

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский  
технический университет имени К.И.Сатпаева»

Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова

Кафедра Химические процессы и промышленная экология

Копейкина Дарья Сергеевна

Биологическая очистка сточных вод малых предприятий пищевой промышленности на  
примере ТОО «АзияАгроФуд»

**ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

6В05205 – «Химическая и биохимическая инженерия»

Алматы 2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Каззахский национальный исследовательский  
технический университет имени К.И.Сатпаева»

Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова

Кафедра Химические процессы и промышленная экология

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ  
НАО «КазНИТУ им.К.И.Сатпаева»  
Горно-металлургический институт  
им. О.А. Байконурова

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ  
Заведующая кафедрой  
«Химические процессы и  
промышленная экология»  
канд. тех. наук, доцент  
Кул Ш.Н.Кубекова  
«7» 06 2024 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: « Биологическая очистка сточных вод малых предприятий пищевой промышленности на  
примере ТОО «АзияАгроФуд»»

6В05205 – «Химическая и биохимическая инженерия»

Выполнила

Усыни Копейкина Д. С.

Рецензент

канд. техн. наук, главный  
специалист отдела водных  
ресурсов и нормирования  
ТОО «КАПЭ»

Дюсенова Ж.А.  
«07» 06 2024 г.

Научный руководитель

канд. тех. наук, ассоц.  
профессор «Химические  
процессы и промышленная  
экология»

Нурмакова С.М.  
«07» 06 2024 г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский  
технический университет имени К.И.Сатпаева»

Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова

Кафедра Химические процессы и промышленная экология

6B05205 – «Химическая и биохимическая инженерия»



**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение дипломной работы**

Обучающейся: Копейкиной Дарье Сергеевной

Тема: «Биологическая очистка сточных вод малых предприятий пищевой промышленности на примере ТОО «АзияАгроФуд»».

Утверждена приказом Ректора Университета № 548 от 4 декабря 2023 г.

Срок сдачи законченной работы « 7 » 06 2024 г.

Исходные данные к дипломной работе: производственная практика, проект «Нормативов допустимых сбросов (НДС) загрязняющих веществ, отводимых со сточными водами ТОО «АзияАгроФуд»

Краткое содержание дипломной работы:

- анализ существующих методов биологической очистки сточных вод, их эффективность и пригодность для использования в условиях пищевой промышленности;
- изучение специфики существующей системы очистки производственных сточных вод ТОО «АзияАгроФуд»,
- разработка и обоснование оптимальной схемы биологической очистки производственных сточных вод для ТОО «АзияАгроФуд»;
- оценка экономической целесообразности внедрения разработанной системы очистки для ТОО «АзияАгроФуд».

Перечень графического материала: представлен в виде презентации на 15 слайдов.

Рекомендуемая основная литература: из 20 наименований.

## ГРАФИК

подготовки дипломной работы

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечания
Введение	15 января 2024	выполнено
Обзор литературы и теоретические основы биологической очистки	10 февраля 2024	выполнено
Анализ специфики существующей системы очистки производственных сточных вод ТОО «АзияАгроФуд»,	27 марта 2024	выполнено
Разработка и обоснование оптимальной схемы биологической очистки производственных сточных вод для ТОО «АзияАгроФуд»	19 апреля 2024	выполнено
Заключение	6 мая 2024	выполнено

### Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименование разделов	Консультанты, Ф.И.О. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Нормоконтроль	Нурмакова С.М.	05.06	

Научный руководитель



Нурмакова С.М.

Задание приняла к исполнению обучающаяся



Копейкина Д.С.

Дата

« 5 » 06 2024 г

## АНДАТПА

Дипломдық жұмыс Қазақстандағы жетекші тамақ өнімдерін өндірушілердің бірі "Азия Агрофуд" ЖШС кәсіпорнының мысалында сарқынды суларды тазартудың өзекті мәселесіне арналған. Жұмыстың мақсаты "Азия Агрофуд" ЖШС мысалында ластануды барынша тиімді жоюға және экологиялық әсерді барынша азайтуға қол жеткізу мақсатында тамақ өнеркәсібінің шағын кәсіпорындарының ерекшелігі үшін оңтайландырылған Ағынды суларды биологиялық тазартудың инновациялық жүйесін әзірлеу және енгізу болып табылады.

Жұмысты орындау нәтижесінде келесі міндеттер шешілді:

- Ағынды суларды биологиялық тазартудың қолданыстағы әдістерін, олардың тиімділігі мен тамақ өнеркәсібі жағдайында қолдануға жарамдылығын талдау;

- "Азия Агрофуд" ЖШС сарқынды суларының ерекшелігін зерделеу;

- Өндірістік ағынды суларды тазартуды, оның тиімділігін талдау;

- "Азия Агрофуд" ЖШС үшін өндірістік сарқынды суларды биологиялық тазартудың оңтайлы схемасын әзірлеу және негіздеу;

- "Азия Агрофуд" ЖШС үшін әзірленген тазарту жүйесін енгізудің экономикалық орындылығын бағалау.

Жүргізілген талдау негізінде жұмыста өндірістік ағынды суларды биопрудка дейін тазарту әдісін әзірлеу және енгізу бойынша ұсыныстар ұсынылған.

## АННОТАЦИЯ

Дипломная работа посвящена актуальной проблеме очистки сточных вод на примере предприятия ТОО «АзияАгроФуд», одного из ведущих производителей пищевых продуктов в Казахстане. Целью работы является разработка и внедрение инновационной системы биологической очистки сточных вод, оптимизированную для специфики малых предприятий пищевой промышленности, с целью достижения максимально эффективного удаления загрязнений и минимизации экологического воздействия, на примере ТОО «АзияАгроФуд».

В результате выполнения работы решались следующие задачи:

- Проанализировать существующие методы биологической очистки сточных вод, их эффективность и пригодность для использования в условиях пищевой промышленности;
- Изучить специфику сточных вод ТОО «АзияАгроФуд»;
- Проанализировать существующую очистку производственных сточных вод, её эффективность;
- Разработать и обосновать оптимальную схему биологической очистки производственных сточных вод для ТОО «АзияАгроФуд»;
- Оценить экономическую целесообразность внедрения разработанной системы очистки для ТОО «АзияАгроФуд».

На основе проведенного анализа в работе предложены рекомендации для разработки и внедрения метода доочистки производственных сточных вод в биопруду.

## ANNOTATION

The thesis is devoted to the urgent problem of wastewater treatment on the example of the enterprise Aziaagrofood LLP, one of the leading food producers in Kazakhstan. The purpose of this work is to develop and implement an innovative biological wastewater treatment system optimized for the specifics of small food industry enterprises in order to achieve the most effective removal of pollutants and minimize environmental impact, using the example of Asiaagrofood LLP.

As a result of the work, the following tasks were solved:

- To analyze the existing methods of biological wastewater treatment, their effectiveness and suitability for use in the food industry;
- To study the specifics of wastewater from Aziaagrofood LLP;
- Analyze the existing treatment of industrial wastewater, its effectiveness;
- To develop and justify the optimal scheme of biological treatment of industrial wastewater for Aziaagrofood LLP;
- To assess the economic feasibility of implementing the developed purification system for Aziaagrofood LLP.

Based on the analysis carried out, the paper offers recommendations for the development and implementation of a method for post-treatment of industrial wastewater into bioprudes.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	9
1 Теоретические основы биологической очистки сточных вод	10
1.1 Обзор сточных вод пищевой промышленности: состав и особенности	10
1.2 Методы очистки сточных вод: сравнение и выбор	11
1.2.1 Механические методы очистки: принципы и технологии	11
1.2.2 Биологические методы очистки: принципы и технологии	12
1.3 Биопруд как метод биологической очистки сточных вод	13
2 Обзор деятельности ТОО «АзияАгроФуд» и характеристика его сточных вод	16
2.1 Введение в деятельность ТОО «АзияАгроФуд»	16
2.2 Производственный процесс и генерация сточных вод	17
2.3 Характеристика сточных вод	19
2.4 Существующая система обращения со сточными водами	22
2.4.1 Характеристика водовыпусков	27
2.4.2 Характеристика сточных вод, отводимых в лог Коян Кус	27
2.5 Проблемы и возможности улучшения	29
3 Разработка и применение системы биологической очистки для ТОО «АзияАгроФуд»	30
3.1 Предлагаемая система биологической очистки	30
3.2 Описание предложенной системы биологической очистки	31
3.3 Расчет основных параметров биопруда	34
3.4 Экономическое обоснование	36
Заключение	41
Список использованной литературы	42

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время, перед лицом усиливающегося экологического кризиса, вопросы обеспечения экологической безопасности и рационального использования природных ресурсов становятся все более актуальными. Одной из ключевых проблем в этом аспекте является загрязнение окружающей среды сточными водами, особенно в промышленных и агропромышленных секторах. Пищевая промышленность, как один из крупнейших потребителей воды, производит значительное количество сточных вод, которые могут оказывать негативное влияние на экосистемы и здоровье человека. В свете этого, разработка и внедрение эффективных технологий очистки сточных вод является приоритетной задачей.

Целью данной работы является разработка и внедрение инновационной системы биологической очистки сточных вод, оптимизированную для специфики малых предприятий пищевой промышленности, с целью достижения максимально эффективного удаления загрязнений и минимизации экологического воздействия, на примере ТОО «АзияАгроФуд».

Задачи работы:

- проанализировать существующие методы биологической очистки сточных вод, их эффективность и пригодность для использования в условиях пищевой промышленности;
- изучить специфику сточных вод ТОО «АзияАгроФуд»;
- проанализировать существующую очистку производственных сточных вод, её эффективность;
- разработать и обосновать оптимальную схему биологической очистки производственных сточных вод для ТОО «АзияАгроФуд»;
- оценить экономическую целесообразность внедрения разработанной системы очистки для ТОО «АзияАгроФуд».

Объектом исследования выступает процесс биологической очистки сточных вод, а предметом - сточные воды малых предприятий пищевой промышленности, на примере ТОО «АзияАгроФуд».

Актуальность: биологическая очистка является одним из наиболее актуальных и перспективных методов очистки промышленных сточных вод. Рост количества и разнообразия промышленных стоков, содержащих различные загрязняющие вещества, приводит к необходимости разработки эффективных и экологически безопасных технологий их очистки.

## **1. Теоретические основы биологической очистки сточных вод**

### **1.1 Обзор сточных вод пищевой промышленности: состав и особенности**

Среди всех отраслей промышленности пищевая промышленность оказывает наиболее существенное негативное воздействие на водные ресурсы. Она потребляет значительное количество воды на единицу выпускаемой продукции, что приводит к образованию больших объемов сточных вод.

Сточные воды пищевой промышленности отличаются высокой степенью загрязненности и представляют угрозу для окружающей среды. Сброс этих вод в водоемы приводит к быстрому истощению запасов растворенного кислорода, что губительно для водных организмов [2].

Предприятия пищевой промышленности являются одним из источников образования сточных вод, характеризующихся высоким содержанием органических загрязнений. Неочищенные стоки, попадая в водоемы, негативно влияют на окружающую среду, приводя к их загрязнению, эвтрофикации и гибели водных биоресурсов.

Характерной особенностью пищевых сточных вод является их высокая биохимическая потребность в кислороде (БПК) и химическая потребность в кислороде (ХПК). Это указывает на значительную концентрацию органических загрязнителей, которые потребляют растворенный кислород из водоемов, что приводит к истощению запасов кислорода и гибели водных организмов.

Состав сточных вод на предприятиях пищевой промышленности зависит от ряда факторов:

- вид производимой продукции: мясопродукты, молокопродукты, растительное масло, сахар, пиво, безалкогольные напитки и т. д.
- технологические процессы: мойка сырья, оборудования, помещений, варка, брожение, охлаждение, фасовка и т. д.
- состав используемого сырья: мясо, молоко, зерно, овощи, фрукты и т.д.

#### **Основные загрязнители сточных вод**

Несмотря на отраслевые нюансы, для сточных вод пищевой промышленности характерны следующие загрязнители:

- взвешенные вещества: частицы сырья, продуктов его переработки, песок, ржавчина и т. д.
- растворенные соли: хлориды, сульфаты, нитраты и т. д.;
- жиры: растительные и животные масла;
- органические вещества: белки, углеводы, продукты их распада;
- биогенные элементы: азот и фосфор, необходимые для развития микроорганизмов;
- поверхностно-активные вещества (ПАВ): моющие средства, дезинфицирующие растворы;

- микроорганизмы: бактерии, вирусы, грибы, в том числе патогенные.

## Сложности очистки сточных вод пищевой промышленности

Очистка сточных вод пищевой промышленности осложняется рядом факторов:

Разнообразие состава: стоки могут содержать широкий спектр загрязняющих веществ в различных концентрациях.

Нестабильность состава: количество и состав стоков могут значительно колебаться в течение дня, недели, сезона в зависимости от режима работы предприятия.

Наличие трудноразлагаемых веществ: жиры, ПАВ, некоторые органические соединения.

Возможность образования осадков: взвешенные вещества, жиры могут выпадать в осадок, забивая канализационные системы.

Развитие патогенной микрофлоры: стоки могут содержать возбудителей инфекционных заболеваний.

## 1.2 Методы очистки сточных вод: сравнение и выбор

Существуют различные методы очистки сточных вод, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Традиционно методы делятся на физические, химические и биологические. В то время как физические методы (осаждение, фильтрация) и химические методы (окисление, коагуляция) эффективны для удаления неорганических загрязнителей, биологические методы особенно подходят для разложения органических веществ. Выбор метода очистки определяется характером сточных вод, требуемой степенью очистки и экономическими соображениями [2].

### 1.2.1 Механические методы очистки: принципы и технологии

Механические методы очистки сточных вод являются первичным этапом очистки, предназначенным для удаления крупных взвешенных частиц, плавающих веществ и масел. Они основаны на принципах гравитационного отстаивания, фильтрации и флотации.

Гравитационное отстаивание осуществляется в отстойниках, которые позволяют взвешенным частицам оседать на дно под действием силы тяжести. Отстойники могут быть горизонтальными, вертикальными или радиальными в зависимости от требуемой степени очистки.

Фильтрация заключается в пропускании сточных вод через фильтрующий материал, который задерживает взвешенные частицы. Фильтры могут быть сетчатыми, гравийными или песчаными в зависимости от размера и типа удаляемых частиц.

Флотация используется для удаления плавающих веществ и масел. В сточные воды добавляют воздух или химические реагенты, которые прикрепляются к частицам и создают пузырьки, поднимающие их на поверхность. Собранные плавающие вещества затем удаляются с помощью скребков [1].

Преимущества механических методов очистки:

- Простота и надежность;
- Низкие эксплуатационные расходы;
- Эффективное удаление крупных взвешенных частиц, плавающих веществ и масел.

Недостатки механических методов очистки:

- Неэффективны для удаления растворенных веществ, коллоидов и патогенов;
- Могут образовывать осадок, требующий дальнейшей утилизации;
- Требуют значительного пространства.

Механические методы очистки являются важным первым шагом в процессе очистки сточных вод, поскольку они удаляют большую часть взвешенных частиц и обеспечивают основу для последующих этапов очистки, таких как биологическая и химическая очистка.

### **1.2.2 Биологические методы очистки: принципы и технологии**

Биологическая очистка сточных вод основана на использовании микроорганизмов, которые поглощают органические загрязнители в качестве питательного субстрата. Этот процесс может происходить как в присутствии кислорода (аэробные условия), так и без него (анаэробные условия).

Принципы биологической очистки:

- микроорганизмы потребляют органические вещества и преобразуют их в более простые соединения, такие как углекислый газ, вода и биомасса;
- микроорганизмы растут и размножаются, образуя биопленки или гранулы;
- биомасса удаляется из сточных вод с помощью отстаивания или фильтрации.

Типы биологических методов очистки:

- аэробные процессы включают активный ил, биофильтры и поверхностную аэрацию. Они характеризуются высокой эффективностью в удалении БПК и часто используются для предварительной очистки сточных вод;
- анаэробные процессы применяются для обработки сточных вод с высоким содержанием органических веществ и могут служить источником получения биогаза. Анаэробная очистка требует меньше энергии, но процесс более медленный и требует более сложного оборудования.

Преимущества биологических методов очистки:

- эффективное удаление растворенных и коллоидных органических веществ;
- уменьшение биохимической потребности в кислороде (БПК) и химической потребности в кислороде (ХПК);
- удаление патогенов.

Недостатки биологических методов очистки:

- требуют постоянного наблюдения и контроля;
- могут образовывать избыточную биомассу, требующую утилизации;
- могут быть чувствительны к изменениям температуры, pH и концентрации токсичных веществ.

Биологические методы очистки являются важнейшим этапом в процессе очистки сточных вод, поскольку они удаляют органические загрязнители, которые не могут быть удалены с помощью механических методов. Эти методы обеспечивают значительное улучшение качества сточных вод и делают их пригодными для сброса в окружающую среду или повторного использования.

Показатели эффективности биологической очистки

Эффективность биологической очистки оценивается по нескольким ключевым показателям, включая уровень снижения БПК, ХПК, концентрацию аммиака и нитратов, а также общее количество взвешенных твердых веществ. Достижение требуемых нормативных показателей очистки является важным критерием при выборе метода и технологии очистки.

Биологическая очистка является предпочтительным методом для удаления органических загрязнителей из сточных вод. По сравнению с другими методами очистки, такими как механическая или физико-химическая очистка, биологическая очистка часто является более экономичной и экологически безопасной. Она обеспечивает комплексное удаление органических загрязнителей и патогенов, что делает ее идеальным выбором для очистки сточных вод с целью защиты окружающей среды и здоровья человека [1].

### **1.3 Биопруд как метод биологической очистки сточных вод**

Биопруды - биологические очистные сооружения, использующие естественные механизмы самоочистки сточных вод. Эти пруды объединяют в себе традиционные способы грунтовой обработки с уникальной экосистемой, созданной из водных растений и микроорганизмов.

Вода, проходя через заросли растений и слой почвы, обогащенный корневой системой и микрофлорой, очищается в двух плоскостях: горизонтальной и вертикальной. В процессе очищения образуются зоны аэробной и анаэробной активности, содействующие эффективному устранению

загрязнений.

Симбиоз водных растений и микроорганизмов создает непреодолимый барьер для распространения вредных веществ. Растения играют ключевую роль в этом симбиозе, ускоряя биологическое разложение органических соединений, выводя излишки минеральных солей и биогенных элементов, а также детоксифицируя стоки от болезнетворных микроорганизмов.

Биоценоз биопрудов преобразует большинство биогенных элементов в процессе собственной жизнедеятельности, наращивая биомассу. Корневая система растений улавливает значительную часть органических загрязнений, которые затем используются для восстановления экосистемы в следующем цикле. Нерастворимые примеси осаждаются в биопрудах и подвергаются биохимическому разложению [10].

#### Эффективность очистки

Биопруды демонстрируют впечатляющие показатели очистки сточных вод:

- Органические соединения: до 90%
- Твердые примеси: до 95%
- Тяжелые металлы: 20-80%
- Нефтепродукты: 20-90%
- Минеральные вещества: 10-20%
- Пестициды: 50-70%
- Микроводоросли: до 90%
- Обеззараживание: 95%

Очищенные стоки соответствуют действующим нормам, в том числе по показателям, предъявляемым к водоемам, используемым для рыбохозяйства.

#### Конструкция биопрудов

Биопруды возводятся на любом типе почвы. Для предотвращения утечки стоков в грунтовые воды может быть уложен гидроизоляционный слой. Обычно биопруд представляет собой каскад бассейнов, каждый из которых участвует в последовательной очистке.

Бассейны имеют земляное основание, на котором высаживаются тростник, камыш и другие водные растения. По периметру сооружения предусмотрен дренаж. Для регулирования потоков и уровня воды устанавливаются колодцы. Конструкция допускает круглогодичную эксплуатацию биопрудов, в том числе в холодное время года.

#### Принцип работы биопрудов

Очистка сточных вод в биопрудах осуществляется посредством многоступенчатого процесса:

Для начала в отстойниках происходит осаждение грубых частиц. После отстойников идут фильтрующие биопруды. Сточные воды поступают в каскад

земляных бассейнов, где водная растительность, такая как тростник, рогоз и аир, действует как естественный фильтр. Корни растений поглощают загрязнения, микроорганизмы и бактерии, живущие в корневой зоне, обеспечивают биохимическое разложение органических соединений.

После фильтрующих биопрудов идут поверхностные биопруды. В этих прудах происходит дальнейшая очистка воды за счет фотосинтеза растений, а также аэрации поверхности воды [11].

Далее идет зона обеззараживания, последний этап очистки предполагает обеззараживание воды за счет естественного воздействия солнечного УФ-излучения и жизнедеятельности микроорганизмов.

Такой принцип каскадирования позволяет последовательно удалять различные загрязнения.

### Преимущества биопрудов

#### - Экологичность

Минимизация отходов и загрязнения: Биопруды не производят химических осадков или избыточного ила, сокращая отходы и воздействие на окружающую среду.

Сохранение биоразнообразия: Биопруды создают среды обитания для различных водных видов, поддерживая биоразнообразие и улучшая качество экосистемы.

Вторичное использование воды: Очищенная в биопруду вода может быть повторно использована для орошения, пополнения запасов грунтовых вод или других непригодных для питья целей.

#### - Низкая стоимость

Низкие эксплуатационные расходы: Биопруды требуют минимального технического обслуживания и потребляют меньше энергии, чем традиционные очистные сооружения.

Снижение затрат на химикаты: Биопруды используют естественные биологические процессы, устраняя необходимость в дорогостоящих химикатах для обработки сточных вод.

Экономия на вывозе осадков: Биопруды не производят избыточного ила, что снижает затраты на его вывоз и утилизацию

- Эстетичность: Сооружения могут быть спроектированы как привлекательные водные элементы в ландшафте.

- Устойчивость: Система самоподдерживающаяся и может адаптироваться к колебаниям в составе сточных вод.

- Обеззараживание: Биопруды обеспечивают полную очистку воды, устраняя необходимость в хлорировании или УФ-обработке.

## 2. Обзор деятельности ТОО "АзияАгроФуд" и характеристика его сточных вод.

### 2.1 Введение в деятельность ТОО "АзияАгроФуд"

ТОО «АзияАгроФуд» занимает лидирующие позиции на рынке пищевой промышленности, специализируясь на производстве и распространении сиропов, комбикормов и хлебной муки в Казахстане. ТОО расположено на северо-западной окраине ст. Шамалган, граничит:

- на севере и северо-востоке с пустующими землями Новошамалганского сельского округа;
- на востоке, юге со Спиртовым заводом;
- на западе с территориями предприятиями пищевой промышленности.
- в 100 метрах на север от границы ТОО находится лог по имени Коян-Кус, по дну которого протекает ручей. В 1200 метрах на восток протекает река Шамалган.



Рисунок 2.1.1 - План размещения ТОО «АзияАгроФуд» на территории  
М 1:3000

Основной направленностью деятельности компании является обработка пшеницы и кукурузы для производства глюкозно-мальтозных сиропов, а также изготовление разнообразных видов комбикормов.

Водоснабжение предприятия осуществляется от существующего подземного водозабора, включающего три скважины (1, 2, 3). Вода из скважин поступает в два резервуара объемом 250 м<sup>3</sup> каждый, где хранится пожарный запас воды. Далее вода перекачивается насосной станцией второго подъема в водонапорную башню объемом 15 м<sup>3</sup> и высотой до дна бака 15 м.

Все сооружения водоснабжения находятся в зоне санитарной охраны.

Вода используется для следующих целей:

- Замачивание зерна на мельзаводе
- Образование суспензии из сухого крахмала
- Охлаждение вакуумных насосов
- Подпитка водооборотной системы теплообменников
- Промывка системы обратного водоснабжения
- Мытье железнодорожных и автоцистерн
- Подпитка системы отопления в котельной
- Столовая (приготовление пищи и мытье посуды)
- Мытье полов и хозяйственно-бытовые нужды

В рамках производственной деятельности образуются сточные воды, которые должны быть управляемым образом выведены из предприятия. В данном случае стоки направляются в лог "Коян-Кус", в котором протекает ручей "Коян-Кус". Однако, перед попаданием в лог, сточные воды сначала проходят через канализационную насосную станцию, где они перекачиваются к существующим очистным сооружениям. После процесса очистки воды становятся пригодными для сброса в лог "Коян-Кус".

Категория сточных вод, которые отводятся, относится к "производственным" стокам. Это означает, что эти воды образуются в результате производственных процессов и могут содержать различные загрязнения и примеси. Для более эффективного управления стоками, имеется два водовыпуска: водовыпуск № 1 загрязненные сточные воды, водовыпуск № 2 условно-чистые сточные воды.

Организация привержена принципам устойчивого развития и экологической ответственности, стремясь минимизировать свое воздействие на окружающую среду через оптимизацию производственных процессов и внедрение передовых технологий очистки сточных вод.

## **2.2 Производственный процесс и генерация сточных вод**

ТОО «АзияАгроФуд» состоит из двух основных производственных подразделений: крахмалопаточного и мукомольного. Крахмалопаточное производство использует кукурузу в качестве сырья, а мукомольное производство использует пшеницу.

Мукомольное производство осуществляется сухим способом очистки зерна пшеницы перед помолом, поэтому не имеет сброса производственных сточных вод.

Крахмалопаточное производство в качестве сырья использует кукурузное зерно.

Переработка кукурузного зернового сырья на предприятии осуществляется мокрым способом по технологии полужамкнутого цикла, что

значительно сокращает количество сбрасываемых производственных сточных вод и расход реагентов, необходимых для гидролиза сырья.

#### Минеральные реагенты, используемые в переработке кукурузы

В процессе переработки кукурузного зерна в пищевую продукцию применяются различные минеральные реагенты, каждый из которых выполняет свою функцию:

- пиросульфит натрия ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ , пищевая добавка E223), используется для размягчения зерна в процессе замачивания. Он связывается с белком зерна, разрыхляя его структуру.

После переработки: около 90% сульфита остается в составе кормовой продукции, а остальные 10% переходят в сточные воды и окисляются до сульфатов.

- соляная кислота (37% водный раствор  $\text{HCl}$ ), используется в гидролизе крахмала, коррекция pH крахмального молочка, регенерация катионитных колонн деминерализации глюкозного сиропа.

После переработки: переходит в сточные воды в виде хлоридов.

- каустическая сода ( $\text{NaOH}$ ), используется в промывке технологического оборудования, регенерации анионитных колонн деминерализации глюкозного сиропа.

После переработки: переходит в сточные воды в виде гидроксид-ионов, которые могут нейтрализовать ионы тяжелых металлов.

- кальцинированная сода ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), используется в нейтрализации процессных растворов.

После переработки: переходит в сточные воды в виде карбонат-ионов.

- хлорид натрия ( $\text{NaCl}$ ), используется для регенерации катионита при умягчении воды в котельной.

После переработки: остается в составе очищенной воды или переходит в сточные воды в виде хлоридов.

В результате химической трансформации все перечисленные реагенты, в конечном счете, представлены в сточной воде сульфатами ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) и хлоридами ( $\text{Cl}^-$ ) натрия.

Среднегодовой расход реагентов показан в таблице 2.2.1

Таблица 2.2.1 - Среднегодовой расход реагентов на ТОО «АзияАгроФуд»

№	Наименование реагента, материала	Химическая формула АЧ*	Содержание АЧ* в ТР**	Годовой расход, тонн		Среднесуточный расход, кг/сут	
				ТР	АЧ	ТР	АЧ
1.	Соляная кислота	HCl	37%	770	285	2 299	890
2.	Пиросульфит натрия	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	96%	90	86	269	281
3.	Каустическая сода	NaOH	99,5%	344	342	1 027	1070
4.	Кальцинированная	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	99%	73	72,3	218	226
5.	Каменная соль	NaCl	100%	65	65	194	194
6.	Активированный уголь	C	100%	52	–	163	–
7.	Кизельгур	SiO <sub>2</sub>	–	105	–	328	–
8.	Перлит (м <sup>3</sup> )	SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	–	<b>6 302</b>	–	<b>19</b>	–

Примечание: ТР\*\* – товарный реагент; АЧ\* – активная часть товарного реагента.

Технологический процесс производства глюкозного сиропа предусматривает предварительную деминерализацию сырья с удалением анионов и катионов с помощью катионообменных и анионообменных колонн с их последующей кислотной и щелочной промывкой соответственно. Последовательный сброс кислых и щелочных стоков с ионообменных колонн обусловил необходимость строительства двух усреднительных резервуаров: усреднителя стока деминерализации сиропа и усреднителя суммарного потока производственных сточных вод

### 2.3 Характеристика сточных вод

Производственные сточные воды ТОО «АзияАгроФуд» могут быть либо скважинной водой (условно чистые сточные воды), либо скважинной водой, которая контактировала с пищевым сырьем и продуктами, а также конденсатами от выпарных установок и сушилок. Происхождение этих сточных вод исключает наличие в них возбудителей инфекционных заболеваний бактериальной, вирусной и паразитарной природы.

Производственные сточные воды делятся на три основные категории:

- условно чистые сточные воды — это вода, которая имеет состав, идентичный или близкий к хозяйственно-питьевой воде из системы водоснабжения предприятия, а также дистиллированная вода (конденсат);

- загрязненные сточные воды — это сточные воды, содержащие отходы от переработки зернового сырья, использованные реагенты и технологические потери продукции;

- ливневые и талые воды — это вода, которая образуется в результате осадков.

### Условно чистые сточные воды (УЧСВ)

На базе предоставленной документации можно детализировать особенности утилизации условно чистых сточных вод КПК, включая их составление и методы обработки. Указанные сточные воды характеризуются присутствием регламентированных загрязнителей в пределах допустимых концентраций для использования в культурно-бытовых целях. Применяемые методологии очистки, включающие механические и биологические подходы, не предполагают существенного улучшения химического состава данных вод.

Условно чистые сточные воды КПК классифицируются на две главные категории:

- сточные воды, соответствующие нормативам чистоты, чье введение в водоемы не нарушает установленные стандарты и критерии качества воды;

- сточные воды, требующие коррекции уровня рН, биологического потребления кислорода (БПК) и обогащения кислородом перед выпуском в водоем.

Отделение потоков вод, соответствующих нормам, от остальных видов условно чистых сточных вод, является технически невыгодным и не приносит преимуществ с точки зрения технологии и экологии. Оптимальным решением считается комбинирование всех видов УЧСВ и достижение требуемых нормативов по рН, БПК и насыщенности кислородом через процесс аэрации в погруженном биофильтре. Концентрации аммонийного азота, нитритов, нитратов, фосфатов, хлоридов, сульфатов, общего железа, взвешенных веществ, нефтепродуктов и поверхностно-активных веществ в обеих категориях УЧСВ не превышают установленные нормы для водных объектов, используемых в культурно-бытовых целях.

Процессы, генерирующие УЧСВ, представлены шестью основными потоками, включая конденсат от производства глюкозы, воды из гидравлических вакуум-насосов, концентрат от системы обратного осмоса, стоки от охладителей, сточные воды котельных и раствор регенерации катионитовых фильтров. Общее количество условно чистых стоков, согласно техническому заданию, составляет 610 м<sup>3</sup> в сутки. Выброс данных стоков производится равномерно в течение дня, кроме особых случаев, связанных с обслуживанием оборудования. Сульфиты, могут быть присутствующими в некоторых конденсатах, способствуют обескислороживанию воды, поскольку нестабильны и быстро реагируют с кислородом, как самостоятельно, так и при участии микроорганизмов, увеличивая таким образом БПК. Отмечается, что сульфиты из-за их

кратковременного существования в природных условиях отсутствуют в списке ПДК для водных объектов.

Разработанные в рабочем проекте технические решения включают меры по утилизации пяти видов УЧСВ с низкой минерализацией и отдельной утилизации высокоминерализованных стоков, а также подробно описывают процесс аэрации и нейтрализации рН перед выпуском сточных вод в естественные водоемы, обеспечивая соответствие всем экологическим стандартам и нормам.

### Загрязненные сточные воды

В компании «АзияАгроФуд» различают два основных типа загрязнённых стоков:

- воды, загрязнённые в процессе работы предприятия в сфере пищевой промышленности;

- непредвиденные выбросы жидкостей, включая воды для замачивания, соки и глютен, должны быть исключены из системы очистных сооружений.

Для предотвращения попадания аварийных выбросов в систему очистки, в проект включены меры по установке специального резервуара для сбора замоченных вод и соков, которые не могут быть переработаны из-за сбоев оборудования, с дальнейшим вывозом их как жидкого корма или сырья. Также предусмотрена установка датчиков уровня для отстойников глютенной воды, чтобы избежать попадания белковых веществ в канализацию.

Загрязнённые сточные воды образуются в результате:

- ухода за оборудованием и помещениями, включая санитарную очистку труб и помещений;

- отстаивания глютена, что приводит к образованию избыточных вод;

- процесса деминерализации сиропа;

- производства крахмала, где в конденсате присутствуют органические летучие соединения, пена и сульфиты, с кислой средой рН около 4;

- мойки тары и транспортных средств для сиропа.

Дневной объём ЗСВ достигает 295 м<sup>3</sup>, при этом в час удаляется 12,3 м<sup>3</sup>, а в секунду - 3,4 дм<sup>3</sup>. Равномерность сброса регулируется до поступления в расходно-регулирующий резервуар и определяется работой насосной установки для подачи стоков в первичные отстойники и аэротенки.

Широкий диапазон концентраций загрязнителей в ЗСВ, что указывает на необходимость их усреднения и интенсивного перемешивания. Кислая среда требует нейтрализации перед биологической очисткой. Концентрация хлоридов значительно превышает нормы, однако снижение этого показателя в очищенных ЗСВ возможно путём их разбавления с УЧСВ.

Загрязнённые сточные воды характеризуются высоким содержанием органических веществ, что требует их удаления через сочетание механических и биологических методов очистки. Механическая очистка от взвешенных частиц в

первичных отстойниках позволяет снизить нагрузку на биологическую систему и улучшить качество очищенной воды.

## 2.4 Существующая система обращения со сточными водами

На предприятии образуются следующие виды сточных вод:

- Производственные сточные воды
- Хозяйственно-бытовые сточные воды
- Ливневые сточные воды

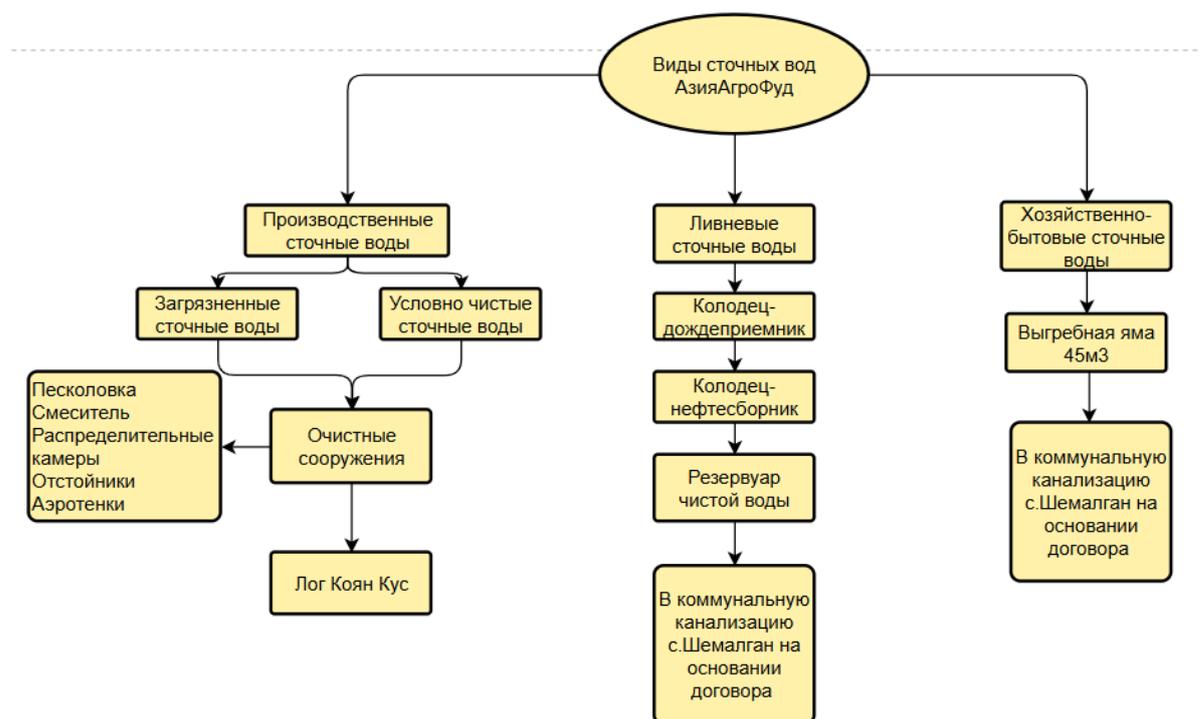


Рисунок 2.4.1 - Виды сточных вод ТОО "АзияАгроФуд"

На текущий момент ТОО "АзияАгроФуд" использует комбинированную систему очистки производственных сточных вод, которая включает механическую и биологическую стадии.

Очистка производственных сточных вод заключается в аэробном окислении с применением двухступенчатой биологической очистки.

Сточные воды от здания мельзавода, завода глюкозного сиропа, сырого крахмала и вспомогательного корпуса отводятся в выгреб объемом 100 м<sup>3</sup>, выполненный в гидроизолированном исполнении.

Источники образование производственных сточных вод указаны на рисунке 2.4.2

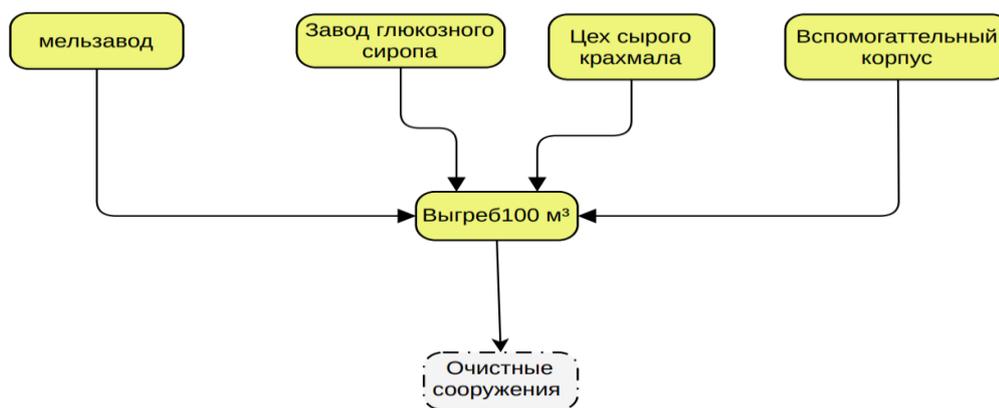


Рисунок 2.4.2 - Источники образование производственных сточных вод

Условно-чистые воды попадают в самотечный коллектор. Смешивание с загрязненными сточными водами и ливневыми водами исключено. Из коллектора условно-чистые воды подаются в аэрируемый затопленный биофильтр Е5, представляющий собой двухсекционное емкостное сооружение с загрузкой для иммобилизованной (прикрепленной) биомассы.

Биофильтры отличаются высокой эффективностью, обеспечивая удаление БПК (биохимического потребления кислорода) из сточных вод, что составляет примерно 25 мг/л. Такая эффективность позволяет устранять кратковременные превышения ПДК (предельно допустимой концентрации) общего БПК для водоемов, предназначенных для культурно-бытового водопользования. Кроме того, биофильтры предотвращают попадание сульфитов в сбрасываемые воды, гарантируя их соответствие экологическим нормативам.

После биофильтра условно-чистые воды самотеком попадают в аэротенки 2-й ступени, где происходит смешивание с осветленными сточными водами.

Загрязненные сточные воды в первую очередь проходят механическую очистку.

На очистные сооружения сточные воды подаются двумя насосными станциями. Также имеется одна аварийная.

Для начала из сточных вод удаляется песок, с помощью песколовки. Песколовка представляет собой проточную конструкцию, предназначенную для удаления твердых минеральных частиц объемом 10 м<sup>3</sup>. После очищения в песколовке вода поступает в расходно-регулирующий резервуар, где происходит усреднение состава и температуры стоков. После происходит нейтрализация стоков. Нейтрализованные стоки подаются в вихревой смеситель, где происходит смешивание загрязненных сточных вод с избыточным активным илом, также происходит ввод рабочего раствора флокулянта. Флокуляция взвешенных с образованием хорошо оседающих флоккул протекает в распределительной камере-1. С распределительной камеры-1 сточные воды самотеком распределяются между тремя первичными отстойниками.

Осветленные сточные воды, включая осветленную иловую смесь поступают в распределительную камеру-2, от куда поступают в аэротенки для аэробной очистки.

Аэротенки подразделяются на две группы:

- аэротенки 1-й ступени: №1 и №2;
- аэротенки 2-й ступени: №3 и №4.

Продолжительность аэрации в аэротенке 1-й ступени очистки – 13,7 часа, в аэротенке 2-й ступени - 15,7 часа, продолжительность отстаивания - в аэротенках - 2 часа.

Аэротенки 1-й ступени являются начальным звеном в системе биологической очистки сточных вод. Они принимают иловую смесь, которая состоит из осветленных сточных вод, сливной воды с уплотнителя избыточного активного ила (ИАИ) и возвратного активного ила. В этих аэротенках происходит максимальная нагрузка биохимического потребления кислорода (БПК) на активный ил. Следовательно, потребление кислорода в аэротенках 1-й и 2-й ступени значительно выше, чем в аэротенках 3-й и 4-й ступени. Из аэротенков 1-й ступени иловая смесь самотеком поступает в камеру иловой смеси, откуда она насосом перекачивается в аэротенки 2-й ступени.

Аэротенки 2-й ступени предназначены для дальнейшего окисления органических веществ в очищаемых сточных водах. За счет длительного времени пребывания воды в этих аэротенках достигается высокая эффективность биологической очистки: 99,0...99,5% по БПК<sub>полн</sub>. Проектная концентрация БПК<sub>полн</sub> в очищенной сточной воде после осветления во вторичных отстойниках составляет 25 мг/л, а концентрация химического потребления кислорода (ХПК) – не более 150 мг/л.

В аэротенках 2-й ступени происходит смешивание условно-чистых вод с загрязненными сточными водами.

Аэротенки 2-й ступени заканчиваются встроенными вторичными отстойниками. Эффективность работы вторичных отстойников напрямую влияет на концентрацию взвешенных веществ в очищенной сточной воде.

Перед сбросом в водный объект сточные воды проходят обеззараживание в контактном резервуаре, где они обрабатываются гипохлоритом натрия. Для получения гипохлорита натрия используется установка ЭЛПК-4 производительностью 4,0 кг/сут.

Очищенные сточные воды сбрасываются через водовыпуск №1 в лог Коян Кус.

Ливневые и талые воды, собирающиеся на территории открытой стоянки техники и гаража, с помощью ливневой канализации попадают на локальные очистные сооружения.

Очистные сооружения, используемые для этой цели, включают в себя несколько элементов. Вначале, есть колодец-дождеприемник, который служит для сбора и временного хранения воды. В этом колодце осуществляется отстой, что позволяет отделить твердые частицы и осадок от воды.

Следующий элемент - колодец-нефтеборник. Если в процессе отстоя в колодце-дождеприемнике обнаруживаются нефтепродукты, они переливаются в колодец-нефтеборник с помощью перфорированной трубы. Это позволяет изолировать нефтепродукты от остальной воды, что является важным шагом для их безопасной обработки. Очищенная вода, в свою очередь, поступает в резервуар чистой воды через переливное устройство. Это гарантирует, что только очищенная вода попадает в окружающую среду, а все загрязнения остаются в колодце-нефтеборнике.

Колодцы, используемые в этих сооружениях, выполнены из водонепроницаемых сборных железобетонных колец, обработанных битумной гидроизоляцией. Это обеспечивает долговечность и защиту от проникновения воды в землю.

Для обеспечения безопасного обслуживания и обследования резервуаров и колодцев, они оборудованы съемными решетками. Это позволяет легко получить доступ к сооружениям и проводить необходимые процедуры безопасности. После вода вывозится в канализацию ст. Шамалган

Технологическая схема очистки указана на рисунке 2.4.3

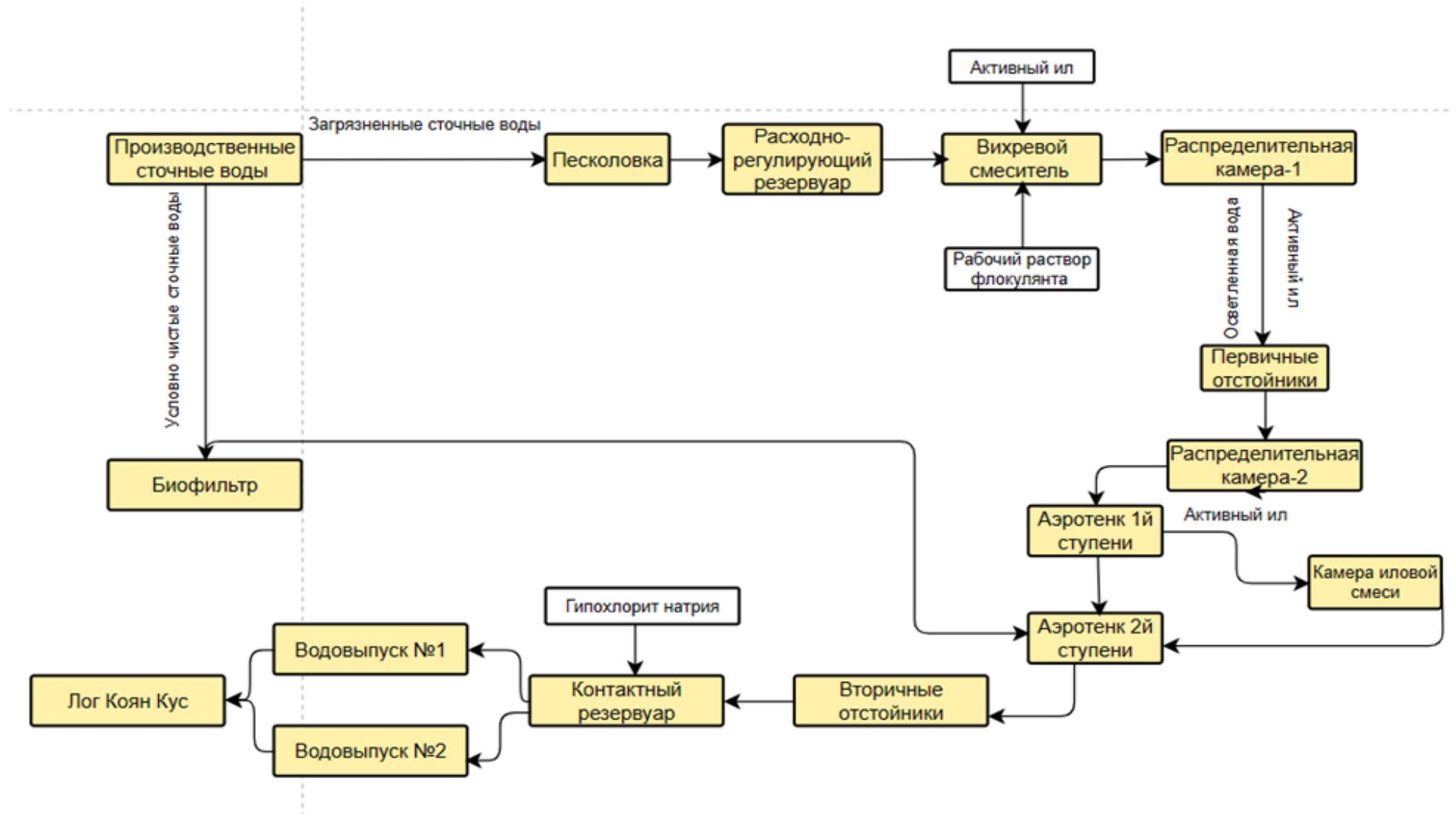


Рисунок 2.4.3 - Технологическая схема очистки производственных сточных вод ТОО "АзияАгроФуд"

#### **2.4.1 Характеристика водовыпусков**

Предприятие имеет два водовыпуска которые располагаются ниже очистных сооружений.

Основным водовыпуском, является водовыпуск №1. Водовыпуск №2 является специальным, для отвода условно-чистых вод. В зависимости от качества условно-чистых сточных вод, их отвод через водовыпуск № 2 может осуществляться в двух случаях:

1) Реконструкция сооружений биологической очистки сточных вод

При проведении реконструкции очистных сооружений часть или все загрязнённые сточные воды временно вывозятся в централизованную канализацию. Этот метод применяется, когда система биологической очистки не может обеспечить требуемое качество очистки стоков или когда ведутся ремонтные работы на очистных сооружениях.

2) Несоответствие очищенных стоков нормативным показателям

Если биологически очищенные сточные воды не соответствуют нормативным показателям загрязнения, установленным проектом оценки воздействия на окружающую среду, то применяется смешение УЧСВ с очищенными сточными водами.

Цель смешения – усреднение или взаимное разбавление показателей загрязнения. Таким образом, очищенные стоки и УЧСВ смешиваются в определённых пропорциях, чтобы получить сточную жидкость, которая соответствует нормативным требованиям.

Контроль качества сбрасываемых сточных вод осуществляется в соответствии с установленными нормами и правилами. Регулярные анализы и мониторинг позволяют обеспечить соответствие сбросов требованиям по охране окружающей среды и предотвратить негативное воздействие на водные экосистемы.

#### **2.4.2 Характеристика сточных вод, отводимых в лог Коян Кус**

В соответствии с проектом нормативов предельно допустимых выбросов и приложением 2, разделом 2, пунктом 7, подпунктом 7.18 Экологического кодекса Республики Казахстан от 02.01.2021 г. № 400-VI, деятельность ТОО «АзияАгроФуд», связанная со сбросом загрязняющих веществ в окружающую среду, классифицируется как деятельность II категории.

Сточные воды по проложенной напорной канализационной трассе – трубопроводу отводятся в лог Коян Кус. Категория сточных вод – «производственные и хозяйственные стоки».

Ежегодный объем сброса очищенных сточных вод составляет 429581 м<sup>3</sup>/год.

Качественная характеристика сточных вод, сбрасываемых в лог Коян Кус через водовыпуски №1,2 представлена в таблицах 2.4.2.1, 2.4.2.2

Таблица 2.4.2.1 - Качественная характеристика сточных вод, сбрасываемых в лог Коян-Кус через водовыпуск №1

п.п	Наименование показателя, ед. изм.	Фактически полученный результат	ПДК, мг/л
1	2	3	4
1	Взвешенные вещества	158,0	Сп+0,7
2	Азот аммонийный	5,4	2,0
3	Нитриты	2,8	3,3
4	Нитраты	25,0	45
5	Хлориды	185,0	350
6	Фосфаты	2,5	3,5
7	Железо общее	0,9	0,3
8	Нефтепродукты	0,18	0,3
9	ХПК	250,0	30
10	БПК <sub>полн</sub>	120,0	6

Таблица 2.4.2.2 - Качественная характеристика сточных вод, сбрасываемых в лог Коян Кус через водовыпуск №2

п.п	Наименование показателя, ед. изм.	Фактически полученный результат	ПДК, мг/л
1	2	3	4
1	Взвешенные вещества	0,058	Сп+0,75
2	Азот аммонийный	0,05	2,0
3	Нитриты	0	3,3
4	Нитраты	5,0	45
5	Хлориды	35,0	350
6	Фосфаты	0	3,5
7	Железо общее	0	0,3
8	Нефтепродукты	0	0,3
9	ХПК	8,0	30
10	БПК <sub>полн</sub>	4,8	6

## 2.5 Проблемы и возможности улучшения

Сбрасываемые промышленные сточные воды ТОО «АзияАгроФуд» соответствуют нормативам ПДК для II категории. Промышленные стоки сбрасываются в лог Коян Кус, что приводит к нерациональному использованию воды, и негативному влиянию на окружающую местность. Так как сбрасывание стоков в лог несет за собой следующие последствия:

- Очищенные сточные воды могут содержать питательные вещества, такие как азот и фосфор, которые способствуют росту водорослей и эвтрофикации;

- Происходит гидравлическое воздействие. Выброс очищенных сточных вод может увеличить поток в логе, что приводит к эрозии и подтоплению;

- Эстетическое воздействие. Запах и цвет очищенных сточных вод могут быть неприятными, что снижает эстетическую привлекательность лога.

Согласно 72 статье Водного кодекса Республики Казахстан, водопользователи обязаны рационально использовать водные ресурсы и принимать меры по сокращению потери воды. А также принять меры по внедрению водосберегающих технологий, прогрессивной техники полива, оборотных и повторных систем водоснабжения [7].

При учете вышеуказанных факторов сброс промышленных стоков в лог является нецелесообразным. Предлагается решение проблемы при помощи биоинженерных сооружений.

### **3. Разработка и применение системы биологической очистки для ТОО «АзияАгроФуд»**

#### **3.1 Предлагаемая система биологической очистки**

Предлагаемая система биологической очистки – биоинженерные сооружения, также называются биопруды.

Биопруд является естественным методом очистки, в котором происходит биологическое разложение органических веществ корнями растений и бактериями.

Особенность биопрудов заключается в том, что симбиоз водных растений и микроорганизмов выстраивают надежный щит на пути распространения загрязнений. Растения в биопруду являются основой вследствие чего происходит не только удаление избыточного количества минеральных солей, ускорение процессов биологического окисления органических соединений, но также происходит обеззараживание сточных вод от большинства условно патогенных и патогенных микроорганизмов, и удаление биогенных элементов и токсичных соединений.

С помощью биохимических процессов в клетках водорослей, растений и микроорганизмов большинство питательных веществ и некоторые соли усваиваются экосистемой биопрудов, что приводит к накоплению их биомассы. Значительная часть растворенных загрязнений проникает в корни растений, где они накапливаются и используются для самообновления биологического сообщества в следующем году. Часть взвешенных загрязнителей оседает в биопрудах, органическая составляющая которых разлагается, а неорганическая часть удаляется из системы вместе с очищенной водой.

Биопруд является приоритетным методом доочистки сточных вод, так как очищение воды в биопрудах позволяет повторно использовать воду для следующих целей:

- полив территории и сельскохозяйственных культур. Очищенная вода содержит питательные вещества, которые полезны для растений;
- охлаждение производственного оборудования, к примеру системы кондиционирования;
- промывка различных систем, таких как фильтры и очистные сооружения;
- мойка производственного оборудования, транспортных средств, производственных помещений и т. д. [11]

Повторное использование очищенной воды из биопрудов является перспективным решением для сокращения потребления водных ресурсов, что делает предприятие более устойчивым к засухам и другим неблагоприятным условиям. Позволяет сократить потребление питьевой воды, что в свою очередь снижает затраты на водоснабжение, а также способствует сохранению водных ресурсов и снижению экологического отпечатка [14].

## 3.2 Описание предложенной системы биологической очистки

### Конструкция биопруда

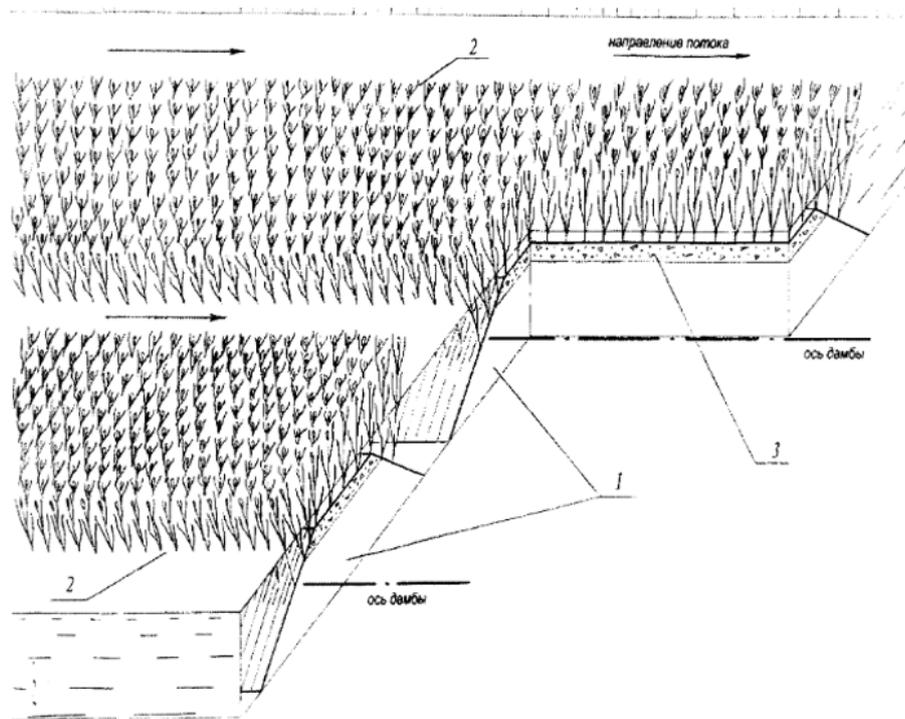
Конструктивно биопруд представляет из себя пруд непроточного типа, разделенный подводными дамбами. Дамбы занимают 1/3 от общей площади пруда с общей шириной от 6 до 20м. Глубина пруда составляет 3-4м, исходя из глубины пруда, высота дамб будет составлять 1-2м. Высота дамб зависит от жизнедеятельности тростника обыкновенного, так как тростник не может вегетировать при заглублении стебля на более чем 2 метра.

Дамба верхнего уровня представляет собой многослойный фильтр, чередующий слои загрузки. Слои загрузки выполнены из искусственных и инертных естественных материалов, таких как щебень, галька, в качестве сорбционного материала используется активированный уголь. Загрузочный материал сверху покрыт биопленкой. Биопленка состоит из микроводорослей и бактерий, благодаря биопленке происходит разложение органических веществ. Поверхность сорбционного материала не покрывается биопленкой, что позволяет сорбентам поглощать растворенные загрязнения из воды. [17]

Верхняя часть фильтрующего слоя на глубине 1м засажена высшей водной растительностью, такой как рогоз, камыш и т. д. Высшая водная растительность имеет высокую поглотительную способность, очистные свойства, что позволяет эффективно снизить биогенную нагрузку в водоеме при их использовании. Слои загрузки расположены на разной глубине, то позволяет засаживать разные виды растений на глубине, которая оптимальна для жизнедеятельности того или иного вида. Данный метод рассаживания растений обеспечивает глубокую очистку воды [10].

В междамбовом пространстве глубина которого составляет 3м, заселены растения гидрофиты и плавающие растения. В основном используются харовая водоросль, анахарис, рдест плавающий и т. д. Гидрофиты и плавающие водоросли эффективны в очистки воды, и являются перспективным направлением в биоремедиации, за счет того, что данные растения не укореняются. Получение питательных веществ происходит исключительно из водной среды, что подтверждает их хорошо развитую поглотительную способность, что в свою очередь показывает их высокий ремедиационный потенциал.

Схематичное изображение конструкции биопруда показано на рисунке 3.2.1



1 многоуровневые дамбы, 2 верхний уровень дамбы, 3 верхняя часть фильтрующего уровня

Рисунок 3.2.1 - Схематичное изображение конструкции биопруда

### Принцип работы

Очищенная вода после очистных сооружений подается в колодец гаситель, откуда самотеком поступает на доочистку в биопруд. Где происходит доочистка стоков.

Предлагаемая технологическая схема биопруда показана на рисунке 3.2.2

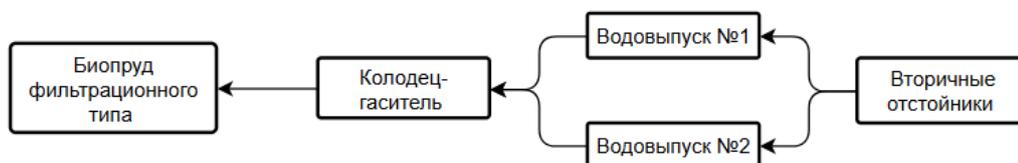


Рисунок 3.2.2 - Предлагаемая технологическая схема Биопруда

Вода подается равномерным потоком. Очищение происходит за счет высшей водной растительности и макроводорослей. Их роль заключается в задержании органической и минеральной взвеси, также снижение концентрации простейших, микроводорослей и бактерий на поверхности биопруда. В вегетационный период у растений происходит активный рост, в результате чего они начинают интенсивное поглощение азота и фосфорсодержащих веществ, в результате чего происходит обогащение

биологически активными веществами очищаемую воду, а также обеспечивают глубокое обеззараживание. Сочетание тростника и харовой водоросли прямо влияет на снижение развитие и рост фито и зоопланктона которые являются их конкурентами за свет и питательные вещества. Вследствие чего происходит избегание вторичного загрязнения пруда.

При глубине пруда 3-4м стабилизируется эффект обеззараживания и доочистки, а также температура воды имеет стабильность 25-26С летом, а зимой температура воды держится 1-2С.

С наступлением отрицательных температур (ниже  $-3^{\circ}\text{C}$ ) в биопруду повышают уровень воды до зимних проектных отметок. Это позволяет создать дополнительный объем для расширения воды при замерзании и формирования ледяного покрова. После образования прочного ледяного покрытия на поверхности воды уровень опускают до летних отметок. В результате образуется воздушная прослойка между льдом и поверхностью воды.

Воздушная прослойка играет ключевую роль в защите биопрудов от промерзания, поскольку обладает низкой теплопроводностью. Она изолирует воду от холодного наружного воздуха, сохраняя температуру жидкости выше точки замерзания.

Глубину биопруда рассчитывают так, чтобы обеспечить необходимое повышение уровня воды для формирования ледяного купола и достаточную толщину воздушной прослойки. Максимальная зимняя отметка подъема уровня воды в биопрудах должна быть ниже проектной отметки на глубину от 0,5 до 1,5 м.

Дополнительно к защитному действию воздушной прослойки в фильтрующей зоне биопрудов происходят процессы разложения органических веществ с выделением тепла. Это тепло частично компенсирует теплопотери, поддерживая температуру биопруд на уровне, пригодном для жизнедеятельности микроорганизмов.

Таким образом, переход биопрудов на зимний режим эксплуатации с повышением уровня воды, образованием ледяного купола и воздушной прослойки является важнейшим мероприятием для обеспечения их бесперебойной работы и предотвращения промерзания.

### 3.3 Расчет основных параметров биопруда

Расчет основных параметров биопруда производится в следующей последовательности:

- определение продолжительности пребывания стоков в летний и зимний период.
- расчет объема биопруда
- определение площади биопруда, которая необходима для естественной аэрации в летний и зимний период
- определение максимальной рабочей глубины с учетом требования кислородного режима

Обозначение величин, используемых в расчете, таких как исходные и производные данные, указаны в таблице 3.3.1

Таблица 3.3.1 - Обозначение величин, используемых в расчете

Физическое содержание величины	Обозначение	Размерность
Продолжительность пребывания стоков в зимний и летний период	$t_{lag}$	сутки
БПКполн воды, поступающей в биопруд	$L_{en}$	мг/л
БПКполн воды, выходящей из биопруда	$L_{ex}$	мг/л
Константа скорости потребления кислорода	$k$	1/сутки
Коэффициент объемного использования	$K_{lag}$	
Суточный расход сточной воды	$Q_w$	м <sup>3</sup> /сутки
Объем пруда	$W_{lag}$	м <sup>3</sup>
Площадь пруда	$F_{lag}$	м <sup>2</sup>
Растворимость кислорода в воде	$C_a$	мг/л
Требуемая концентрация кислорода в воде, выходящей из пруда	$C_{ex}$	мг/л
Величина атмосферной реаэрации при дефиците	$r_a$	3 ÷ 4г/(м <sup>2</sup> *сут)
Максимальная рабочая глубина пруда с учетом требования кислородного режима	$H_{lag}$	м
Растворимость кислорода в чистой воде	$C_T$	мг/л
Глубина погружения аэратора	$h_a$	м

Исходные значение для расчета указаны в таблице 3.3.2

Таблица 3.3.2 - Исходные значения для расчета

$L_{en}$	$L_{ex}$	$k$	$C_T$	$C_T$	$Q_w$	$C_{ex}$	$r_a$	$T_w$	$T_w$	$h_a$
120	12	0,06	12,79	8,33	1176	2	3	25	5	0

Расчет биопруда начинается с определения необходимого времени нахождения  $t_{lag}$  стоков в летний и зимний период в биопруду:

$$t_{lag} = \frac{1}{k_{lag}k} \lg \frac{L_{en}}{L_{ex}}, \text{сут} \quad (3.3.1)$$

При температуре воды  $T$ , отличающейся от 20С, константа  $k$  должна быть определена по формулам:

Для температуры 5-30С

$$k_T = k \cdot 1,047^{T-20}, \text{1/сут} \quad (3.3.2)$$

Для температуры 0-5С

$$k_T = k[1.12(T + 1)^{-0.022}]^{T-20}, \text{1/сут} \quad (3.3.3)$$

Объем  $W_{lag}$  пруда рассчитывается по формуле:

$$W_{lag} = Qwt_{lag}, \text{м}^3 \quad (3.3.4)$$

Определяется площадь  $F_{lag}$  пруда, которая требуется для естественной аэрации в летний и зимний период:

$$F_{lag} = \frac{QwC_a(L_{en}-L_{ex})}{k_{lag}(C_a-C_{ex})r_a}, \text{м}^2 \quad (3.3.5)$$

Где растворимость кислорода в воде  $C_a$  вычисляется по формуле:

$$C_a = 1 + \frac{h_a}{20,6} C_T, \text{мг/л} \quad (3.3.6)$$

Определение максимальной рабочей глубины  $H_{lag}$  пруда с учетом требования кислородного режима

$$H_{lag} = W_{lag}/F_{lag}, \text{м} \quad (3.3.7)$$

Подставляем исходные данные в формулы.

По формулам (3.3.2) и (3.3.3) находим константу скорости потребления кислорода в зимний и летний период:

$$k_T^{\text{лет}} = 0,06 * 1,047^{25-20} = 0,075 \text{ 1/сут}$$

$$k_T^{\text{зим}} = 0,06[1.12(5 + 1)^{-0.022}]^{5-20} = 0,020 \text{ 1/сут}$$

По формуле (3.3.1) определяем необходимое время нахождения стоков в

зимний и летний период:

$$t_{\text{лаг}}^{\text{лет}} = \frac{1}{0,35*0,075} \lg \frac{120}{12} = 38 \text{ сут}$$

$$t_{\text{лаг}}^{\text{зим}} = \frac{1}{0,35*0,020} \lg \frac{120}{12} = 142 \text{ сут}$$

По формуле (3.3.4) рассчитываем объем пруда:

$$W_{\text{лаг}} = 1176 * 142 = 535688 \text{ м}^3$$

По формуле (3.3.6) находим растворимость кислорода в воде в зимний и летний период:

$$C_a^{\text{лет}} = 1 + \left(\frac{0}{20,6}\right) 12,79 = 12,79 \text{ мг/л}$$

$$C_a^{\text{зим}} = 1 + \left(\frac{0}{20,6}\right) 8,33 = 8,33 \text{ мг/л}$$

Зная растворимость кислорода, по формуле (3.3.5) находим площадь пруда необходимую для естественной аэрации в летний и зимний период:

$$F_{\text{лаг}}^{\text{лет}} = \frac{1176*12,79(120-12)}{0,35(12,79-2)^3} = 143380 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{лаг}}^{\text{зим}} = \frac{1176*8,33(120-12)}{0,35(8,33-2)^3} = 159178 \text{ м}^2$$

По формуле (3.3.7) находим максимальную рабочую глубину пруда, при учете требования кислородного режима:

$$H_{\text{лаг}} = 535688 / 159178 = 3,3 \text{ м}$$

### 3.4 Эколого-экономическое обоснование

Анализ данных о внедрении и использовании биопрудов свидетельствует о их высокой финансовой рентабельности. Экономический анализ показал, что биопруды выгодно отличаются от других методов биологической доочистки сточных вод как по стоимости строительства, так и по затратам на эксплуатацию.

В таблице 3.4.1 проведен анализ технических характеристик и экономической целесообразности использования биопрудов в сравнении с другими методами очистки сточных вод.

Таблица 3.4.1 - Технические характеристики и экономическая целесообразность использования биопрудов в сравнении с другими методами очистки сточных вод.

Технические и экономические показатели	Биопруд	Поля орошения	Поля фильтрации
Расход сточных вод м3/сут	300-500 м3/сутки на 1 га	60-80 м3/сутки на 1 га	40–70 м3/сутки на 1 га
Эффективность очистки	До 95%	Зависит от ряда факторов, до 75%	Зависит от ряда факторов, до 80%
Капитальные затраты	522 тыс. тенге	620 тыс. тенге	680 тыс. тенге
Эксплуатационные затраты	до 300 тыс. тенге/год	до 700 тыс. тенге/год	до 700 тыс. тенге/год

Биопруды представляют собой экономически выгодную альтернативу по сравнению с другими методами доочистки сточных вод, требуя значительно меньших вложений как на начальном этапе, так и в процессе эксплуатации.

Строительство биопруда включает в себя капитальные и эксплуатационные расходы. В капитальные затраты входит:

- подготовка участка: Очистка территории, выравнивание рельефа, удаление растительности.
- выкопка биопруда: Земляные работы по созданию водоема.
- закупка растений: Выбор и приобретение подходящих растений для биопруда.
- транспортировка растений: Доставка растений на строительную площадку.
- заработная плата строительной бригады: Оплата труда рабочих, участвующих в строительстве.

Эксплуатационные расходы включают в себя:

- обслуживание: Мониторинг состояния биопруда, контроль за ростом растений, уборка мусора.
- срез камыша и тростника : Удаление разросшегося камыша, тростника в зимний период.
- заработная плата персонала: Оплата труда обслуживающего персонала (1-2 человека).

Все расчеты указаны в таблице 3.4.2

Таблица 3.4.2 - Расходы для биопруда

Вид расходов	Стоимость, тг
Капитальные расходы:	
1. Предварительная очистка участка	40 250тг
2.Строительство биопруда	47 500тг
3. Закупка растений	19 097тг
4.Транспортировка растений	12 241тг
5. Рабочий фонд	292 000тг
<b>Всего</b>	<b>411 088тг</b>
Эксплуатационные расходы:	
1. Зарплата обслуживающего персонала	146 900 тг/год
2. Снятие камыша, тростника зимой (или досадка)	2 450 тг/м <sup>2</sup>

Эффективность биопрудов сочетается с низкими затратами на установку и эксплуатацию, что делает их более выгодными по сравнению с другими методами доочистки сточных вод.

Расчет экономической выгоды от минимизации негативного воздействия на окружающую среду при использовании биопруда

В таблице 3.4.3 приведены наименование и масса загрязняющих веществ до и после очистки в биопруде

Таблица 3.4.3 - Наименование и масса загрязняющих веществ до и после очистки в биопруде

Наименование веществ	Количество до биопруда т/год	Количество после биопруда т/год
БПК	23,552	2,355
Нитриты	0,550	0,055
Нитраты	4,907	0,490

Обозначение величин, используемых в расчете указаны в таблице 3.4.4

Таблица 3.4.4 - Обозначение величин

Физическое содержание величины	Обозначение	Размерность
Ставка платы за сбросы <i>i</i> -го загрязняющего вещества, установленная в соответствии с налоговым законодательством Республики Казахстан	$H^i_{сбр.}$	МРП/тонн

Плата за сбросы i-го загрязняющего вещества	$C^i_{\text{сбр.}}$	МРП
Масса i-ого загрязняющего вещества, сброшенного в окружающую среду за отчетный период	$M^i_{\text{сбр.}}$	тонн
Эффект от использования природоохранных мероприятий	Эз	
Ущерб до и после мероприятия	$Y_1 Y_2$	
Себестоимость природоохранного мероприятия	$C_2$	
Коэффициент эффективности капитальных вложений	$E_n$	
Капитальные вложения	$K_2$	тг

Расчет платы за негативное воздействие на окружающую среду производят согласно методике, утвержденной министром охраны окружающей среды Республики Казахстан от 8 апреля 2009 года № 68-пс [12]

Расчет платы за сброс i-го загрязняющего вещества в пределах нормативов эмиссий осуществляется по формуле:

$$C^i_{\text{сбр.}} = N^i_{\text{сбр.}} * M^i_{\text{сбр.}} \quad (3.4.1)$$

Затем рассчитывается отношение предотвращенного ущерба к затратам на достижение результата

$$Эз = \frac{y_1 - y_2}{c_2 + E_n K_2} > 1 \quad (3.4.2)$$

Подставляем исходные данные в формулы:

Расчет платы за сбросы загрязняющих веществ в пределах нормативов эмиссий до внедрения биопруда по формуле (3.4.1)

$$1. \text{ БПК } C^i_{\text{сбр.}} = 3692 * 4 * 23,552 = 347\,815 \text{ тг}$$

$$2. \text{ Нитриты } C^i_{\text{сбр.}} = 3692 * 670 * 0,550 = 1\,360\,502 \text{ тг}$$

$$3. \text{ Нитраты } C^i_{\text{сбр.}} = 3692 * 1 * 4,907 = 18\,116 \text{ тг}$$

Расчет платы за сбросы загрязняющих веществ в пределах нормативов эмиссий после внедрения биопруда по формуле (3.4.1)

$$1. \text{ БПК } C^i_{\text{сбр.}} = 3692 * 4 * 2,355 = 34\,778 \text{ тг}$$

$$2. \text{ Нитриты } C^i_{\text{сбр.}} = 3692 * 670 * 0,055 = 136\,050 \text{ тг}$$

$$3. \text{ Нитраты } C_i \text{ сб} = 3692 * 1 * 0,490 = 1809 \text{ тг}$$

Расчитываем отношение предотвращенного ущерба к затратам на достижение результата по формуле (3.4.2)

$$Эз = \frac{1726433 - 172637}{560438 + 0,12 * 411088} = 2,5 \text{ условия соблюдены так как } 2,5 > 1$$

Анализ практического применения биопрудов показывает, что эта технология не только экологична, но и экономически выгодна.

Создание и эксплуатация биопрудов оказываются более эффективными и рентабельными, чем использование других методов биологической доочистки сточных вод

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для эффективного решения задачи очистки сточных вод на предприятии ТОО «АзияАгроФуд» был проведен анализ существующей системы и выявлены ее недостатки. Очистные сооружения предприятия включали в себя механические и биологические ступени, однако сброс очищенных сточных вод в лог оказался нерациональным.

В качестве инновационного решения было предложено внедрение системы доочистки сточных вод в биопрудах. Биопруд представляет собой естественный метод очистки воды, который воспроизводит природные процессы. Благодаря симбиотическому взаимодействию водорослей и бактерий в биопрудах создается среда, благоприятная для очистки воды. В результате биологической очистки вода в биопрудах приобретает высокие качественные показатели, что позволяет использовать ее повторно в производственных процессах или для орошения земель.

Внедрение системы доочистки сточных вод в биопрудах на предприятии «АзияАгроФуд» позволит:

- повысить степень очистки стоков и предотвратить их негативное воздействие на окружающую среду;
- повторно использовать очищенную воду, что приведет к экономии водных ресурсов;
- снизить затраты на очистку сточных вод за счет низких операционных расходов биопрудов.

Таким образом, доочистка сточных вод в биопрудах является перспективным и экономически выгодным методом очистки, который позволяет добиться высокого качества стоков, повторно использовать воду и защитить окружающую среду.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Голубовская, Э.К. Биологические основы очистки воды: учебное пособие для студентов строительных специальностей вузов / Э.К. Голубовская. – М. : Издательство «Высшая школа», 1978. – 268 с.
- 2 Лукиных, Н.А. Методы доочистки сточных вод / Н. А. Лукиных, Б.Л. Липман, В.П. Криштул. – М. : Издательство «Стройиздат», 1978. – 160 с.
- 3 Wetland ecosystems WJ Mitsch, JG Gosselink, L Zhang, CJ Anderson.
- 4 Гудков А. Г. Биологическая очистка городских сточных вод: Учебное пособие. –Вологда: ВоГТУ, 2002. –127 с.
- 5 Яковлев, С.В. Водоотведение и очистка сточных вод: Учебное для вузов/С.В. Яковлев, Я. А. Карелин, Ю. М. Ласков. –М.:Стройиздат,1996.-592 с.
- 6 Жмаков Г.Н. Эксплуатация оборудования и систем водоснабжения и водоотведения. –М.: ИНФРА–М, 2007. –237с.
- 7 <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K030000481>
- 8 Parker C.D., Jones H.Z. Taylor W.S. Purification of sewage in lagoons. Sewage and industr. Wastes .1950, 22 (6), 760–775 с.
- 9 Телитченко М. М., Телитченко Л. А. Биологические пруды и практика очистки сточных вод. Водные ресурсы. –1974, – №6
- 10 Тажиев Ш. Роль водорослей в биологической очистке сточных вод в биопрудах г. Чимкента. –1984. Ташкент
- 11 Репин Б.Н. и др. Биологические пруды для очистки сточных вод пищевой промышленности.-1977-М.
- 12 <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V090005672>
- 13 Дырченко А.А., Коцарь Э.М. Использование высших водных растений в практике очистки сточных вод и поверхностного стока // 15. СОК (сантехника, отопление, кондиционирование). – 2006. - № 4. – С.12
- 14 <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K2100000400>
- 15 Юзвенко В.Н. Моделирование экосистемы биопруда с целью управления очисткой сточных вод. Диссертация, М., 1984. –182 с.
- 16 Хенце М. Очистка сточных вод: Пер. с англ./ Хенце М., Армоэс П., Ля-Кур-Янсен Й., Арван Э.- М.: Мир,2006. – 480 с
- 17 Pescod M.V. Wastewater treatment technologies. Regional work shop on wastewater treatment and Reuse. Jordan. 1992
- 18 Oswald W J., Goatas H.V. and other. Algae in waste treatment. Sewage and Industr wastes, 1957, 29(4), 437-457 с.
- 19 Левина Р.И. Антагонизм между планктонными водорослями и микрофлорой в биологических прудах. Очистка сточных вод в биологических прудах.-1961.- Минск,- с.136-147
- 20 Киселева В.А., Баева В.С., Сосновская Л.В., Зырянов В.И. К биологической очистке сточных вод в накопителях. Водные ресурсы.-1976.- №5 .-с.210-212

## ОТЗЫВ

### НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на дипломную работу

(наименование вида работы)

Копейкиной Дарьи Сергеевны

(Ф.И.О. обучающегося)

6B05205 – «Химическая и биохимическая инженерия»

(шифр и наименование ОП)

Тема: «Биологическая очистка сточных вод малых предприятий пищевой промышленности  
на примере ТОО «АзияАгроФуд»»

Целью работы являлась разработка и внедрение инновационной системы биологической очистки сточных вод, с целью достижения максимально эффективного удаления загрязнений и минимизации экологического воздействия, на примере ТОО «АзияАгроФуд».

Для достижения поставленной цели обучающийся поставил и решил следующие задачи:

- Проанализировать существующие методы биологической очистки сточных вод, их эффективность и пригодность для использования в условиях пищевой промышленности
- Изучить специфику сточных вод ТОО «АзияАгроФуд»
- Проанализировать существующую очистку производственных сточных вод, её эффективность
- Разработать и обосновать оптимальную схему биологической очистки производственных сточных вод для ТОО «АзияАгроФуд»
- Оценить экономическую целесообразность внедрения разработанной системы очистки для ТОО «АзияАгроФуд»

Практические выводы и рекомендации могут быть применены в деятельности ТОО «АзияАгроФуд». для повышения эффективности очистки производственных сточных вод. Это подтверждается проведенными расчетами экономической эффективности проектных мер.

По результатам инициативных исследований была опубликована статья в международной научной конференции «БЖД и климатические риски развития территории Енисейской Сибири – 2023» г. Красноярск

В целом представленная дипломная работа выполнена на высоком теоретическом уровне, соответствует всем требованиям, предъявляемым к работам данного уровня, а его автор заслуживает оценки «отлично» (95 баллов, А).

**Научный руководитель**

асс. профессор, к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



Нурмакова С.М.

(подпись)

«05» \_июня\_ 2024 г.

## РЕЦЕНЗИЯ

на Дипломную работу

Копейкиной Дарьи Сергеевны

6B05205 – «Химическая и биохимическая инженерия»

На тему: « Биологическая очистка сточных вод малых предприятий пищевой промышленности на примере ТОО «АзияАгроФуд»»

Выполнено:

- а) графическая часть на 15 листах
- б) пояснительная записка на 34 страницах

### ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

Актуальность темы обусловлена ростом количества пищевых промышленных стоков, содержащих различные загрязняющие вещества, в том числе и органические. Это приводит к необходимости разработки и внедрения инновационной системы биологической очистки сточных вод, оптимизированную для специфики малых предприятий пищевой промышленности, с целью достижения максимально эффективного удаления загрязнений и минимизации экологического воздействия, на примере ТОО «АзияАгроФуд». В процессе ознакомления с работой, выделены следующие замечания:

1. в тексте дипломной работы имеют место ошибки как стилистического, так и грамматического характера.

### Оценка работы

С учетом выделенных замечаний, которые не снижают практическую и познавательную ценность, дипломная работа на тему: « Биологическая очистка сточных вод малых предприятий пищевой промышленности на примере ТОО «АзияАгроФуд»», выполненная Копейкиной Дарьи Сергеевны заслуживает оценки «отлично» (95 баллов, А, 95%).

#### Рецензент

Канд. техн. наук,  
главный специалист отдела водных ресурсов  
и нормирования ТОО «КАПЭ»

 Дюсенова Ж.А.  
«07» 06 2024 г.

Подтверждаю наличие Дюсенова Ж.А. в отделе водных ресурсов  
и нормирования ТОО «КАПЭ»



## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Копейкина Дарья Сергеевна

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Биологическая очистка сточных вод малых предприятий пищевой промышленности на примере ТОО «АзияАгроФуд»

Научный руководитель: Сауле Нурмакова

Коэффициент Подобия 1: 3.2

Коэффициент Подобия 2: 0.8

Микропробелы: 10

Знаки из здругих алфавитов: 8

Интервалы: 15

Белые Знаки: 1

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование: *Уровень подобия не превышает допустимого предела*

Дата *04.06.2024*

*С.С.С.*

проверяющий эксперт

*САРСЕНБАЕВ С.О.*

## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

**Автор:** Копейкина Дарья Сергеевна

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Биологическая очистка сточных вод малых предприятий пищевой промышленности на примере ТОО «АзияАгроФуд»

**Научный руководитель:** Сауле Нурмакова

**Коэффициент Подобия 1:** 3.2

**Коэффициент Подобия 2:** 0.8

**Микропробелы:** 10

**Знаки из других алфавитов:** 8

**Интервалы:** 15

**Белые Знаки:** 1

**После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:**

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

Дата 7.06.2024г.

Заведующий кафедрой Куд

Куденова М.Н.