

Бариева Сание Иштвановна

---

(фамилия, имя, отчество (при наличии) студента)

Оптимизация технологии обезвреживания донных отложений нефтешламов

---

(тема)

18.04.01 «Химическая технология»

---

(код и наименование направления подготовки в соответствии с ФГОС ВПО/ФГОС ВО)

Рациональное использование природных и сырьевых ресурсов в химической технологии и  
нефтехимии

---

(направленность (профиль))

**АВТОРЕФЕРАТ**  
магистерской диссертации

Тольятти, 2023

Работа выполнена на кафедре «Химическая технология и ресурсосбережение»

(наименование)

ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет»

**Научный руководитель:**

Кравцова Марианна Викторовна

(фамилия, имя, отчество)

к.п.н., доцент, заведующий кафедры «Химическая  
технология и ресурсосбережение»

(ученая степень, ученое звание, должность)

**Руководитель программы  
магистратуры:**

Кравцова Марианна Викторовна

(фамилия, имя, отчество)

к.п.н., доцент, заведующий кафедры «Химическая  
технология и ресурсосбережение»

(ученая степень, ученое звание, должность)

**Заведующий кафедрой:**

Кравцова Марианна Викторовна

(фамилия, имя, отчество)

к.п.н., доцент

(ученая степень, ученое звание)

Защита состоится «31» мая 2021 г. в 12:00 часов на заседании государственной (итоговой) экзаменационной комиссии по защите выпускных квалификационных работ, по адресу: г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, дом 16/10.

(улица, дом, аудитория)

С магистерской диссертацией и авторефератом можно ознакомиться на кафедре «Химическая технология и ресурсосбережение» ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет».

(наименование)

Электронная версия магистерской диссертации будет размещена на официальном сайте ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет»: <https://dspace.tltsu.ru>.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

### **Актуальность и научная значимость настоящего исследования**

Актуальность исследования обусловлена следующими факторами:

- непрерывным образованием объёмов нефтесодержащих отходов и отсутствием тенденции к их снижению;
- существующие методы обезвреживания нефтесодержащих отходов являются длительными, если мы используем биологическую переработку и энергозатратными и не мобильными, при использовании других способов переработки;
- использование в процессе обезвреживания нефтесодержащих отходов природных ресурсов (плодородных грунтов, водных) повышает негативное воздействие на окружающую среду;
- необходимостью сокращения затрат на переработку нефтешлама и создания экономически обоснованных способов обезвреживания нефтесодержащих отходов.

**Объект исследования:** технология обезвреживания отходов нефтешламов (донных отложений нефтешламов).

**Предмет исследования:** донные отложения нефтешламов в нефтешламовых амбаров (отходы нефтешлама).

**Цель:** повышение эффективности обезвреживания донных иловых отложений нефтешламовых амбаров для получения вторичных материальных ресурсов.

**Гипотеза исследования** состоит в предположении снижения периода обезвреживания отходов нефтешлама и повышение количества извлекаемых углеводородов при этом при использовании акустического воздействия в процессе разделения смеси, а также оптимизации технологии на этапе биологической очистки за счет изменения состава добавляемой смеси.

Для успешной реализации цели были сформулированы следующие **задачи:**

- провести теоретический анализ способов обезвреживания отходов нефтешламов для определения и обоснования наиболее эффективных;
- предложить способ обезвреживания отходов нефтешламов на месте их размещения и получения вторичного материального ресурса;
- провести оптимизацию биологического способа обезвреживания отходов нефтешламов на основе экспериментальных исследований при различных составах смеси.

**Теоретико-методологическую основу исследования составили** научные работы отечественных и зарубежных ученых в области исследования физико – химических методов и биологического обезвреживания отходов нефтешлама, так как Базенкова Е.И., Колесникова Н.М, Калачникова И.Г., Плещева О.В, И.С. Боровкова, В.В. Вольхин, Х.Б. Лукинс и Дж.В. Фостер.

**Базовыми для настоящего исследования явились также:** работы по математическому моделированию процессов Кравцовой М.В., Водопьянов В.В, и Э.В. Чеботарва.

**Методы исследования:** анализ литературных источников, аналитические и экспериментальные исследования, патентный поиск, расчеты технологических процессов и оборудования. Математическое моделирование биологических процессов при использовании программного продукта «Mathcad».

**Опытно-экспериментальная база исследования:** на базе лаборатории кафедры «Химическая технология и ресурсосбережения» и НАЦ «Физико-химических и экологических исследований» Тольяттинского Государственного университета.

**Научная новизна исследования** состоит в предложении обезвреживания отходов нефтешламов на месте их размещения и получения вторичного материального ресурса на основе использования акустического способа сепарирования и подбора коагулятов и предложении изменения состава смеси на биологическом этапе обезвреживания, а именно отходы нефтешлама (38,5%)/отходы осадков сточных вод (38,5%)/отходы пивоваренных предприятий (пивной жмых) (11,5%)/опилки(11,5%).

**Теоретическая значимость исследования** заключается в анализе проблемы образования отходов нефтешламов и способов его обезвреживания как существующих технологий, физико – химического и биологического методов утилизации отходов; составлена, оценка жизненного цикла отходов нефтешлама, его классификация. Предложена и обоснована математическая модель процесса обезвреживания отходов нефтешламов на основе экспериментальных исследований, которая в дальнейшем обеспечит рациональный выбор биопрепаратов в соответствии с концентрацией нефтепродуктов и сроками обезвреживания и исключит затраты на проведение экспериментальных исследований.

**Практическая значимость исследования** заключается в возможности использования результатов работы по обезвреживанию отходов нефтешлама на стадии биологической очистки, что позволит повысить эффективность его переработки. Эффективность использования подтверждается экспериментальными исследованиями и использованием метода математического моделирования процесса обезвреживания отходов нефтешлама в программе «Mathcad».

**Достоверность и обоснованность результатов исследования** обеспечивались результатами экспериментальных исследований.

**Личное участие автора в организации и проведении исследования** состоит в поиске и анализе научной литературы по теме исследования, в подготовке и проведении экспериментальной части исследования, анализе полученных результатов, расчете и проектировании технологической части работы и формулировке выводов.

**Апробация и внедрение результатов** велись в течение всего исследования:

– участие в Международной научно-практическом семинаре «Экобиотехнологии утилизации отходов и ликвидации объектов накопленного вреда окружающей среде (НВОС)»;

– участие в XI Межвузовскую конференцию научных работ студентов имени чл.-корр. АН СССР Александра Александровича Яковкина «Физическая химия – основа новых технологий и материалов», Санкт–Петербург;

– участие во Всероссийском Инженерном Конкурсе, Москва, 2022г.;

– участие во Всероссийской Университетской лиги Science Slam 2022 г., Тольятти.

На конференциях представлены доклады по теоретической и практической частям диссертационной работы. По результатам конференций опубликованы тезисы в сборнике конференции:

**На защиту выносятся:**

– предложение по оптимизации принципиальной технологической схемы обезвреживания отходов нефтешлама на основе акустического способа сепарирования и подбора оптимальных коагулятов;

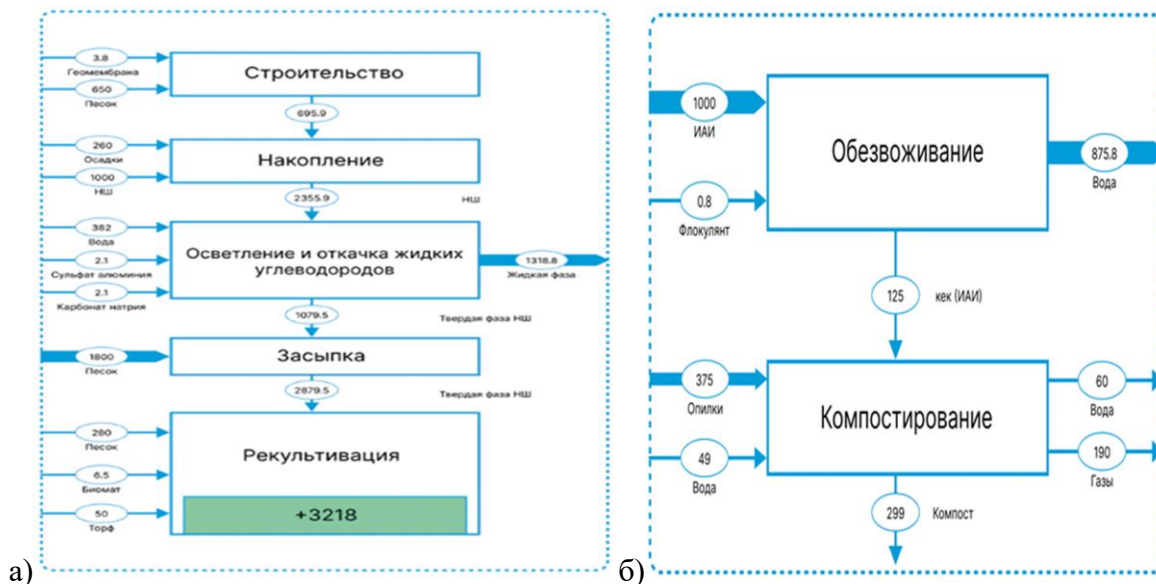
– предложение по оптимизации биологического способа обезвреживания отходов нефтешлама на основе использования новой рецептуры: использование пивного жмыха как дополнительной питательной среды и дополнительного питания почвенной биоты.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** обосновывается актуальность темы исследования, определен объект, предмет, цель, ведущая идея, выдвигается гипотеза и формулируются задачи работы, характеризуется научная новизна, теоретическая и практическая значимость результатов исследования.

**В первой главе** проведен анализ проблем образования отходов, где было рассмотрен, амбар открытого типа в котором накапливаются ценные отходы. В открытом резервуаре происходит процесс гравитационного отстаивания и расслоения отходов нефтешламов на три вида: легкие углеводороды; воду, содержащую углеводороды; иловые донные отложения углеводородов.

В работе рассмотрены варианты сценариев обезвреживания и утилизации отходов нефтешламов донных иловых отложений амбарного типа, существующими методами – захоронение и биологический метод. Для каждого из методов определены границы продукционной системы, а также проведена оценка воздействия на окружающую среду при утилизации отходов нефтешламов с учетом расположения отходов в умеренно–континентальном климатическом поясе и согласно требованиям стандартов являющимися идентичными международным стандартам ISO серии 14000, на рисунке 1 показаны этапы утилизации отходов нефтешламов:



а – этапы метода захоронения отходов нефтешламов обезвреживание биологическими методами, б – обезвреживание отходов нефтешлама компостированием

Рисунок 1 – Этапы утилизации отходов нефтешламов донных иловых отложений амбарного типа

С точки зрения экотоксичности, было установлено, что самым безопасным с точки зрения утилизации отходов нефтешлама является захоронение отходов нефтяной промышленности.

В работе рассмотрен применяемый на площадке процесс обезвреживания отходов нефтешлама препаратом «Гумиком». Так, согласно представленной блок-схеме, осуществляется замес донных иловых отложений, содержащий отходы нефтешлама с плодородным грунтом в соотношении 50/50, внесением в него негашеной извести в размере 0,15% от общей массы нефтеотходов, и кислот, доведя рН среды до нейтральной, и внесением от общей массы 15% препарата «Гумиком». Работы по первичному замесу начинаются на площадке после установления среднесуточной температуры более +5<sup>0</sup>С.

Повторное внесение препарата «Гумиком» осуществляется с периодичностью 15-45 дней, до установление среднесуточной температуры в +10<sup>0</sup>С срок цикличности внесения гуминовых кислот определяется степенью загрязнения отходов нефтешлама. После каждого внесения реагентов осуществляется дискование и вспашка буртов. Полив почвы осуществляется при снижении влажности ниже 60 % от значения его полной влагоемкости. Аэрация осуществляется каждые 15–20 дней методом перекладки буртов, в ходе переворачивание грунта проводится отбор пробы для аналитического контроля при каждом переворачивании грунта. Пробы отбираются с различных глубин 5 – 10 см, 0,5 м и 1 м, после чего из них формируется усредненная интегральная проба, которая отправляется на анализ. Применяемый на технологической площадке метод обезвреживания отходов нефтешлама с использованием препарата «Гумиком» позволяет

обезвредить донные иловые отложения нефтешламовых амбаров за период в три сезона (года). Данный способ утилизации отходов нефтяной промышленности весьма зависит от погодных условий, занимает значительные территории полигона, экономически не эффективный, а также наносит значительный урон окружающей среде.

В связи с этим возникает необходимость более детально рассмотреть возможные варианты обезвреживания отходов нефтешлама и поиска эффективной технологии утилизации отхода. В работе рассмотрены методы, позволяющие снизить вязкость отходов нефтешлама, что позволит осуществлять более качественный замес обезвреживания, рассмотрены варианты замены используемого сейчас плодородного грунта, а также возможность привлечения дополнительных микроорганизмов.

**Во второй главе** проведен анализ существующих методов физико–химического обезвреживания отходов нефтешламов, которые обеспечивают снижение вязкости отходов нефтешламов.

Для обезвреживания рассматриваемого вида отхода нефтешлама принято решение применить комбинированный метод, что позволит максимально обезвредить донные иловые шламы, и получить ценные углеводородные фракции, которые возможно будет применить в процессе получения нефтехимической продукции, а также воду, содержащую углеводороды.

Предложено для разделения нефтесодержащих отходов дополнительно использовать акустическую установку, которая позволит более эффективно разделить полученную смесь, и уменьшит слипаемость твердых частиц нефтешлама к стенкам отстойника. Блок-схема предлагаемой технологии указана на рисунке 2.



Рисунок 2 – Блок-схема предлагаемой физико – химической модели обезвреживания отходов нефтешлама

На принципиальной схеме (рисунок 3) показан предлагаемый метод удаления углеводородов из отходов нефтешлама. Так, согласно схеме, осуществляется забор эмульгированной, нижней донной фазы отходов нефтешлама, в теплообменник, в котором проходит нагрев остатка. Откуда он попадает в приемную емкость, в которой происходит смешивание твердого подогретого остатка с деэмульгаторами, которые после поступают в сепаратор – декантор, где происходит расслоение на три фазы: углеводородную (поток III), воду, содержащую углеводороды (поток V) и твердый остаток, содержащий

углеводороды (поток IV). Из сепаратора поток III отправляется в накопительную емкость 10, а поток II, который содержит водный твердый остаток с углеводородами в емкость 8, из которой попадает в емкость 9, где происходит доочищение и разделение на III поступающий в емкость 10, поток IV поступающий в емкость 11 и V потоки. Твердый остаток попадает в емкость 14 шнековый смеситель, в котором происходит замес твердой фазы, содержащей углеводороды с компонентами обезвреживания биологическим методом, который возможно разместить на полигоне открытым методом или же в геомембранные трубы для дальнейшего компостирования.

Очищенные углеводороды и воду, содержащую углеводороды возможно направить на процессы получения вторичных продуктов из них, а твердые отходы содержащие углеводороды поступят на биологическое обезвреживание с применением пивного жмыха.

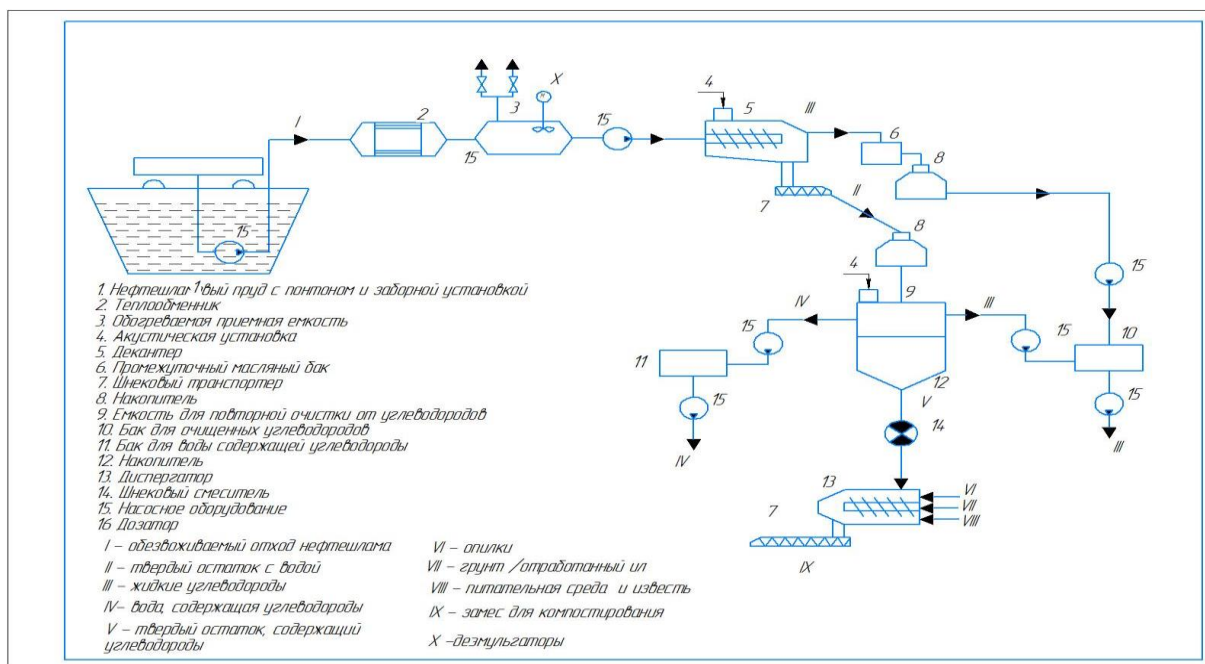


Рисунок 3 – Принципиальная схема физико – химического метода обезвреживания отходов нефтешлама

В работе был выполнен расчет материального баланса, представленный в таблице 1:

Таблица 1 – Материальный баланс обезвреживания отходов нефтешлама

Приход			Расход		
Компонент	Масса, т	Содержание, %	Компонент	Масса, т	Содержание, %
Вода, содержащаяся в отходах нефтешлама	8,3	8,3	Углеводороды	54,4	54,4
Примеси, содержащаяся в отходах нефтешлама	33,5	33,5	Вода, содержащая углеводороды	8,7	8,7
Нефтепродукты, содержащаяся в отходах нефтешлама	57,0	57,0	Обезвоженный остаток	35,1	35,1
Соли, содержащаяся в отходах нефтешлама	1,2	1,2	Потери	1,8	1,8
Итого:	100	100	Итого:	100	100

По результатам расчета можно сказать, что, применяя физико-химический метод обезвреживания отходов нефтешлама предприятие получит от 48 –55% товарной нефти, что позволит получить доход со статьи ранее не числящихся доходов. В связи с этим рассчитаем себестоимость получения товарной нефти из отходов нефтешлама.

На основании расчета материального баланса и применения комбинированного метода удаление углеводородов из отходов нефтешлама данный подход позволит:

- сократить негативное воздействие на окружающую среду за счет кратного уменьшения объема размещенных отходов в открытой среде;
- сократить транспортные затраты;
- исключить дополнительные затраты на покупку дорогостоящих препаратов, которые составляют на сегодняшний день 50% от общей суммы договора;
- сократить время утилизации отходов в 2 раза;
- выделить потенциальный продукт высокой ликвидностью – углеводороды и обезвреженного грунта, стоимость которого за 1 м<sup>3</sup> составляет 19534 руб/м<sup>3</sup>, до 93 000 руб/м<sup>3</sup>, соответственно;
- проводить работы на месте размещения отходов;
- максимально сократить расходы на компоненты ремедиации грунта в 1,5 раза.

Таким образом, удалив из технологического процесса этап замеса, получим возможность сэкономить на отсутствии спецтехники, что позволит сократить затраты до 860000 рублей в год, а доход может составить до 93000 руб/м<sup>3</sup>. В расчетах не учитывается случае поломки техники и простоя процессов биоремедиации.

Составлен и рассчитан биологический этап процесса обезвреживания отхода нефтешламов. В таблице 2 представлена спецификация принятых обозначений и численные значения основных параметров, входящих в математическое описание.

Таблица 2 – Специфика принятых обозначений и численные значения параметров

Символ	Наименование	Размерность	Численное значение
$C_0$	Часть компонентов нефти разлагаемых под действием физико-химических факторов	$\frac{мг}{кг}$	39,89
$C_1$	Часть компонентов нефти, разлагаемые под действием микроорганизмов	$\frac{мг}{кг}$	$C_1 = (1 - \delta) \cdot C_0$
$C_2$	Часть компонентов нефти, поглощаемых сорбентом	$\frac{мг}{кг}$	$C_2 = \delta C_0$
$M$	Концентрация нефтеразлагаемых микроорганизмов	КОЕ	$6,1 \cdot 10^6$
$\mu$	Максимальная скорость роста микроорганизмов при данных условиях	$\frac{мг}{кг}$	0,03
$K$	Константа, численно равная концентрации субстрата, при которой скорость роста культуры равна половине максимальной	у.е.	$4,7 \cdot 10^4$
$\alpha^{-1}$	Коэффициент, показывающий, какая часть поглощенного субстрата идет на приращение биомассы	у.е.	-1
$\lambda$	Скорость отмирания клеток	мес	0,4
$\beta$	Кинетический коэффициент ( $\beta > 0$ )	у.е.	0,28
$\psi$	Коэффициент, характеризующий поглощение свойства сорбента	у.е.	4,51
$\delta$	Коэффициент, зависящий от характера загрязнения и свойств почвы		0,79
$t$	Время	месяц	6

Рассмотрим математическую модель изменение концентрации отходов нефтешламов в почвах с применением биоразлагаемых деструкторов. Так, модель Моно описывает процесс изменения качества субстрата под действием микроорганизмов по формуле 1:



$$\frac{\partial C_0}{\partial t} = \frac{\alpha \mu C_0}{C_0 + R} \cdot M \quad (1)$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} = \frac{\mu C_0}{C_0 + K} \cdot M - \lambda M$$

Примем, что обезвреживаемый нефтешлам будет являться субстратом, а имеющиеся в нем углеводороды будут веществами, которые и будут перерабатывать микроорганизмы. Рассмотрим линейную модель разложения компонентов нефти под действием физико – химическим методом по формуле 2:

$$\frac{\partial C_1}{\partial t} = -\delta C_1 \quad (2)$$

Начальные условия для системы будут иметь вид, выраженный в формуле 3:

$$M = M_0, C = C_0, C_1 = (1 - \delta) \cdot C_0, C_2 = \delta C_0 \quad (3)$$

С учетом действия физико – химических факторов, модель обезвреживание отходов нефтешламов с учетом внесения в субстрат нефтеразлагающих микроорганизмов модель будет составлена по формуле 4, результат показан на рисунке 4:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial C_0}{\partial t} = \frac{\partial C_1}{\partial t} + \frac{\partial C_2}{\partial t} \\ \frac{\partial C_1}{\partial t} = -\delta C_1 \\ \frac{\partial C_2}{\partial t} = \frac{\alpha \mu C_2}{C_2 + R} \cdot M \\ \frac{\partial M}{\partial t} = \frac{\mu C_2}{C_2 + K} \cdot M - \lambda M \end{array} \right. \quad (4)$$

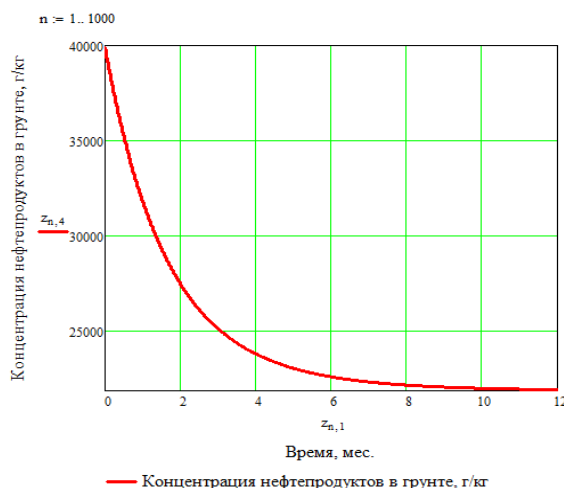


Рисунок 4 – Зависимость концентрации нефтепродуктов в грунте от времени

Составим математическую модель комплексного обезвреживания отходов нефтешламов, в которой будет учитываться внесение в обезвреживание нефтезагрязненного грунта сорбентов (опилок), показанного в формуле 5:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial C_0}{\partial t} = \frac{\partial C_1}{\partial t} + \frac{\partial C_2}{\partial t} - k \cdot \frac{\partial C_3}{\partial t} \\ \frac{\partial C_1}{\partial t} = -\delta C_1 \\ \frac{\partial C_2}{\partial t} = \frac{\alpha \mu C_2}{C_2 + R} \cdot M \\ \frac{\partial C_3}{\partial t} = \beta \left( C_0 - \frac{C_3}{\psi} \right) \cdot M \\ \frac{\partial C_2}{\partial t} = \frac{\alpha \mu C_2}{C_2 + R} \cdot M \end{array} \right. \quad (5)$$

В случае расчета участия в процессе биоремедиации опилок, которые принимаются за сорбент необходимо учитывать их влагоемкость и природу их происхождения, что соответственно снижает количество углеводородов в почве. Для учета данных факторов внесем начальные условия для системы уравнений по формуле 6:

$$M = M_0, C = C_0, C_1 = (1 - \delta) \cdot C_0, C_2 = \delta C_0, C_3 = 0 \quad (6)$$

где, коэффициент  $\delta$  представляет часть нефти, разлагаемой под действием микроорганизмов, занесенные данные отобразились на графике (рисунок 5)

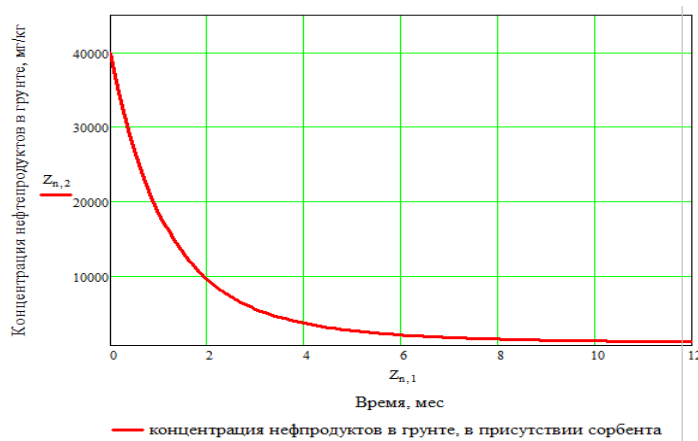
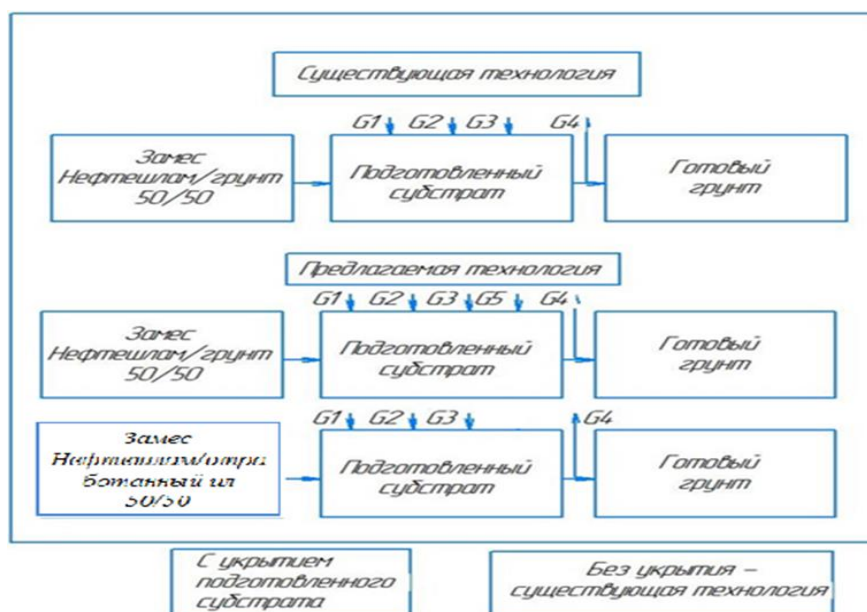


Рисунок 5 – Зависимость концентрации нефтепродуктов в грунте в присутствии сорбента от времени

Количество нефтепродуктов в грунте при одних и тех же численных показателях уменьшается. В первом случае обезвреживание отходов нефтешлама происходит значительно медленнее, в связи с тем, что в процессе участвует минимальное количество факторов. В случае обезвреживания отходов нефтешламов с применением сорбента (опилки), впитывающие в себя часть нефтепродуктов, тем самым ускоряя процесс обезвреживания отходов нефтешлама.

Предложено провести исследования по обезвреживанию отходов нефтешлама на основе применяющейся технологии препарата «Гумиком» представленного на рисунке 6:



G<sub>1</sub>–известь, G<sub>2</sub>–препарат «Гумиком», G<sub>3</sub>– минеральные удобрения, С<sub>4</sub>– масса растений, образующаяся в период медиации, G<sub>5</sub>– пивной жмых

Рисунок 6 – Предлагаемая технология процесса биоремедиация нефтешлама

### Результаты исследования:

Проанализирован жизненный цикл отходов нефтешламов, показавший, что биологическое обезвреживание в геобуртах является более экологически безопасным способом обезвреживания в сравнении с компостированием.

Применяемый на технологической площадке метод обезвреживания отходов нефтешлама с использованием препарата «Гумиком» позволяет обезвредить донные иловые отложения нефтешламовых амбаров за период в три сезона (года). Данный способ утилизации отходов нефтяной промышленности весьма зависит от погодных условий, занимает значительные территории полигона, а также наносит значительный урон окружающей среде.

В работе рассмотрены методы, позволяющие снизить вязкость отходов нефтешлама, что позволит осуществлять более качественный замес обезвреживания, рассмотрены варианты замены используемого сейчас плодородного грунта, а также возможность привлечения дополнительных микроорганизмов.

Проведен расчет применяемой на полигоне существующей технологии по обезвреживанию отходов нефтешлама, а также была предложена технология эффективного обезвреживания отходов нефтешлама.

В работе исследуются отходы нефтешлама, собранные на месте добычи нефти в амбарах открытого типа – природные отстойники. Затем, согласно технологии обезвреживания отходов нефтешлама препаратом «Гумиком» из амбара удаляются легкие фракции углеводородов, удаляется вода, содержащая углеводороды, и проводят замес нижних донных иловых отложений отходов нефтешлама с плодородным грунтом, добавляют гуминосодержащий препарат и размещают получившуюся смесь на технологической площадке в виде буртов. Однако, в связи с высокой вязкостью донных иловых масс, содержащих нефтепродукты осуществить качественный замес весьма сложно. В связи с этим, был предложена оптимизация процесса обезвреживания, а именно применить комбинированный метод, что позволит получить ценные углеводородные фракции, которые возможно применить в процессе получения нефтехимической продукции, а также воду, содержащую углеводороды.

Составлен материальный баланс по технологическому процессу обезвреживания отходов нефтешлама из расчета на 1 тонну донных иловых отложений и сделаны выводы, что, применяя физико – химический метод обезвреживания отходов нефтешлама, предприятие получит от 48 –55% товарной нефти, что позволит получить доход со статьи ранее не числящихся доходов. Удалив из технологического процесса этап замеса, получим возможность сэкономить на отсутствии спецтехники, что позволит сократить затраты до 860000 рублей в год, а доход от выделенных углеводородных фракций, может составить до 93000 руб/м<sup>3</sup>. В расчетах не учитывается случае поломки техники и простоя процессов биоремедиации.

Предложена оптимизация биологического этапа процесса обезвреживания отходов нефтешламов на основе результатов лабораторных испытаний и математической модели, которые подтвердили ускорение процесса обезвреживания, а именно сокращение процесса обезвреживания на один сезон (год), с трех до двух лет. Отработанный пивной жмых, являясь источником дополнительных микроорганизмов, способных синтезировать нефтепродукты в более простые вещества, а также питательной средой увеличивают скорость разложения углеводородных соединений, гуминовые кислоты и питательные вещества, входящих в состав сушла, являются питательными для аборигенной почвенной биоты. Замена в рецептуре плодородного грунта на отработанный ил с очистных сооружений, а также применение геотуб увеличивает эффективность метода и сокращает количество выбросов в атмосферу, что положительно влияет на качество окружающей среды и сокращает экономические потери.

**Основные результаты исследования представлены в следующих публикациях:**

– Бариева С.И. Разработка эффективного способа обезвреживания нефтешлама // Сборник «Дни науки ТГУ» 2022 г.;

– Бариева С.И. Разработка эффективного способа обезвреживания отходов нефтешлама // Сборник «XI Межвузовская конференция научных работ студентов имени чл.-корр. АН СССР Александра Александровича Яковкина «ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ – ОСНОВА НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕРИАЛОВ»», Санкт-Петербург, 2022. С. 3-6.