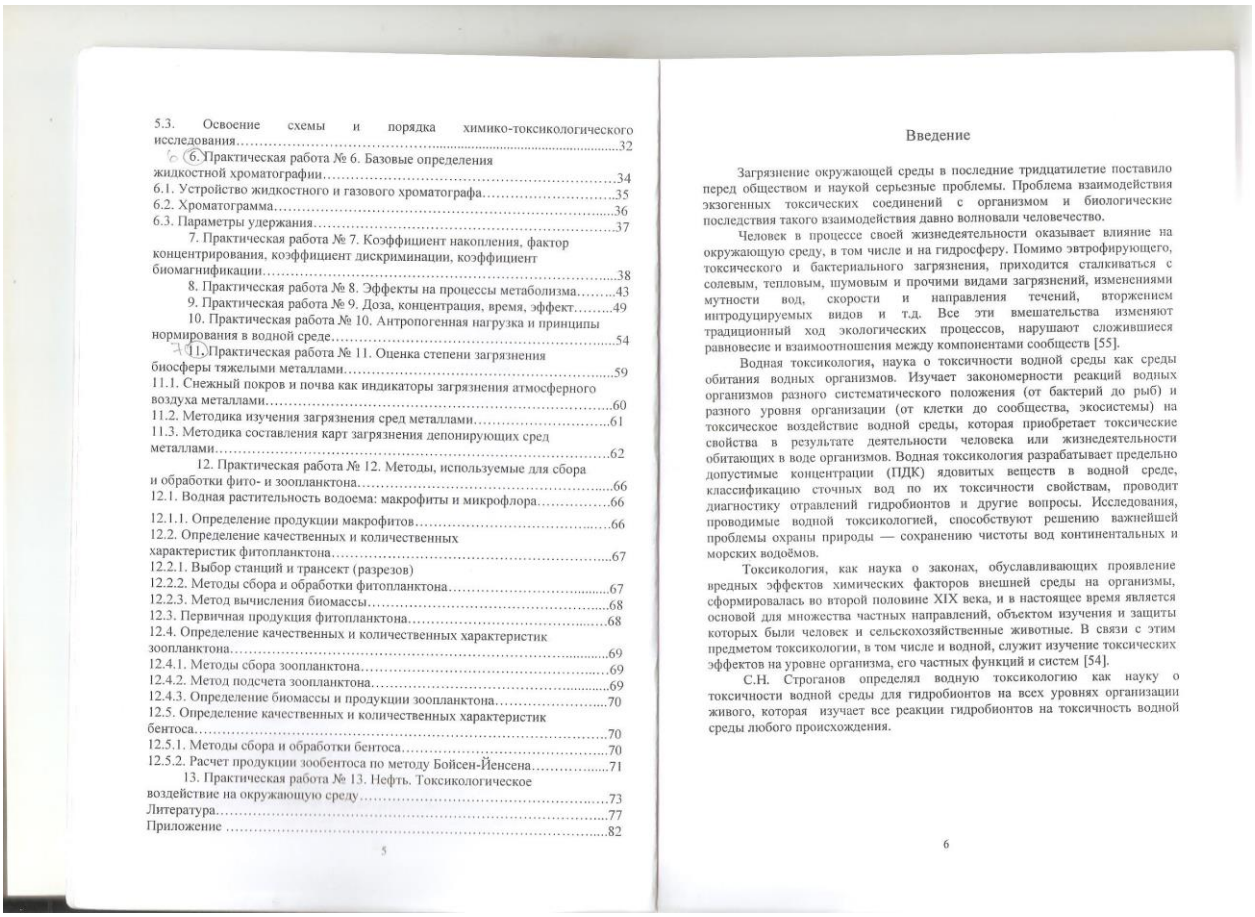
УДК [502.51:504.5](07)
ББК 52.84я7+26.22я7

ISBN 978-5-7139-1104-1

©Субботина Ю. М., 2013
©Российский государственный социальный университет, 2013

СОДЕРЖАНИЕ

Введение ……..…6
Практическая работа № 1. Тест-методы в экологии……7
1.1. Химические тест-методы……..7
1.2. Биохимические (ферментные) тест-методы……..8
1.3. Биологические тест-методы (биотестирование)……..8
2. Практическая работа № 2. Методика биотестирования донных отложений……11
2.1. Природа токсичности донных отложений……..11
2.2. Отбор, транспортировка и хранение проб……..12
2.3. Подготовка проб для биотестирования……..13
2.4. Методики биотестирования (биотесты)……..13
2.5. Оценка токсичности……..14
2.6. Требования к квалификации специалиста……..15
2.7. Закономерности реакций организмов на токсическое воздействие……..15
3. Практическая работа № 3. Сущность методов биотестирования донных отложений и методика биотестирования……..17
3.1. Методы и объекты водной токсикологии……..17
3.2. Сущность методов биотестирования токсичности донных отложений……18
3.3. Методика биотестирования донных отложений на организмах Зообентоса (хирономидах)……19
3.3.1. Тест-объекты……..19
3.3.2. Принцип методики……..20
3.3.3. Необходимое оборудование и материалы……..20
3.3.4. Условия проведения биотестирования……..21
3.3.5. Получение тест-объектов и особенности их жизнедеятельности……..21
3.3.6. Подготовка пробы……..22
3.3.7. Выполнение биотестирования, регистрация реакций, оценка токсичности……..23
3.3.8. Форма представления данных биотестирования……..23
4. Практическая работа № 4. Общие объемы поступления загрязняющих веществ в водную среду из естественных и антропогенных источников……..25
4.1. Эколого-гигиенические подходы к биоиндексации качества воды……27
5. Практическая работа № 5. Освоение техники отбора, упаковки, консервирования и пересылки патологического материала для химико-токсикологического исследования в лаборатории водной токсикологии……..30
5.1. Химико-технологический анализ в водной токсикологии……..30
5.2. Правила взятия, упаковки и пересылки проб патматериала, кормов и воды в лабораторию……..31



5.3. Освоение схемы и порядка химико-токсикологического исследования....32
6. Практическая работа № 6. Базовые определения жидкостной хроматографии....34
6.1. Устройство жидкостного и газового хроматографа....35
6.2. Хроматограмма....36
6.3. Параметры удержания....37
7. Практическая работа № 7. Коэффициент накопления, фактор концентрирования, коэффициент дискриминации, коэффициент биомагнификации....38
8. Практическая работа № 8. Эффекты на процессы метаболизма....43
9. Практическая работа № 9. Доза, концентрация, время, эффект....49
10. Практическая работа № 10. Антропогенная нагрузка и принципы нормирования в водной среде....54
11. Практическая работа № 11. Оценка степени загрязнения биосферы тяжелыми металлами....59
11.1. Снежный покров и почва как индикаторы загрязнения атмосферного воздуха металлами....60
11.2. Методика изучения загрязнения сред металлами....61
11.3. Методика составления карт загрязнения депонирующих сред металлами....62
12. Практическая работа № 12. Методы, используемые для сбора и обработки фито- и зоопланктона....66
12.1. Водная растительность водоема: макрофиты и микрофлора....66
12.1.1. Определение продукции макрофитов....66
12.2. Определение качественных и количественных характеристик фитопланктона....67
12.2.1. Выбор станций и трансект (разрезов)
12.2.2. Методы сбора и обработки фитопланктона....67
12.2.3. Метод вычисления биомассы....68
12.3. Первичная продукция фитопланктона....68
12.4. Определение качественных и количественных характеристик зоопланктона....69
12.4.1. Методы сбора зоопланктона....69
12.4.2. Метод подсчета зоопланктона....69
12.4.3. Определение биомассы и продукции зоопланктона....70
12.5. Определение качественных и количественных характеристик бентоса....70
12.5.1. Методы сбора и обработки бентоса....70
12.5.2. Расчет продукции зообентоса по методу Бойсен-Йенсена....71
13. Практическая работа № 13. Нефть. Токсикологическое воздействие на окружающую среду....73
Литература....77
Приложение....82

Введение

Загрязнение окружающей среды в последние тридцатилетие поставило перед обществом и наукой серьезные проблемы. Проблема взаимодействия экзогенных токсических соединений с организмом и биологические последствия такого взаимодействия давно волновали человечество.

Человек в процессе своей жизнедеятельности оказывает влияние на окружающую среду, в том числе и на гидросферу. Помимо эвтрофирующего, токсического и бактериального загрязнения, приходится сталкиваться с солевым, тепловым, шумовым и прочими видами загрязнений, изменениями мутности вод, скорости и направления течений, вторжением интродуцируемых видов и т.д. Все эти вмешательства изменяют традиционный ход экологических процессов, нарушают сложившиеся равновесие и взаимоотношения между компонентами сообществ [55].

Водная токсикология, наука о токсичности водной среды как среды обитания водных организмов. Изучает закономерности реакций водных организмов разного систематического положения (от бактерий до рыб) и разного уровня организации (от клетки до сообщества, экосистемы) на токсическое воздействие водной среды, которая приобретает токсические свойства в результате деятельности человека или жизнедеятельности обитающих в воде организмов. Водная токсикология разрабатывает предельно допустимые концентрации (ПДК) ядовитых веществ в водной среде, классификацию сточных вод по их токсичности свойствам, проводит диагностику отравлений гидробионтов и другие вопросы. Исследования, проводимые водной токсикологией, способствуют решению важнейшей проблемы охраны природы — сохранению чистоты вод континентальных и морских водоёмов.

Токсикология, как наука о законах, обуславливающих проявление вредных эффектов химических факторов внешней среды на организмы, сформировалась во второй половине XIX века, и в настоящее время является основой для множества частных направлений, объектом изучения и защиты которых были человек и сельскохозяйственные животные. В связи с этим предметом токсикологии, в том числе и водной, служит изучение токсических эффектов на уровне организма, его частных функций и систем [54].

С.Н. Строганов определял водную токсикологию как науку о токсичности водной среды для гидробионтов на всех уровнях организации живого, которая изучает все реакции гидробионтов на токсичность водной среды любого происхождения.

Субботина Юлия Михайловна

УЧЕБНЫЙ ПРАКТИКУМ
для бакалавров

ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ВОДНАЯ ТОКСИКОЛОГИЯ»

Учебно-методическое пособие

Издается в авторской редакции

Подписано в печать 25.04.2013. Формат 60x84 1/16
Усл. печ. л. 5,0. Печать трансферная
Тираж 100 экз. Заказ №

Издательство Российского государственного социального университета
107150, Москва, ул. Лосиноостровская, вл. 24
Тел.: 8(495) 748-67-67 (доб. 30-06)
www.rgsu.net

Типография «11-й ФОРМАТ»
115230, Москва, Варшавское шоссе, 36
Тел.: 8 (499) 788-78-56

ПРИЛОЖЕНИЕ П

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

Всероссийский научно-исследовательский институт ирригационного рыбоводства

Унифицированная технология выращивания рыбопосадочного материала различного трофического уровня в рыбоводно - биологических прудах на очищенных и обеззараженных животноводческих стоках

Москва
2015

УДК 639.311

ББК 47. 286 к Унифицированной технологии

Авторы:
Ю.М. Субботина – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент ФГБОУ ВПО Российский государственный социальный университет (РГСУ);
Г.Е. Серветник - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт ирригационного рыбоводства (ВНИИР);
И.Р. Смирнова – доктор ветеринарных наук, профессор; В.В. Зотов - аспирант ФГБОУ ВПО Московский государственный университет пищевых производств (МГУПП).

Рецензенты:
В.А. Долгов – доктор ветеринарных наук, профессор, заведующий лабораторией мяса, рыбы и других пищевых продуктов Всероссийского научно-исследовательского института ветеринарной санитарии, гигиены и экологии РАН РФ (ФГБНУ «ВНИИВСГЭ);
Д.Н. Кузнецов – кандидат биологических наук, доцент Ногинского филиала ФГБОУ ВПО Российская академия образования (РАО).

Унифицированная технология выращивания рыбопосадочного материала различного трофического уровня в рыбоводно - биологических прудах на очищенных и обеззараженных животноводческих стоках составлена на основании многолетних исследований на базе Всероссийского научно-исследовательского института ирригационного рыбоводства.

Технология предназначена ихтиологам и рыбоводам, фермерам, специалистам проектных производственных организаций рыбного хозяйства, органам санитарно-государственного надзора и рыбоохраны; организациям, занимающимся воспроизводством рыбы в естественных и искусственных водоемах.

Может быть использована в учебном процессе при обучении студентов специальности 111801.65 – ветеринарный врач, по направлению подготовки бакалавров 111900.62 – ветеринарно-санитарный врач, 050306 - экология и природопользование, а также магистрами при выполнении научных исследований по направлениям 36.04.01 – ветеринарно-санитарная экспертиза, 05.04.06 – экология и природопользование.

Рассмотрено и одобрено на заседании Ученого совета ФГБНУ ВНИИР от 26 января 2015 г., протокол № 1.

Оглавление

Введение..... 4
Глава 1. Теоретические и методологические подходы к очистке сточных вод различного генезиса естественными компонентами экосистемы..... 5
Глава 2. Сточные воды, как фактор загрязнения окружающей среды и распространения инфекций и инвазий..... 10
Глава 3. Рыбоводно-биологические пруды в практике очистки сточных вод 12
Глава 4. Технико-экономическое обоснование технологии выращивания рыбопосадочного материала в рыбоводно-биологических прудах 13
Глава 4.1. Обустройство и расчет всех ступеней биологической очистки..... 15
Глава 4.2. Инженерно-технологические требования, предъявляемые к рыбоводно-биологическим прудам..... 21
Глава 5. Технология выращивания рыбопосадочного материала в рыбоводно-биологических прудах..... 24
5.1 Основные объекты разведения..... 24
5.2 Подготовка рыбоводно-вырастных прудов к зарыблению..... 27
5.3 Подращивание личинок карпа, растительноядных рыб и молоди щуки в поликультуре..... 29
5.4 Облов рыбоводных прудов..... 31
Глава 6. Подращивание личинок щуки в рыбоводно-биологических прудах, их учет и транспортировка..... 31
Глава 7. Ветеринарно-санитарная оценка технологического процесса очистки в рыбоводно-биологических прудах..... 33
7.1 Контроль за качеством воды в рыбоводно-биологических прудах..... 33
7.2. Ветеринарно-санитарные мероприятия, направленные на санацию воды в рыбоводно-биологических прудах..... 34
Глава 8. Экологические требования, предъявляемые к прудам биологической очистки животноводческих стоков, предназначенных для целей рыборазведения..... 36
Использованная литература..... 40

Субботина Юлия Михайловна,

Серветник Григорий Емельянович,

Смирнова Ирина Робертовна,

Зотов Валерий Валерьевич

Унифицированная технология выращивания рыбопосадочного материала различного трофического уровня в рыбоводно - биологических прудах на очищенных и обеззараженных животноводческих стока

М.: Издательство РГСУ, 2015. - 45 с

Издано в авторской редакции

Корректура автора

Подписана в печать 25.01.2014 формат 60x84 1/16
Усл. печ. л. 5,0
Печать трансферная
Тираж
100 экз.

Типография «11-й ФОРМАТ»
ИНН 7726330900
115230. МОСКВА. ВАРШАВСКОЕ Ш., 36
499-788-78-56

Издательство РГСУ-

107150, г. Москва, ул Лосиноостровская, вл. 24

8-499-169-79-60, 8-499-169-78-60

43

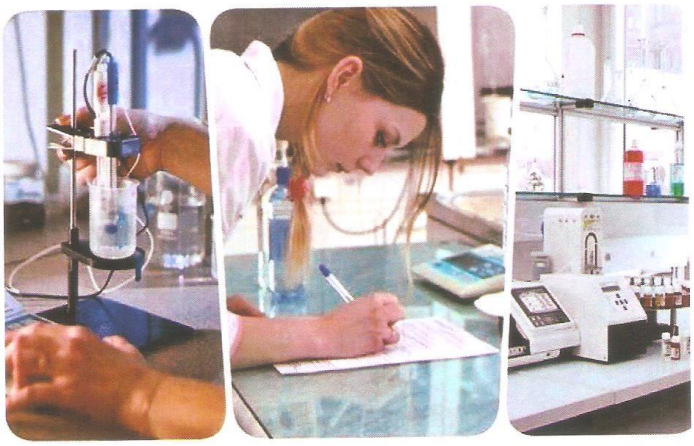
ПРИЛОЖЕНИЕ Р

Ю.М. Субботина

УЧЕБНЫЙ ПРАКТИКУМ
для бакалавров

ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ»

Учебно-методическое пособие



УДК 664 : 504

ББК 36 : 2017

С89

Рецензент:

В.М. Зубкова д.с-х.н. профессор кафедры техносферная безопасность ФГБОУ ВО РГСУ

Д.И. Удавлиев д.в.н., профессор кафедры «Ветеринарно-санитарная экспертиза и биологическая безопасность» ФГБОУ ВО МГУПП

Субботина Ю.М.

С89 Учебный практикум для бакалавров по дисциплине «Экологическая безопасность пищевых производств»: учебно-методическое пособие. – М.: Издательство МГУПП, 2021. –93 с.

Учебно-методическое пособие рассчитано для проведения практических работ и более глубокого изучения курса студентами, обучающимися по дисциплине «Экологическая безопасность пищевых производств». Выполняя практические работы, студенты повторяют наиболее важные темы лекционного курса. Они получают также практические навыки работы с токсическими веществами, химическими формулами, изучают воздействие последних на организм человека, животных и гидробионтов. В пособии рассматриваются проблемы биотестирования качества водной среды, а также влияние токсических веществ на водных животных.

Пособие содержит описание практических работ, вопросы для самопроверки, список рекомендуемой литературы, в которой рассматриваемые темы изложены более подробно.

Предназначается для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности бакалавриата направление: 36.03.01 - Ветеринарно-санитарная экспертиза. Профиль: Ветеринарно-санитарная экспертиза и биологическая безопасность, а также биологов обучающихся по специальности 06.03.01 «Биология» Профиль: Биоэкология. Представляет интерес для студентов биологических специальностей высших учебных заведений, специалистов в области экологии и защиты окружающей среды.

УДК 664 : 504

ББК 36 : 2017

©Субботина Ю. М., 2021

©Московский государственный

университет пищевых производств, 2021

Оглавление

Введение 6
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1 13
1.1 Химические тест - методы 14
1.2 Биохимические (ферментные) тест - методы 15
1.3 Биологические тест - методы (биотестирование) 15
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2 17
2.1 Природа токсичности донных отложений 17
2.2 Отбор, транспортировка и хранение проб 18
2.3 Подготовка проб для биотестирования 19
2.4 Методики биотестирования (биотесты) 19
2.5. Оценка токсичности 20
2.6 Требования к квалификации специалиста 21
2.7 Закономерности реакций организмов на токсическое воздействие 21
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3 23
3.1 Методы и объекты водной токсикологи 23
3.2 Сущность методов биотестирования токсических донных отложений 23
3.3 Методика биотестирования донных отложений на организм зообентоса (хирономиды) 25
3.3.1 Тест - объекты 25
3.3.2 Принцип методики 26
3.3.3 Необходимое оборудование и материалы 26
3.3.4 Условия проведения биотестирования 27
3.3.5 Получение тест-объектов и особенности их жизнедеятельности 27
3.3.6 Подготовка пробы 28
3.3.7 Выполнение биотестирования, регистрация реакций, оценка токсичности 28
3.3.8 Форма представления данных биотестирования 29
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4 31
4.1 Эколого – гигиенические подходы к биоиндексации 33
качества воды 35
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5 38
5.1 Химико-технологический анализ в водной токсикологии 38
5.2 Правила взятия, упаковки и пересылки проб патологического материала, кормов и воды в лабораторию 40
5.3 Освоение схемы и порядка химико-токсикологического исследования 40
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6 42
6.1 Устройство жидкого и газового хроматографов 43
6.2. Хроматограмма 44
6.3. Параметры удерживания 45
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7 Коэффициент накопления, фактор. концентации, коэффициент дискреминации,коэффициент биомагнификации 47
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8 Эффекты на процессы метаболизма .. 51
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9 Доза,концентрация, время,эффект 58

450

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10 Антопогенная нагузка и прин
экологического нормиования в водной среде .....
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 11 Оценка степени загрязнения би
тяжелыми металлами.....
11.1 Снежный покров и почва как индикаторы загрязнения атмосфе
воздуха металлами .....
11.2 Методика изучения загрязнения сред металлами .....
11.3 Методика составления карт загрязнения депонирующих сред метал
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 12.....
12.1 Водная растительность водоема макрофиты и микрофлора.....
12.1.2 Определение продукции макрофитов.....
12.1.3 Определение качественных и количественных характер
фитопланктона .....
12.2. Выбор станций и трансект (разрезов).....
12.2.1 Методы сбора и обработки фитопланктона.....
12.2.2 Метод вычисления биомассы .....
12.3 Первичная продукция фитопланктона .....
12.4 Определение качественных и количественных характеристик.....
зоопланктона .....
12.4.1 Методы сбора зоопланктона.....
12.4.2 Метод подсчета зоопланктона.....
12.4.3 Определение биомассы и продукции зоопланктона.....
12.5 Определение качественных и количественных характеристик.....
бентоса .....
12.5.1 Методы сбора и обработки бентоса.....
12.5.2 Расчет продукции зообентоса по методу Бойсен-Йенсена .....
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 13.....
13.1 Нефть. Токсикологическое воздействие на окружающую среду.....
ЛИТЕРАТУРА.....
Приложение А.....

Субботина Юлия Михайловна

УЧЕБНЫЙ ПРАКТИКУМ
для бакалавров

ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ»

Учебно-методическое пособие

Издается в авторской редакции

Издательство Московский государственный университета
пищевых производств
125080, город Москва, Волоколамское шоссе, 11..
8 (499) 750-01-11 mgupp@mgupp.ru
109029 г. Москва, Талалихина д.33
7(499)811-00-03

Подписано в печать 25.08.2021. Формат 60x84 1/16
Усл. печ. л. 5,8. Печать трансферная
Заказ №18521
Типография «11-й ФОРМАТ» ИНН
7726330900
115230, Москва, Варшавское ш., 36
(977) 518-13-77 (499) 788-78-56

ПРИЛОЖЕНИЕ С

Ю.М. Субботина

УЧЕБНЫЙ ПРАКТИКУМ

для бакалавров

ПО ДИСЦИПЛИНЕ «САНИТАРИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Учебно-методическое пособие

УДК 504

ББК 20.17

С89

Рецензенты:

В.М. Зубкова – д.б.н., профессор, кафедры техносфеной безопасности и экологии РГСУ

Д.И. Удавлиев– д.б.н., доцент кафедра ветеринарно-санитарной экспертизы и биологической безопасности

Субботина Ю.М.

С89 Учебный практикум для бакалавров по дисциплине «Санитария и экологическая безопасность»: учебно-методическое пособие. – М.: Издательство МГУПП, 2021. – 106 с.

Учебно-методическое пособие рассчитано для проведения практических работ и более глубокого изучения курса студентами, обучающимися по дисциплине «Санитария и экологическая безопасность». Выполняя практические работы, студенты повторяют наиболее важные темы лекционного курса. Они получают также практические навыки по изучаемой теме работы, знакомятся с химическими соединениями, изучают воздействие последних на организм человека, животных и гидробионтов.

Пособие содержит описание практических работ, вопросы для самопроверки, список рекомендуемой литературы, в которой рассматриваемые темы изложены более подробно.

Предназначается для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности бакалавров 06.03.01, «Биоэкология». 06.03.01, «Биоэкологический мониторинг и рециклинг в пищевых производствах» Представляет интерес для студентов биологических и биоэкологических специальностей высших учебных заведений, специалистов в области экологии и защиты окружающей среды.

УДК 504

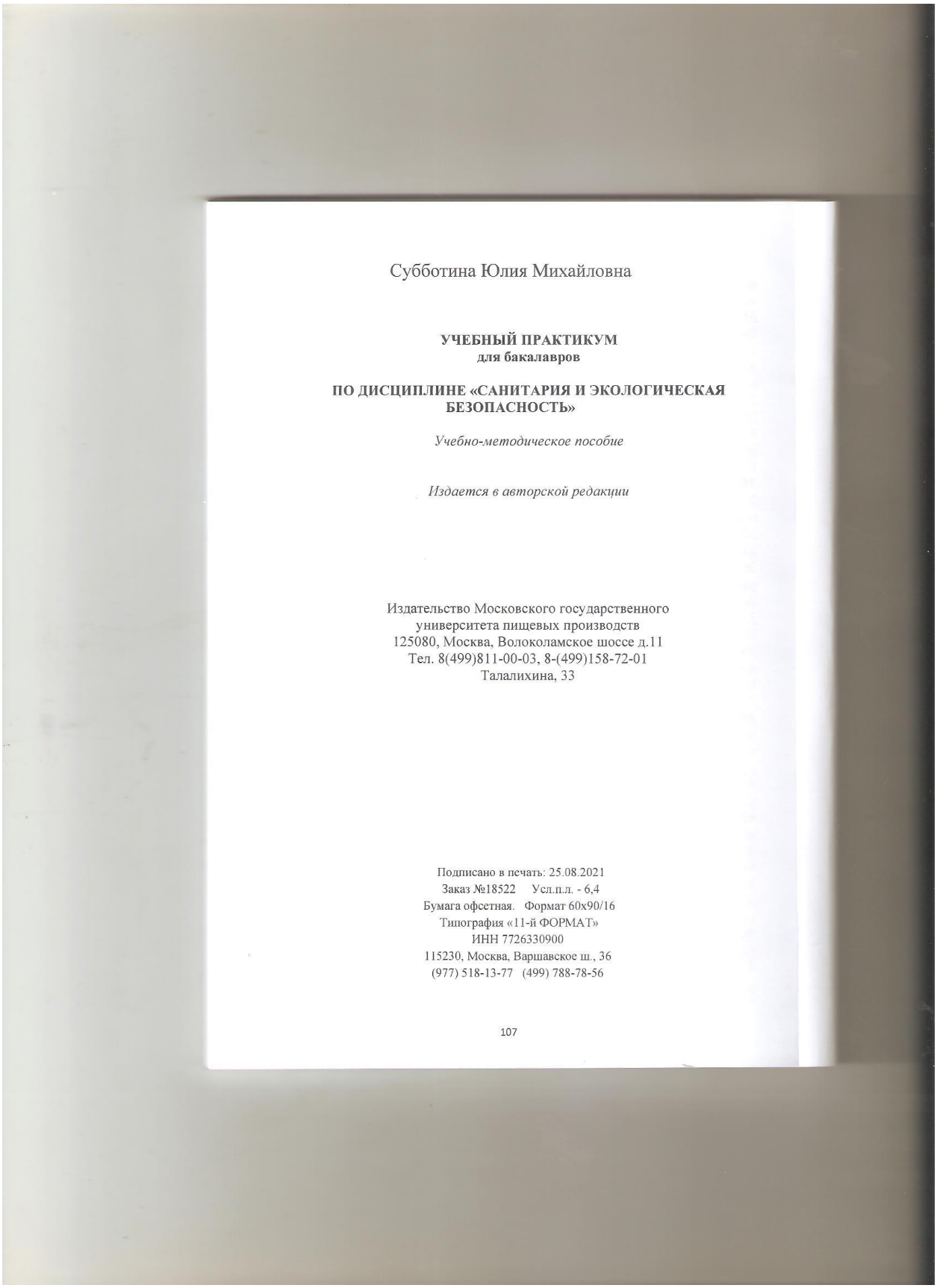
ББК 20.17

©Субботина Ю. М., 2021
©Московский
государственный
университет пищевых производств, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Введение ……6
Лабораторная работа № 1. Структура и организация ветеринарно-санитарной службы в РФ……7
1. Станции, контролирующие ветеринарно-санитарное состояние всех хозяйств города, имеющих животных……7
1.2. Станции по борьбе с болезнями животных……8
Ветеринарная лечебница……9
1.4 Ветеринарный пункт……9
1.5.Ветеринарная лаборатория……9
2. Минимальные расстояния между зооветеринарными объектами……10
2.1 Номенклатура ветеринарных объектов……11
Лабораторная работа № 2. Словарь терминов и определений……17
Лабораторная работа № 3. Оценка многосредового воздействия……24
1.1 **А** – Сценарий исследования ……24
1.2 **Б** – Информация необходимая для вычислений……24
1.3 **В** – Определение воздействия на население ……25
1.3**Г** Влияние токсичности на беременность……27
1.5 **Д**– Влияние токсичности на мужскую половую систему……27
Лабораторная работа № 4. Определение антропогенных загрязнений окружающей среды……30
1.Задание 1 Расчетная оценка количества выбросов вредных веществ в воздух от автотранспорта……31
2. Обработка результатов и выводы……33
Лабораторная работа № 5. Изучение средней продолжительности жизни ……35
Лабораторная работа № 6. Технические и технологические решения по охране окружающей среды……42
Лабораторная работа № 7. Экономическая эффективность природоохранных мероприятий……46
Лабораторная работа № 8. Экологическая экспертиза……52
1. Материалы, представляемые на экспертизу……54
2. Описание объекта……54
3. Результаты анализа объекта экспертизы……55
4. Общая оценка представленных материалов……56
5. Выводы……56
6. Подписи членов комиссии……56
7. Текст выводов положительного заключения……57
Лабораторная работа № 9. Особенности ветеринарно-санитарной экспертизы гидробионтов. Ветеринарно-санитарная экспертиза икры, знакомство с нормативными документами регламентирующими реализацию гидробионтов и икры……60

Ц



Субботина Юлия Михайловна

УЧЕБНЫЙ ПРАКТИКУМ
для бакалавров

ПО ДИСЦИПЛИНЕ «САНИТАРИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Учебно-методическое пособие

Издается в авторской редакции

Издательство Московского государственного
университета пищевых производств
125080, Москва, Волоколамское шоссе д.11
Тел. 8(499)811-00-03, 8-(499)158-72-01
Талалихина, 33

Подписано в печать: 25.08.2021
Заказ №18522 Усл.п.л. - 6,4
Бумага офсетная. Формат 60x90/16
Типография «11-й ФОРМАТ»
ИНН 7726330900
115230, Москва, Варшавское ш., 36
(977) 518-13-77 (499) 788-78-56

107

ПРИЛОЖЕНИЕ Т

Субботина Юлия Михайловна

Технология выращивания молоди щуки в рыбоводно-биологических прудах очистки

УДК 639.3.07
ББК 47.2
С-89

Рецензенты:
Г.Е. Серветник – профессор д.с-х.н. ВНИИ ирригационного рыбоводства
Д.Н. Кузнецов – доцент к.б.н. Ногинского филиала Университета Российской академии образования

Субботина Ю.М.
С-89 Технология выращивания щуки в рыбоводно-биологических прудах очистки. Учебное пособие по самостоятельной работе студентов прикладного бакалавриата – М.: Издательство МГУПП, 2022. – 66 с.

Технология предназначена для самостоятельной работы студентов экологов-природопользователей, рыбоводов-технологов, фермеров, специалистов проектных производственных организаций рыбного хозяйства, органов санитарно-государственного надзора, органов рыбоохраны, организаций занимающихся воспроизводством рыбы в естественных и искусственных водоемах, а также для самостоятельной работы студентов экологов.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры ветеринарно-санитарная экспертиза и биологическая безопасность от 28 августа 2021, протокол № 1

Утверждено в качестве учебно-методического пособия по издательской деятельности

УДК 639. 3.07
ББК 47.2

©Субботина Ю.М., 2022

©Московский Государственный университет пищевых производств 2022

СОДЕРЖАНИЕ

Введение..... 4
Глава 1. Щука обыкновенная - добавочная культура в естественных водоемах 8
1. 1 Экологические условия обитания щуки в пределах ареала..... 12
1.2 Краткое описание рыбоводно-биологических прудов предназначенных для очистки, обеззараживания и выращивания рыбопосадочного материала..... 17
1.3 Подращивание молоди щуки в РБП очистки..... 23
1.4 Санитарно - гигиенически требования, предъявляемые качеству воды пудов биологической очистки животноводческих стоков..... 24
1.5 Выводы и предложения..... 29
Глава 2. Технологическая схема получения рыбопосадочного материала щуки..... 31
Глава 3. Заводской способ получения икры щуки..... 32
3.1 Заготовка производителей щуки..... 32
Глава 4. Заводской способ получения икры щуки..... 33
4.1 Отцеживание икры..... 33
4.2.Инкубация икры..... 35
4.3 Стадии эмбрионального развития икры щуки..... 36
4.4.Выклев личинки щуки..... 36
Глава 5.Нерест щуки в естественных водоемах..... 37
Глава 5.1 Получение личинок щуки в прудах..... 37
6. Выдерживание и подращивание личинок щуки..... 39
6.1 Выдерживание личинок щуки в прямоточных лодках..... 39
6.2 Подращивание молоди щуки в прудах..... 41
6.3 Выращивание молоди щуки в приспособленных прудах..... 42
Глава 7. Подращивание молоди щуки рыбоводно-биологических прудах очистки..... 42
Глава 8. Расчет личинки щуки для зарыбления прудов..... 43
Глава 9. Выращивание щуки в озерах и водохранилищах..... 44
9.1 Расчет потребности личинок щуки для зарыбления озер и водохранилищ..... 44
Глава 10. Учет и транспортировка молоди и личинок щуки..... 46
10.1 Учет личинки щуки..... 46
10.2 Транспортировка личинки щуки..... 46
103.Выпуск личинки щуки в водоем..... 46
10.4 Транспортировка личинки щуки..... 46
Литература..... 47
Приложение А Рисунки-фотографии по биотехники выращивания молоди щуки..... 53
Приложение Б Биотехнические нормативы технологии выращивания шуки 61

УЧЕБНЫЙ ПРАКТИКУМ
для бакалавров

Учебно-методическое пособие

Субботина Юлия Михайловна

Технология выращивания молоди щуки в рыбоводно-биологических прудах очистки

Издано в авторской редакции

Подписано в печать 05.01.2022 Формат 60x84 1/16
Усл. печ. л. 4,0 Печать трансферная
Тираж 100 экз. Заказ №

Издательство Московского Государственного Университета Пищевой Промышленности
125080,Москва Волоколамское шоссе, д.11
Тел. 8(800)550-36-02, +7(925)504-84-77, +7(499)750-00-05, +7 (903) 2848728.
mgupp@mgupp.ru

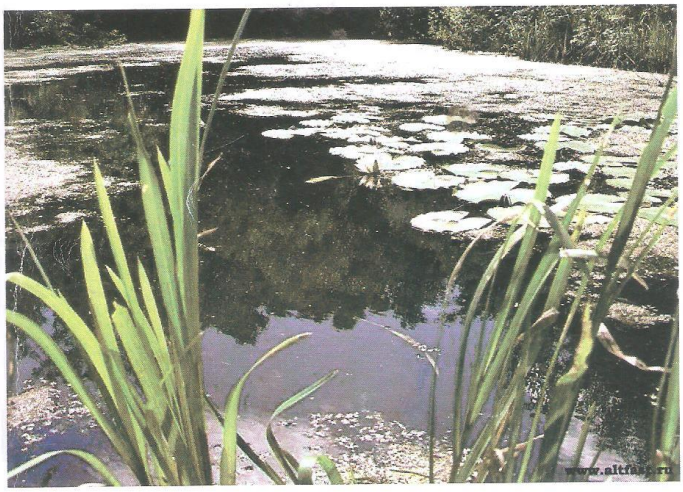
Типография «11-й ФОРМАТ»
115230, Москва, Варшавское шоссе, 36
8 (499) 788-78-56

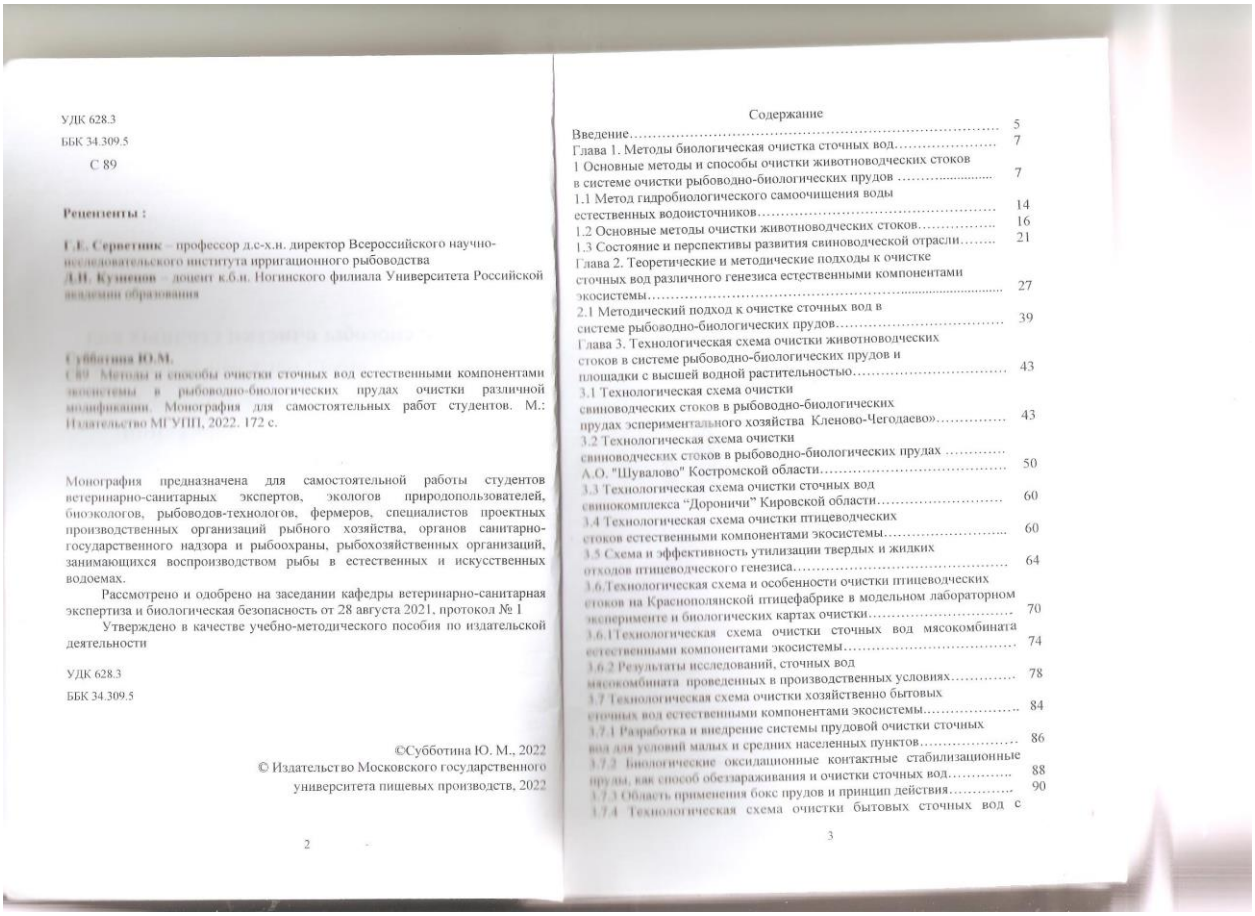
ПРИЛОЖЕНИЕ У

Ю.М СУББОТИНА

Методы и способы очистки сточных вод естественными компонентами экосистемы в рыбоводно-биологических прудах очистки различной модификации

Монография





УДК 628.3

ББК 34.309.5

С 89

Рецензенты :

Г.Е. Серветник – профессор д.с-х.н. директор Всероссийского научно-исследовательского института ирригационного рыбоводства

Д.Н. Кузнецов – доцент к.б.н. Ногинского филиала Университета Российской академии образования

Субботина Ю.М.

С 89 Методы и способы очистки сточных вод естественными компонентами экосистемы в рыбоводно-биологических прудах очистки различной модификации. Монография для самостоятельных работ студентов. М.: Издательство МГУПП, 2022. 172 с.

Монография предназначена для самостоятельной работы студентов ветеринарно-санитарных экспертов, экологов природопользователей, биоэкологов, рыбоводов-технологов, фермеров, специалистов проектных производственных организаций рыбного хозяйства, органов санитарно-государственного надзора и рыбоохраны, рыбохозяйственных организаций, занимающихся воспроизводством рыбы в естественных и искусственных водоемах.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры ветеринарно-санитарная экспертиза и биологическая безопасность от 28 августа 2021, протокол № 1

Утверждено в качестве учебно-методического пособия по издательской деятельности

УДК 628.3

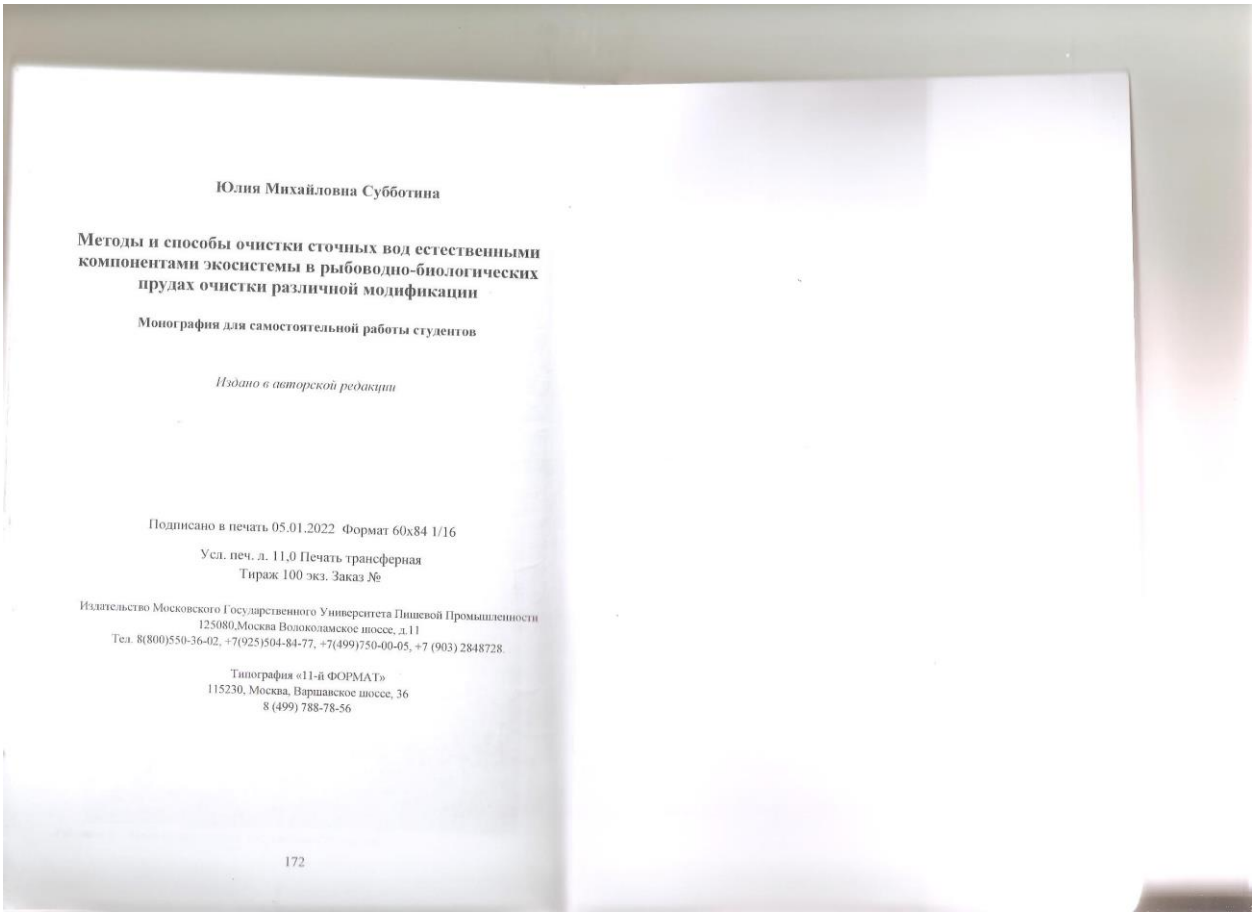
ББК 34.309.5

©Субботина Ю. М., 2022

© Издательство Московского государственного университета пищевых производств, 2022

Содержание

Введение..... 5
Глава 1. Методы биологическая очистка сточных вод..... 7
1 Основные методы и способы очистки животноводческих стоков в системе очистки рыбоводно-биологических прудов 7
1.1 Метод гидробиологического самоочищения воды естественных водоисточников..... 14
1.2 Основные методы очистки животноводческих стоков..... 16
1.3 Состояние и перспективы развития свиноводческой отрасли..... 21
Глава 2. Теоретические и методические подходы к очистке сточных вод различного генезиса естественными компонентами экосистемы..... 27
2.1 Методический подход к очистке сточных вод в системе рыбоводно-биологических прудов..... 39
Глава 3. Технологическая схема очистки животноводческих стоков в системе рыбоводно-биологических прудов и площадки с высшей водной растительностью..... 43
3.1 Технологическая схема очистки свиноводческих стоков в рыбоводно-биологических прудах экспериментального хозяйства Кленово-Чегодаево»..... 43
3.2 Технологическая схема очистки свиноводческих стоков в рыбоводно-биологических прудах ..... А.О. "Шувалово" Костромской области..... 50
3.3 Технологическая схема очистки сточных вод свинокомплекса "Дороничи" Кировской области..... 60
3.4 Технологическая схема очистки птицеводческих стоков естественными компонентами экосистемы..... 60
3.5 Схема и эффективность утилизации твердых и жидких отходов птицеводческого генезиса..... 64
3.6.Технологическая схема и особенности очистки птицеводческих стоков на Краснополянской птицефабрике в модельном лабораторном эксперименте и биологических картах очистки..... 70
3.6.1Технологическая схема очистки сточных вод мясокомбината естественными компонентами экосистемы..... 74
3.6.2 Результаты исследований, сточных вод мясокомбината проведенных в производственных условиях..... 78
3.7 Технологическая схема очистки хозяйственно бытовых сточных вод естественными компонентами экосистемы..... 84
3.7.1 Разработка и внедрение системы прудовой очистки сточных вод для условий малых и средних населенных пунктов..... 86
3.7.2 Биологические оксидационные контактные стабилизационные пруды, как способ обеззараживания и очистки сточных вод..... 88
3.7.3 Область применения бокс прудов и принцип действия..... 90
3.7.4 Технологическая схема очистки бытовых сточных вод с



Юлия Михайловна Субботина

Методы и способы очистки сточных вод естественными компонентами экосистемы в рыбоводно-биологических прудах очистки различной модификации

Монография для самостоятельной работы студентов

Издано в авторской редакции

Подписано в печать 05.01.2022 Формат 60x84 1/16

Усл. печ. л. 11,0 Печать трансферная
Тираж 100 экз. Заказ №

Издательство Московского Государственного Университета Пищевой Промышленности
125080,Москва Волоколамское шоссе, д.11
Тел. 8(800)550-36-02, +7(925)504-84-77, +7(499)750-00-05, +7 (903) 2848728.

Типография «11-й ФОРМАТ»
115230, Москва, Варшавское шоссе, 36
8 (499) 788-78-56

172

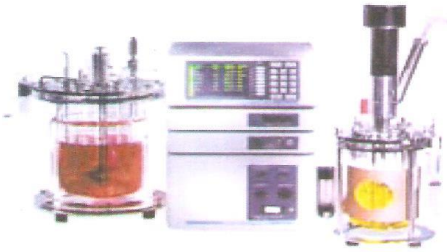
ПРИЛОЖЕНИЕ Ф

РОССИЙСКИЙ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ «РОСБИОТЕХ»

БИОТЕХНОЛОГИЯ ЛАБОРАТОРНОГО И ПРОМЫШЛЕННОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ

Учебный практикум

Методические указания к лабораторным работам курсу «Основы биотехнологии» и «Биотехнологии» для студентов обучающихся по специальности «Ветеринарно-санитарная экспертиза» - 36.03.01; «Биология» - 06.03.01; «Ветеринария» - 36.05.01



Москва 2023

УДК579.6
ББК28.4

Составители: Субботина Ю.М. Абдуллаева А.М. Биотехнология промышленного культивирования микроорганизмов. Учебный практикум для специалистов и бакалавров по дисциплине «Основы биотехнологии» и «Биотехнология».– М.: Издательство «РОСБИОТЕХ» 2023. – 52 с.

Учебный практикум составлен в соответствии с Программой дисциплины “Биотехнология” для ВУЗов по специальности 06.03.01. а также - “Ветеринария” 36.05.01 и с рабочими программами для студентов ветеринарно-санитарной экспертизы по курсу “Биотехнология” - 36.03.01

Цель методических указаний - оказание помощи студентам при самостоятельной работе на лабораторных занятиях при освоении основных методов биотехнологических исследований по курсу “Основы биотехнологии”.

В методических указаниях изложены методы определения общего числа и числа жизнеспособных клеток в бактериальных суспензиях, методы периодического и проточного (непрерывного) культивирования микроорганизмов, биотехнология производства и контроля ветеринарных биологических препаратов.

Учебный практикум «Биотехнология промышленного культивирования микроорганизмов» одобрен на заседании кафедры «Ветеринарно-санитарной экспертизы и биологической безопасности».

© Субботина Ю.М.
Абдуллаева А.М.
2023

©Российский биотехнологический университет «РОСБИОТЕХ» 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО ЧИСЛА И ЧИСЛА ЖИЗНЕСПОСОБНЫХ КЛЕТОК В БАКТЕРИАЛЬНЫХ СУСПЕНЗИЯХ……3
1. 1 Физиология роста и фазы развития микробной популяции в питательной среде……4
1.2. Определение общего числа бактериальных клеток с помощью оптических стандартов мутности……5
1.3 Нефелометрический метод определения общего числа - бактериальных клеток……6
1.4 Определение числа жизнеспособных клеток в бактериальных суспензиях……8
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2. РОСТ МИКРООРГАНИЗМОВ И ЕГО ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ КУЛЬТИВИРОВАНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ……10
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3. БИОРЕАКТОРНОЕ КУЛЬТИВИРОВАНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ……16
3.1 Ферментация – главная стадия любого биотехнологического процесса. Глубинная и поверхностная ферментация……18
3.2 Параметры кривой роста микроорганизмов и получение целевого продукта.23
3.3 Влияние концентрации питательных веществ на скорость рост……26
3.4 Влияние синхронизации клеточного деления на микробную популяцию……26
3.5Технология полного вытеснения……29
3.6 Технология полного смешивания……31
3.7 Биотехнологическая реализация способов непрерывного культивирования микроорганизмов……32
3.8 Хемостатный способ культивирования……32
3.9 Турбидостатный способ культивирования……36
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4. КОНТРОЛЬ ЗА ПОСТОЯНСТВОМ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРИ НЕПРЕРЫВНОМ КУЛЬТИВИРОВАНИИ МИКРООРГАНИЗМОВ В ФЕРМЕНТЕРАХ И БИОРЕАКТОРАХ……39
4.1Аэрация питательной среды……39
4.2 Непрерывное культивирование в анаэробных условиях……40
4.3 Контроль и регулирование температуры……41
4.4 Контроль и регулирование pH ……41
4.5 Автоматическое пеногашение……42
4.6 Стерилизация ферментеров и способы предотвращения микробной концентрации……42
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ВЕТЕРИНАРНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ……45
5.1 Микробиологический контроль……47
5.2 Контроль специфической активности……48

Учебный практикум

Юлия Михайловна Субботина, Асият Мухтаровна Абдуллаева

Биотехнология лабораторного и промышленного культивирования микроорганизмов

Методические указания к лабораторным работам по курсу «Биотехнология»

Учебно-методическое пособие

Издается авторской редакции

Подписано в печать 11.06.2023.

Формат 60 х 84 1/16

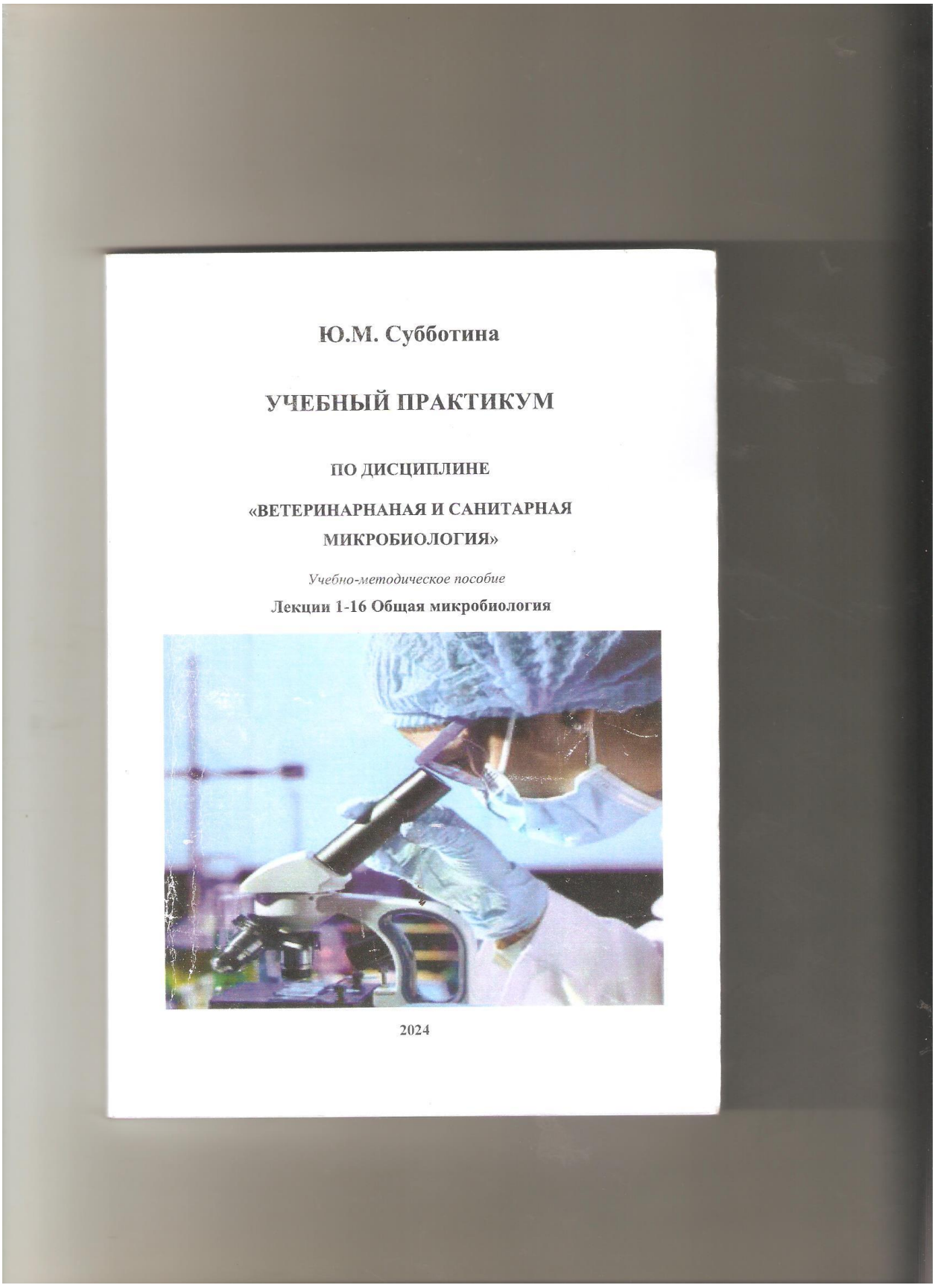
Печать трансферная

Печ. л 3,2 Учебная литература Тираж 100 экз.

Заказ № 375

«РОСБИОТЕХ» 109316. Москва, ул. Талалихина, 33.

ПРИЛОЖЕНИЕ Х



Ю.М. Субботина

УЧЕБНЫЙ ПРАКТИКУМ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«ВЕТЕРИНАРНАНАЯ И САНИТАРНАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ»

Учебно-методическое пособие

Лекции 1-16 Общая микробиология

2024

УДК - 619:579
ББК - 48.1

Р е ц е н з е н т ы :

В.М. Зубкова – д.б.н., профессор, кафедры техносферной безопасности и экологии РГСУ
Д.И. Удавлиев– д.б.н., доцент кафедра ветеринарно-санитарной экспертизы и биологической безопасности

Субботина Ю.М.
С89 Учебный практикум для бакалавров по дисциплине «Ветеринарно-санитарная микробиология» (Лекции по общей микробиологии)
: учебно-методическое пособие. – М.: Издательство «РОСБИОЕХ», 2024. – 121 с.

Учебно-методическое пособие рассчитано для проведения лекционных работ изучения курса студентами, по общей микробиологии обучающимися по дисциплине «Ветеринарно- санитарная микробиология»

Предназначено для студентов высших учебных заведений по направлению 36.05.01 «Ветеринария», 36.03.01 «Ветеринарно–санитарная экспертиза» 06.03.01 «Биология».

Представляет интерес для студентов биологических специальностей высших учебных заведений, специалистов области экологии и защиты окружающей среды.

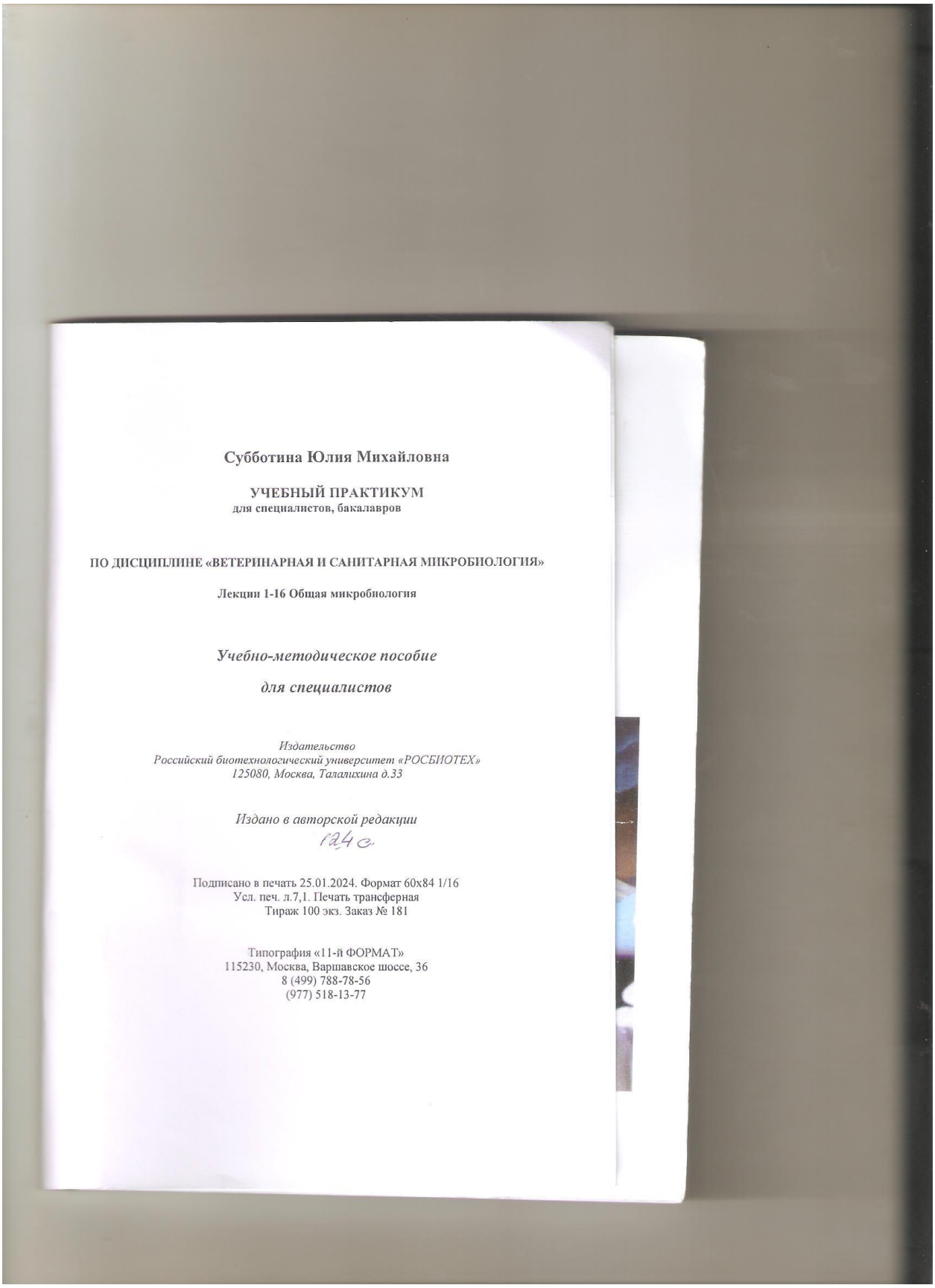
УДК - 619:579
ББК - 48.1

……©Субботина Ю. М., 2024
©Российский биотехнологический университет «РОСБИОТЕХ» 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Лекция 1 Предмет и задачи микробиологии. Основные свойства микроорганизмов……5
Лекция 2 Принципы систематики. Структурная организация микроорганизмов……14
Лекция 3 Прокариоты (бактерии)……20
Лекция 4 Эукариоты (грибы и дрожжи)……27
Лекция 5 Вирусы и фаги……37
Лекция 6 Питание микроорганизмов……44
Лекция 7 Конструктивный и энергетический обмен……51
Лекция 8 Культивирование и рост микроорганизмов……59
Лекция 9 Влияние факторов внешней среды на микроорганизмы……64
Лекция 10 Влияние химических факторов на микроорганизмы……73
Лекция 11 Биохимические процессы вызываемые микроорганизмами……79
Лекция 12 Иммунная система. Иммунитет. Антигены. Антитела……88
Лекция 13 Генетика микроорганизмов……94
Лекция 14 Пищевых заболевании и инфекции……100
Лекция 15 Понятие об иммунитете. Пищевые отравления……106
Лекция 16 Распространение микроорганизмов в природе……115

\



Субботина Юлия Михайловна

УЧЕБНЫЙ ПРАКТИКУМ
для специалистов, бакалавров

ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ВЕТЕРИНАРНАЯ И САНИТАРНАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ»

Лекции 1-16 Общая микробиология

Учебно-методическое пособие

для специалистов

Издательство
Российский биотехнологический университет «РОСБИОТЕХ»
125080, Москва, Талалихина д.33

Издано в авторской редакции
124 с.

Подписано в печать 25.01.2024. Формат 60x84 1/16
Усл. печ. л.7,1. Печать трансферная
Тираж 100 экз. Заказ № 181

Типография «11-й ФОРМАТ»
115230, Москва, Варшавское шоссе, 36
8 (499) 788-78-56
(977) 518-13-77

ПРИЛОЖЕНИЕ Ц

Ю.М. Субботина

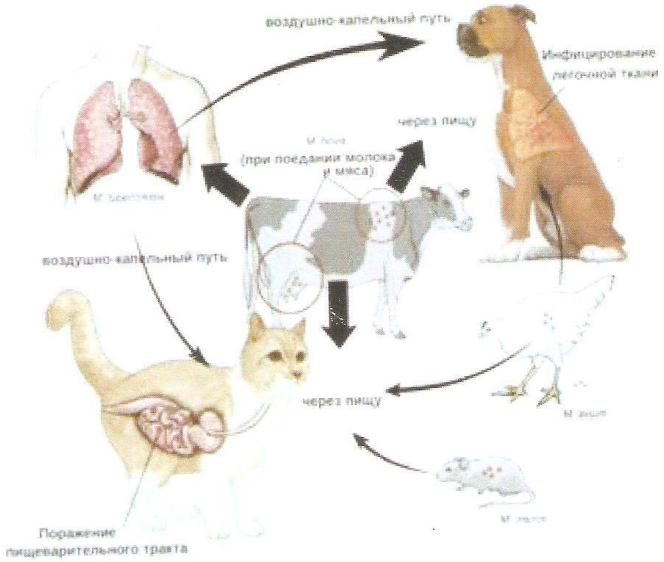
УЧЕБНЫЙ ПРАКТИКУМ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

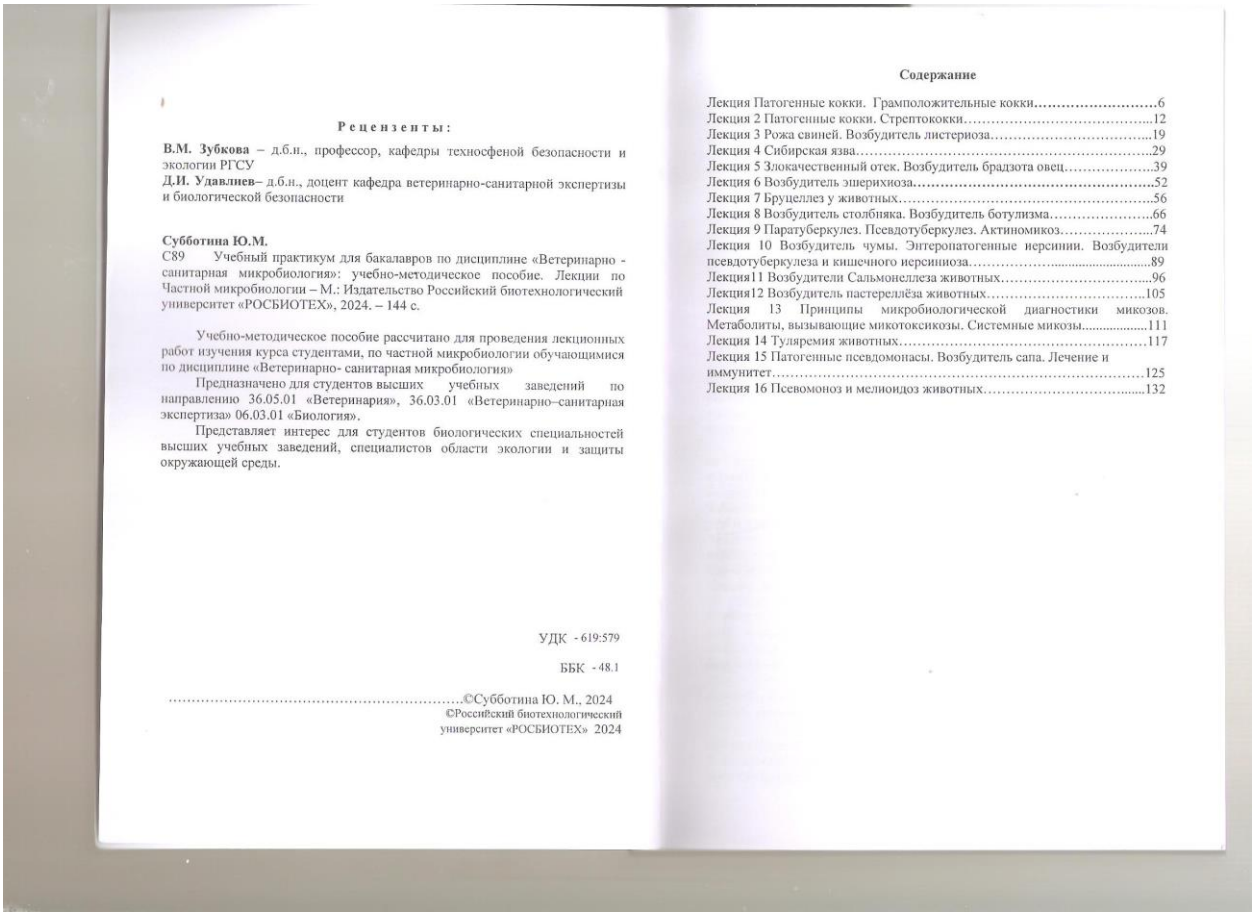
«ВЕТЕРИНАРНАЯ И САНИТАРНАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ»

Учебно-методическое пособие

Лекции 1-16 Частная микробиология



2024



Р е ц е н з е н т ы :

В.М. Зубкова – д.б.н., профессор, кафедры техносферной безопасности и экологии РГСУ

Д.И. Удавлиев– д.б.н., доцент кафедра ветеринарно-санитарной экспертизы и биологической безопасности

Субботина Ю.М.

С89 Учебный практикум для бакалавров по дисциплине «Ветеринарно - санитарная микробиология»: учебно-методическое пособие. Лекции по Частной микробиологии – М.: Издательство Российский биотехнологический университет «РОСБИОТЕХ», 2024. – 144 с.

Учебно-методическое пособие рассчитано для проведения лекционных работ изучения курса студентами, по частной микробиологии обучающимися по дисциплине «Ветеринарно- санитарная микробиология»

Предназначено для студентов высших учебных заведений по направлению 36.05.01 «Ветеринария», 36.03.01 «Ветеринарно–санитарная экспертиза» 06.03.01 «Биология».

Представляет интерес для студентов биологических специальностей высших учебных заведений, специалистов области экологии и защиты окружающей среды.

УДК - 619:579

ББК - 48.1

……©Субботина Ю. М., 2024
©Российский биотехнологический
университет «РОСБИОТЕХ» 2024

Содержание

Лекция Патогенные кокки. Грамположительные кокки……6
Лекция 2 Патогенные кокки. Стрептококки……12
Лекция 3 Рожа свиней. Возбудитель листериоза……19
Лекция 4 Сибирская язва……29
Лекция 5 Злокачественный отек. Возбудитель брадзота овец……39
Лекция 6 Возбудитель эшерихиоза……52
Лекция 7 Бруцеллез у животных……56
Лекция 8 Возбудитель столбняка. Возбудитель ботулизма……66
Лекция 9 Паратуберкулез. Псевдотуберкулез. Актиномикоз……74
Лекция 10 Возбудитель чумы. Энтеропатогенные иерсинии. Возбудители псевдотуберкулеза и кишечного иерсиниоза……89
Лекция11 Возбудители Сальмонеллеза животных……96
Лекция12 Возбудитель пастереллёза животных……105
Лекция 13 Принципы микробиологической диагностики микозов. Метаболиты, вызывающие микотоксикозы. Системные микозы……111
Лекция 14 Туляремия животных……117
Лекция 15 Патогенные псевдомонасы. Возбудитель сапа. Лечение и иммунитет……125
Лекция 16 Псевомоноз и мелиоидоз животных……132

Субботина Юлия Михайловна

УЧЕБНЫЙ ПРАКТИКУМ

для специалистов

ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ВЕТЕРИНАРНАЯ И САНИТАРНАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ»

Лекции 1-16 Частная микробиология

Учебно-методическое пособие

для специалистов

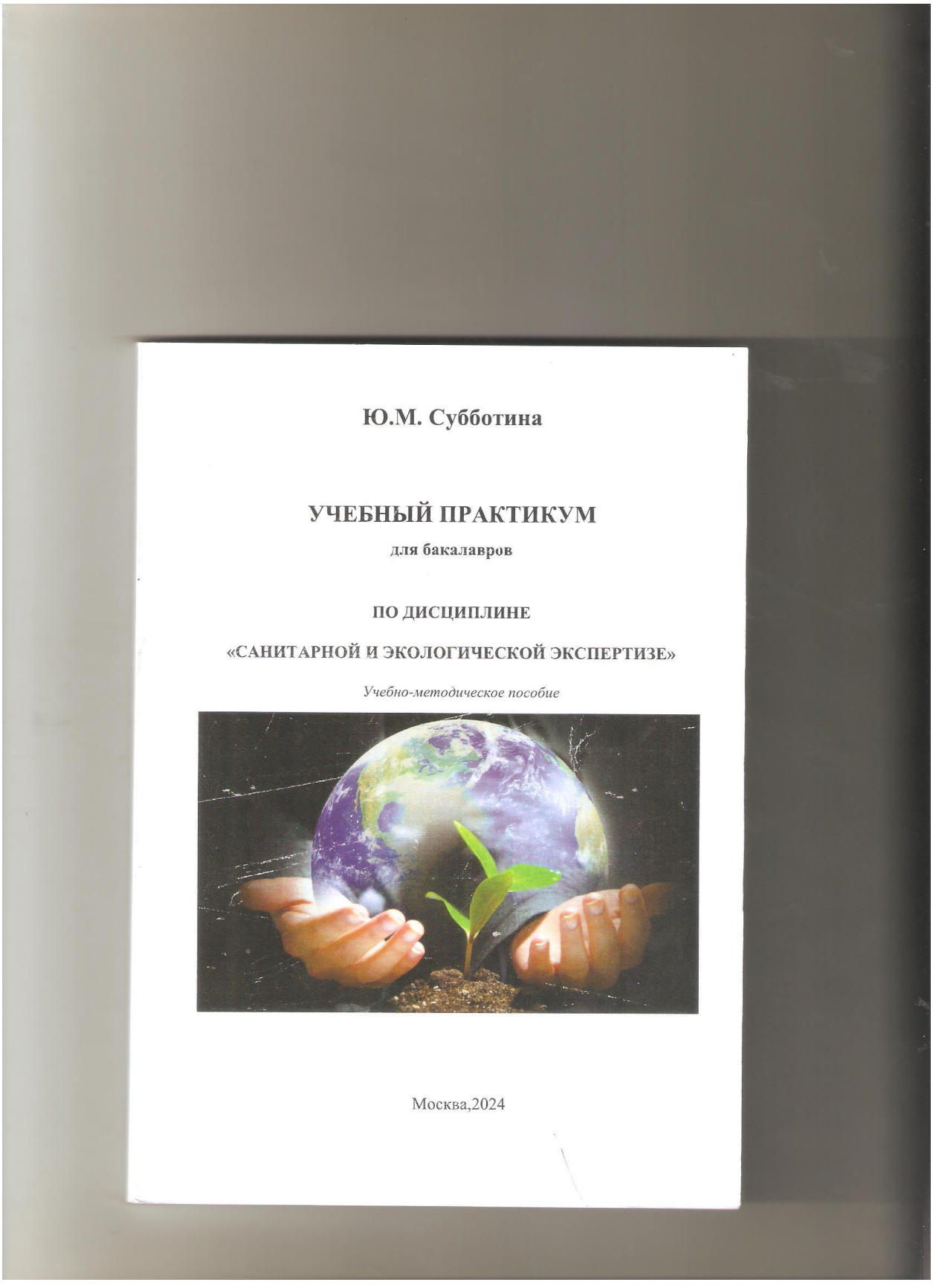
Издательство
Российский биотехнологический университет «РОСБИОТЕХ»
125080, Москва, Талалихина д.33

Издано в авторской редакции

Подписано в печать 25.01.2024. Формат 60х84 1/16
Усл. печ. л.7,1. Печать трансферная
Тираж 100 экз. Заказ № 178

Типография «11-й ФОРМАТ»
115230, Москва, Варшавское шоссе, 36
8 (499) 788-78-56
(977) 518-13-77

ПРИЛОЖЕНИЕ Ч



Ю.М. Субботина

УЧЕБНЫЙ ПРАКТИКУМ

для бакалавров

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«САНИТАРНОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ»

Учебно-методическое пособие

Москва,2024

УДК-619+502.7

ББК-28.08

Р е ц е н з е н т ы :

В.М. Зубкова – д.б.н., профессор, кафедры техносфеной безопасности и экологии РГСУ

Д.И. Удавлиев– д.б.н., доцент кафедра ветеринарно-санитарной экспертизы и биологической безопасности

Субботина Ю.М.

С89 Учебный практикум для бакалавров по дисциплине «Санитарная и экологическая экспертиза»: учебно-методическое пособие. – М.: *Издательство «РОСБИОТЕХ». 2022. – 120 с.*

Учебно-методическое пособие рассчитано для проведения лекционных и лабораторных работ изучения курса студентами, обучающихся по дисциплине «Санитарная и экологическая экспертиза»»

Предназначено для студентов высших учебных заведений по направлению 36.03.01 «Ветеринарно–санитарная экспертиза» 06.03.01 «Биология». Представляет интерес для студентов биологических специальностей высших учебных заведений, специалистов

Учебно-методическое пособие рассчитано для более глубокого изучения курса студентами, обучающимися по дисциплине «Ветеринарно–санитарная экспертиза».

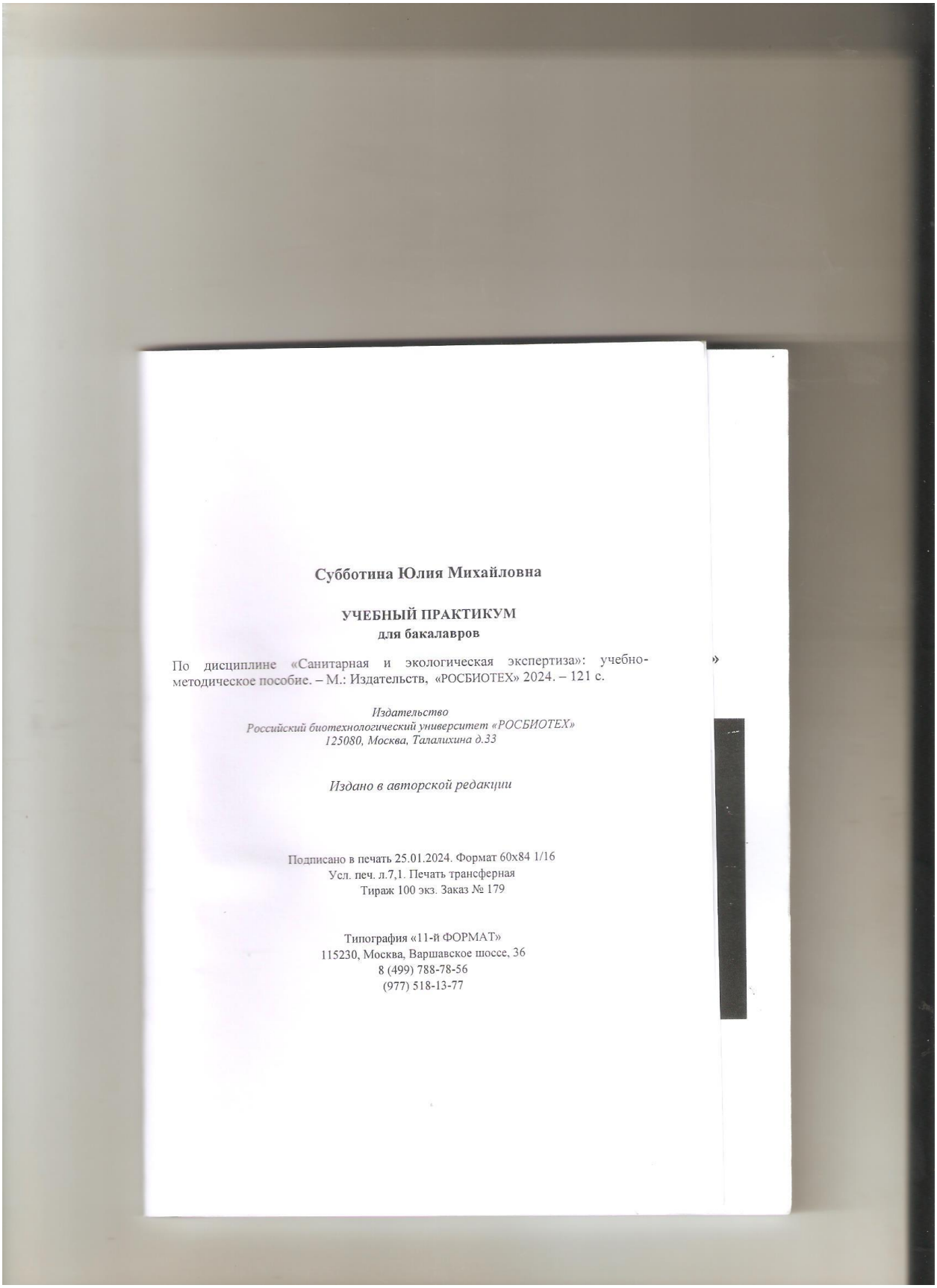
УДК -619+502.7
ББК -28.08

……©Субботина Ю. М., 2024
©Российский биотехнологический университет «РОСБИОТЕХ» 2024

СОДЕРЖАНИЕ

1. Лекция 1 Цели и задачи санитарно-гигиенической экспертизы и ее этапы……5
2. Лекция 2 Организация и проведение санитарно-гигиеническая экспертизы и документация……..11
3. Лекция 3 Санитарно-эпидемиологическая, ветеринарно-санитарная, экологическая экспертиза. Классификация санитарно-гигиенической экспертизы. Фитосанитарная (карантинная) оценка. Медицинская экспертиза ……..17
4. Лекция 4 Загрязнители пищевых продуктов……..27
5. Лекция 5 Всемирная метеорологическая организации. Международный мониторинг загрязнение биосферы……..33
6. Лекция 6 Экологический паспорт предприятия……..40
7. Лекция 7 Паспортизация опасных отходов……46
8. Лекция 8 Экологические аспекты сохранения чистоты водных ресурсов России – стратегия устойчивого развития……56

9. Лабораторная работа 1 Методика по отбору проб воды почвы, измерению загрязнения воздуха и радиационного состояния окружающей среды……67
10. Лабораторная работа 2 Требования при отборе про воды и измерениях гидрохимических показателей (продолжение)……74
11. Лабораторная работа 3 Методика биотестирования донных отложений……..82
12. Лабораторная работа 4 Методика биотестирования донных отложений……..86
13. Лабораторная работа 5 Сущность методов биотестирования донных отложений и методика биотестирования……..92
14. Лабораторная работа 6 Форма проведения государственной экологической экспертизы……..100
15.Паспорт природопользователя……..108
16. Лабораторная работа 8 Оценка степени загрязнения биосферы тяжелыми металлами……..114



Субботина Юлия Михайловна

УЧЕБНЫЙ ПРАКТИКУМ
для бакалавров

По дисциплине «Санитарная и экологическая экспертиза»: учебно-методическое пособие. – М.: Издательств, «РОСБИОТЕХ» 2024. – 121 с.

Издательство
Российский биотехнологический университет «РОСБИОТЕХ»
125080, Москва, Талалихина д.33

Издано в авторской редакции

Подписано в печать 25.01.2024. Формат 60х84 1/16
Усл. печ. л.7,1. Печать трансферная
Тираж 100 экз. Заказ № 179

Типография «11-й ФОРМАТ»
115230, Москва, Варшавское шоссе, 36
8 (499) 788-78-56
(977) 518-13-77

ПРИЛОЖЕНЕ Ш

Ю.М. Субботина

УЧЕБНЫЙ ПРАКТИКУМ

для бакалавров

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«САНИТАРНАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ»

Учебно-методическое пособие

Лекции 1-16

Москва,2024

УДК-579.63

ББК-48.73

Р е ц е н з е н т ы :

В.М. Зубкова – д.б.н., профессор, кафедры техносферной безопасности и экологии РГСУ
Д.И. Удавлиев– д.б.н., доцент кафедра ветеринарно-санитарной экспертизы и биологической безопасности

Субботина Ю.М.
С89 Учебный практикум для бакалавров по дисциплине «Санитарная микробиология»: учебно-методическое пособие. – М.: Издательство, «РОСБИОТЕХ» 2024. – 107 с.

Учебно-методическое пособие рассчитано для проведения лекционных работ изучения курса студентами, обучающихся по дисциплине «Санитарная микробиология», пособие рассчитано для более глубокого изучения курса студентами, обучающимися по дисциплине «Санитарная микробиология»

Предназначено для студентов высших учебных заведений по направлению 36.03.01 «Ветеринарно–санитарная экспертиза» 06.03.01 «Биология».
Представляет интерес для студентов биологических специальностей высших учебных заведений.

УДК-579.63

ББК-48.73

.....©Субботина Ю. М., 2024
©Российский биотехнологический университет «РОСБИОТЕХ» 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Лекция 1 Санитарная микробиология как наука……..5
Лекция 2 Принципы санитарно-микробиологических исследований……..11
Лекция 3. Количественный учет санитарно-показательных микроорганизмов……17
Лекция 4 Краткая характеристика отдельных представителей санитарно-показательных микроорганизмов……23
Лекция 5 Санитарно-показательные микроорганизмы. Стафилококки…….. Стрептококки. Термофильные бактерии. Нитрифицирующие бактерии……29
Лекция 6 Патогенные микроорганизмы окружающей среды. Патогенность и вирулентность. Группы патогенных микроорганизмов……35
Лекция 7 Санитарно-бактериологическая безопасность при производстве мяса……42
Лекция 8 Санитарная микробиология воды. Краткая характеристика микроорганизмов водоемов ……50
Лекция 9 Санитарная микробиология воды. Категории водопользования……55
Лекция 10 Краткая характеристика почвенных микроорганизмов. Биологическое загрязнение почв……62
Лекция 11 Санитарно-микробиологическое исследование воздуха животноводческих помещений …….. ……...70
Лекция 12 Микробиологическое исследование свежего мяса и других продуктов убоя животных……...78
Лекция 13 Микробиологический контроль молока……...84
Лекция 14 Пищевые заболевания……..89
Лекция 15 Санитарно- микробиологический контроль морской рыбы и рыбных продуктов……...95
Лекция 16 Санитарно- микробиологический контроль рыбы и рыбных продуктов (продолжение)……...101

Субботина Юлия Михайловна

УЧЕБНЫЙ ПРАКТИКУМ

для бакалавров и специалистов

ПО ДИСЦИПЛИНЕ «САНИТАРНАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ»

Лекции 1-16 «Санитарная микробиология»:

Учебно-методическое пособие

Издательство
Российский биотехнологический университет «РОСБИОТЕХ»
125080, Москва, Талалихина д.33

Издано в авторской редакции
104 с.

Подписано в печать 25.01.2024. Формат 60x84 1/16
Усл. печ. л.7,1. Печать трансферная
Тираж 100 экз. Заказ № 180

Типография «11-й ФОРМАТ»
115230, Москва, Варшавское шоссе, 36
8 (499) 788-78-56
(977) 518-13-77

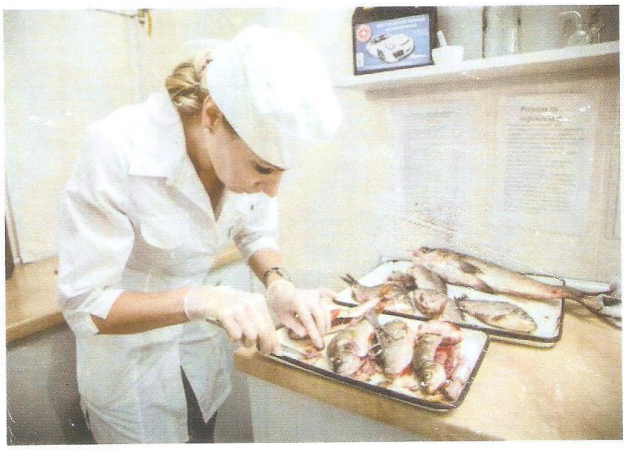
ПРИЛОЖЕНИЕ Щ

Российский биотехнологический университет
«РОСБИОТЕХ»

Ю.М. Субботина

УЧЕБНЫЙ ПРАКТИКУМ
для бакалавров

ПО ДИСЦИПЛИНЕ «САНИТАРНАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ»
Лабораторные
Учебно-методическое пособие для бакалавров и специалистов



Москва, 2024

УДК -579
ББК - 28.4

Р е ц е н з е н т ы :

В.М. Зубкова – д.б.н., профессор, кафедры техносфеной безопасности и экологии РГСУ

Д.И. Удавлиев– д.б.н., доцент кафедра ветеринарно-санитарной экспертизы и биологической безопасности

Субботина Ю.М.

С89 Учебный практикум для бакалавров по дисциплине «Санитарная микробиология»: учебно-методическое пособие по лабораторным работам – М.: Издательство «РОСБИОТЕХ», 2024. – 95 с.

Учебно-методическое пособие рассчитано для проведения практических работ и более глубокого изучения курса студентами, обучающимися по дисциплине «Санитарная микробиология». Выполняя практические работы, студенты повторяют наиболее - важные темы лекционного курса.

Практикум состоит из описания лабораторных работ, вопросов самопроверки, списка рекомендуемой литературы, в которых рассматриваемые темы изложены более подробно. В каждую лабораторную включены: цель занятия, контрольные вопросы, пояснения к выполнению студентами самостоятельной работы.

Предназначено для студентов высших учебных заведений по дисциплине «Санитарная микробиология». Представляет интерес для студентов биологических специальностей высших учебных заведений, специалистов области экологии и защиты окружающей среды.

УДК -579

.ББК -28.4

……..©Субботина Ю. М., 2024
©Российский биотехнологический университет «РОСБИОТЕХ» 2024

СОДЕРЖАНИЕ

1. Лабораторная 1 Бактериологическое исследование мяса……..4
2. Лабораторная 2 Бактериологическое исследование колбасных изделий….8
3. Лабораторная 3 Бактериологическое исследование консервов……..18
4. Лабораторная 4 Бактериологическое исследование яиц……..24
5. Лабораторная 5 Микробиологическое исследование молока……....28
6. Лабораторная 6 Микробиологические методы исследования качества рыбы ……..34
7. Лабораторная 7 Лабораторные методы исследования качества рыбы……43
8. Лабораторная 8 Органолептический и бактериоскопический метод оценки живой рыбы при ветеринарно-санитарной экспертизе ……48
9. Лабораторная 9 Особенности ветеринарно-санитарной экспертизы гидробионтов. Ветеринарно-санитарной экспертиза икры. Знакомство с нормативными документами, регламентирующими реализацию гидробионтов и икры…….. 53
10. Лабораторная 10 Паразиты морской и пресноводной рыбы и гидробионтов……59
11. Лабораторная 11 Микробиологические процессы при посоле и мариновании рыбы…….. 66
12. Лабораторная 12 Технологический процесс приготовления заквасок…..73
13. Лабораторная 13 Плесневые грибы, дрожжи и актиномицеты возбудители порчи рыбы и рыбных продуктов……79
14. Лабораторная 14 Приготовление заквасок для отдельных видов продуктов……..84
15. Лабораторная 15 Микробиологическое исследование по определению количества различны групп микроорганизмов в молоке ……86
16. Лабораторная 16 Обнаружение загрязнителей в продуктах питания. Продукты питания, их качественная характеристика»……92

ПО ДИСЦИПЛИНЕ « САНИТАРНАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ»

Лекции 1-16 Лабораторные работы

Учебно-методическое пособие
для специалистов

Издательство
Российский биотехнологический университет «РОСБИОТЕХ»
125080, Москва, Талалихина д.33

Издано в авторской редакции

Подписано в печать 25.01.2024. Формат 60x84 1/16
Усл. печ. л.7,1. Печать трансферная
Тираж 100 экз. Заказ № 182

Типография «11-й ФОРМАТ»
115230, Москва, Варшавское шоссе, 36
8 (499) 788-78-56
(977) 518-13-77

-95с.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ы

Ю.М. Субботина

Технология выращивания рыбопосадочного материала различного трофического уровня в рыбоводно - биологических прудах на очищенных и обеззараженных животноводческих стоках

Москва

Издательство

Российский биотехнологический университета

2024

УДК 639.3

ББК 47.28

Р е ц е н з е н т ы :

В.М. Зубкова – д.б.н., профессор, кафедры техносферной безопасности и экологии РГСУ
Д.И. Удавлиев – д.б.н., доцент кафедра ветеринарно-санитарной экспертизы и биологической безопасности

С89 Субботина Ю.М. Технология выращивания рыбопосадочного материала в рыбоводно - биологических прудах на очищенных и обеззараженных животноводческих стоках. М.: Издательство «РОСБИОТЕХ», 2024. - 69 с.

Технология предназначена для рыбоводов, фермеров, специалистов проектных производственных организаций рыбного хозяйства, органов санитарно-государственного надзора, и рыбоохраны, организаций занимающихся воспроизводством рыбы в естественных и искусственных водоемах, студентам при научных исследованиях.

Технология разработана на основании многолетних исследований на базе ФГУП Экспериментального свиноводческого хозяйства «Кленово-Чегодаево».

Предназначено для студентов высших учебных заведений по направлению 36.05.01 «Ветеринария», 36.03.01 «Ветеринарно–санитарная экспертиза» 06.03.01 «Биология, магистров 36.04.01.

Представляет интерес для студентов биологических специальностей высших учебных заведений, специалистов области экологии и защиты окружающей среды.

УДК 639.3

ББК 47.28

©Субботина Ю. М.,2024

©Российский биотехнологический университет «РОСБИОТЕХ»

2024

Оглавление

Введение..... 4
Глава 1. Теоретический и методологический подходы к очистке сточных вод различного генезиса естественными компонентами экосистемы..... 7
Глава 2. Сточные воды, как фактор загрязнения окружающей среды и в распространении инфекций и инвазий..... 20
2.1 Современное состояние использования методов очистки сточных вод..... 22
Глава 3. Рыбоводно-биологические пруды в практике очистки сточных вод 26
Глава 4. Краткие сведения о методах и способах очистки животноводческих стоков..... 29
Глава 5 Технико-экономическое обоснование к технологии выращивания рыбопосадочного материала в рыбоводно-биологических прудах 31
Глава 6. Обустройство и расчет всех ступеней биологической очистки. 34
Глава 7. Инженерно -технологические требования, предъявляемые прудам биологической очистки 40
7.1 Требования, предъявляемые к рыбоводным прудам..... 41
7.2 Запуск рыбоводно-биологических прудов очистки в эксплуатацию, альголизация комплексом водорослей..... 43
Глава 8. Технология выращивания рыбопосадочного материала в рыбоводно-биологических прудах..... 45
8.1 Основные объекты разведения..... 45
8.2 Подготовка рыбоводных прудов к зарыблению..... 51
8.3 Подращивание личинок карпа, растительноядных рыб и молоди щуки в рыбоводно-биологических прудах..... 52
8.4 Облов рыбоводных прудов..... 55
Глава 9. Подращивание личинок щуки в рыбоводно биологических прудах..... 57
9.1 Получение личинок щуки в прудах..... 57
9.2. Учёт и транспортировка личинок 58
9.3 Транспортировка сеголеток..... 58
Глава 10. Ветеринарно-санитарная оценка технологического процесса очистки в рыбоводно-биологических прудах..... 60
10.1 Контроль за качеством воды в рыбоводно-биологических прудах.... 61
10.2 Ветеринарно-санитарные мероприятия, проводимые в рыбоводно-биологических прудах..... 62
Использованная литература..... 64

Субботина Ю.М.

Технология выращивания рыбопосадочного материала в рыбоводно - биологических прудах на очищенных и обеззараженных животноводческих стока

Российский биотехнологический университет
«РОСБИОТЕХ»
М.: Издательство , 2024. - 68 с

Издано в авторской редакции

Корректура автора

Подписано в печать 25.04.2024
Печать трансферная
Тираж 100 экз.

Типография «11-й ФОРМАТ»
ИНН 7726330900
115230. МОСКВА. ВАРШАВСКОЕ Н..36
499-788-78-56