

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Институт физики высоких технологий
Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология
Кафедра биотехнологии и органической химии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Деградация полициклических ароматических углеводов в городских почвах с участием композитного биосорбента
УДК 661.715.6.021.2.081.3:504.5

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Д21	Гудовщикова Надежда Игоревна		07.06.2016г.

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент каф. БИОХ	Чубик М.В.	к.м.н., доцент		07.06.16г.

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Верховская М.В.	к.э.н., доцент		16.05.2016г.

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Немцова О.А.			21.04.2016

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. каф. БИОХ	Краснокутская Е.А.	д.х.н., профессор		04.06.16г.

Томск – 2016 г.

*Планируемые результаты обучения
по ООП 19.03.01 «Биотехнология» (бакалавр)
профиль «Биотехнология»*

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Общекультурные компетенции	
P1	Способность самостоятельно совершенствовать и развивать свой интеллектуальный, общекультурный и профессиональный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности
P2	Готовность к кооперации с коллегами для выполнения научно-исследовательских и научно-производственных работ, в том числе интернациональных; способность проявлять инициативу, личную ответственность; быть коммуникабельным.
P3	Демонстрировать понимание вопросов устойчивого развития современной цивилизации, безопасности и здравоохранения, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияние инженерных решений на социальный контекст и социальную среду
Профессиональные компетенции	
P4	Способность к овладению базовыми знаниями в области базовых естественных и технических наук, применение их в различных видах профессиональной деятельности
P5	Понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, быть готовым к использованию в профессиональной деятельности информационных и коммуникативных технологий
P6	Быть способным к планированию, проведению теоретических и экспериментальных исследований, обработке полученных результатов и представлению их в форме, адекватной задаче
P7	Быть способным к организационно-управленческой и инновационной деятельности в биофармацевтической области, демонстрировать знания для решения проблем устойчивого развития

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт физики высоких технологий
Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология
Кафедра биотехнологии и органической химии

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой БИОХ

 Краснокутская Е.А.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы	
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)	

Студенту:

Группа	ФИО
4Д21	Гудовщиковой Надежде Игоревне

Тема работы:

Деградация полициклических ароматических углеводов в городских почвах с участием композитного биосорбента	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 3084/с от 21.04.2016

Срок сдачи студентом выполненной работы:

07.06.2016

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).	Объектом исследования является композитный биосорбентом на основе плесневых грибов <i>A.niger</i> и наноматериала (наночастиц оксида меди) способный дегradировать полициклические ароматические углеводороды из почв. Затраты на производство композитного биосорбента минимальны, что является экономически выгодным.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	Перечень разделов, разработанных в данной работе: 1. Литературный обзор 2. Экспериментальная часть 3. Результаты и обсуждение 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 5. Социальная ответственность 6. Заключение
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел «Финансовый менеджмент,	Консультант Верховская Марина Витальевна, доцент кафедры МЕН, к.э.н.

«Социальная ответственность»	Немцова Ольга Александровна, ассистент кафедры ЭБЖ
---------------------------------	--

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Чубик М.В.	к.м.н., доцент	<i>Чубик</i>	10.02.16г

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Д21	Гудовщикова Н.И.	<i>Гудов</i>	10.02.16г

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
4Д21	Гудовщиковой Надежде Игоревне

Институт	ИФВТ	Кафедра	БИОХ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Биотехнология

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Оценка коммерческого потенциала перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной экономической эффективности исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. График проведения и бюджет НИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Верховская Марина Витальевна	к.э.н		04.02.20

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Д21	Гудовщикова Надежда Игоревна		04.02.20

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4Д21	Гудовщиковой Надежде Игоревне

Институт	ИФВТ	Кафедра	БИОХ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Биотехнология

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Исследование включает в себя работу плесневыми грибами <i>A. niger</i> наночастицами оксидов меди и железа.
--	---

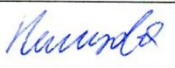
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды 1.2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды	К вредным проявлениям факторов производственной среды относятся: - вредные вещества: нанопорошки оксидов железа и меди (ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ); - условно-патогенные микроорганизмы плесневые грибы <i>A.niger</i> , (ПДК согласно ГН 2.2.6.709-98); - недостаток естественного освещения, К опасным проявлениям факторов производственной среды относятся: - оборудование, работающее под давлением; - электроприборы. При выполнении работ с оборудованием возможно короткое замыкание электропроводок. В связи с этим вся электрическая цепь оснащена заземлительным контуром.
2. Экологическая безопасность	Возможны следующие воздействия на окружающую природную среду в процессе выполнения работы: - контаминация воздуха и водосточков спорами микроорганизмов. Для обезвреживания спор используется ламинарный шкаф и автоклавирование отходов. Твердые обезвреженные остатки микроорганизмов утилизируются как бытовые отходы.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	К чрезвычайным ситуациям в лаборатории

	относится возникновение пожара рабочем месте. В случае возникновения предусмотрены первичные средств пожаротушения: огнетушители ОХП-10 ОУ-5 для тушения электрооборудования.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Немцова Ольга Александровна			21.04.16

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Д21	Гудовщикова Надежда Игоревна		21.04.16

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 76 с., 16 рис., 15 табл., 43 источников, 3 прил.

Ключевые слова: полициклические ароматические углеводороды, наночастицы, плесневые грибы, биосорбент, почва.

Объектом исследования является композитный биосорбент на основе плесневых грибов *A.niger* и наноматериала (наночастиц оксида меди) способный деградировать полициклические ароматические углеводороды из почв.

Цель работы – изучить процесс деградации полициклических ароматических углеводородов в почвах с использованием композитного биосорбента.

В процессе исследования проводились получение композитного биосорбента, накопление чистых культур микроорганизмов.

В результате исследования показано, что внесенный в почву композитный биосорбент приводит к уменьшению концентрации полициклических ароматических углеводородов.

Область применения: биотехнология, экология и охрана окружающей среды.

В будущем планируется разработка технологий для ремедиации почв на основе композитного биосорбента. Нами ведется разработка способов регенерации, безопасного применения и утилизации отработанного композитного сорбента.

Оглавление

Список сокращений.....	11
ВВЕДЕНИЕ.....	12
1. Обзор литературы.....	15
1.1. Структура и физико-химические свойства полициклических ароматических углеводородов.....	15
1.2. Механизмы образования полициклических ароматических углеводородов в почвах.....	17
1.3. Определение полициклических ароматических углеводородов в почвах с использованием газовой хроматографии – масс-спектрометрии.....	18
2. Экспериментальная часть.....	20
2.1 Объект и методы исследования.....	20
2.1.1 Образцы почв.....	20
2.1.2 Коммерческие нанопорошки оксидов металлов.....	20
2.1.3 Плесневые грибы <i>Aspergillus niger</i>	21
2.1.4 Среды.....	22
2.2 Получение композитных биосорбентов на основе плесневых грибов <i>A.niger</i>	22
2.3 Проведение деградации полициклических ароматических углеводородов композитным биосорбентом.....	24
2.4 Определение полициклических ароматических углеводородов в почвах с использованием газовой хроматографии – масс-спектрометр.....	24
3. Результаты и обсуждение.....	28
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	31
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	31
4.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	39

5. Социальная ответственность.....	51
5.1 Производственная безопасность.....	51
5.2 Экологическая безопасность. Охрана окружающей среды.....	60
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	61
5.4 Правовое обеспечение.....	63
Заключение.....	64
Список публикаций.....	67
Список использованных источников.....	68
Приложение А. Сертификат на нанопорошок предприятия ООО "Передовые порошковые технологии". Нанопорошок оксида меди CuO-Cu ₂ O.....	73
Приложение Б. Паспорт на плесневые грибы A.niger штамма F-894.....	75
Приложение В. Заключение о качестве препарата. Питательный бульон для культивирования микроорганизмов сухой (ГМР-бульон).....	76

Список сокращений

ПАУ – полициклические ароматические углеводороды

ПДК – предельно допустимая концентрация

A. niger – *Aspergillus niger*

ГХ-МС – газовая хроматография с масс-спектрометрическим детектированием

ООО – общество с ограниченной ответственностью

ОКР – опытно – конструкторская работа

НИР – научно – исследовательская работа

НТИ – научно – техническое исследование

СанПин – санитарные правила и нормы

ГОСТ – государственный стандарт

ФЗ – федеральный закон

ЛВЖ – легко – воспламеняющиеся жидкости

ЧС – чрезвычайная ситуация

ВВЕДЕНИЕ

Проблема сохранения здоровья человека в эпоху научно-технического прогресса становится все более актуальной в связи с ухудшающимся качеством окружающей среды. Большую роль в загрязнении атмосферы играют выхлопные газы автомобилей, которые поступают в приземный слой воздуха и тем самым представляют большую опасность для здоровья населения. Масса выбросов от автотранспорта составила 120,37 тыс. т в год в г. Томск, что составляет 29,3 % от валового выброса по Томской области [1].

В настоящее время для очистки и восстановления территорий с техногенным загрязнением начинают широко использоваться методы биоремедиации и фиторемедиации, основанные на применении нового поколения биопрепаратов-деструкторов органических токсикантов и растений-ремедиантов, способных к гипераккумуляции ионов металлов и радионуклидов [2].

Исследование почв городов характеризуется усилением интереса к установлению органических веществ, входящих в их состав. В числе наиболее важных и мало изученных составляющих веществ в почве считают низкомолекулярные полициклические ароматические углеводороды (ПАУ).

На настоящий момент разработано немало различных методик по определению в почвах ПАУ, хотя в России нормативно установлено ПДК только для бенз(а)пирена, которая составляет 20 мкг/кг почвы с учётом фона [3].

ПАУ оказывают существенное негативное влияние на биологические свойства почвы и условия обитания живых микроорганизмов. Также часть углеводородов обладает мутагенным и канцерогенным эффектом. Характерной особенностью ароматических соединений является способность накапливаться и увеличивать концентрацию в организме животных при продвижении по экологическим пищевым цепям. Такие соединения, накапливаясь в органах и тканях животных и человека, приводят к развитию онкологических и других

заболеваний. Как следствие, остро встает вопрос о необходимости проведения максимально эффективной очистки загрязненных территорий.

Решение этой проблемы заключается в разработке технологий для ремедиации почв на основе композитного биосорбента.

Для работы были использованы плесневые грибы *Aspergillus niger*, так как они показали наилучшие результаты сорбции ПАУ, среди разных микроорганизмов (актиномицетов, водорослей, плесневых грибов, бактерий) [4].

В качестве нанокompонента в состав композитного биосорбента был выбран нанопорошок оксида меди. Наночастицы получены методом электрического взрыва медного проводника в атмосфере воздуха. Описание порошка оксида меди: отдельные частицы порошка образуют микроагломераты. Насыпная плотность около $2,2 \text{ г/см}^3$, средний размер частиц 45 нм. Микроагломераты разбиваются ультразвуковой лабораторной установкой на отдельные частицы, что увеличивает их удельную поверхность, и как следствие их степень сорбции [5].

Композитный биосорбент благодаря своей большой удельной поверхности способен сорбировать вредные вещества, входящие в состав выхлопных газов от автотранспорта.

Для определения полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в почве широко распространён метод ГХ-МС.

Цель работы: изучить процесс деградации ПАУ из почвы с использованием композитного биосорбента.

В соответствии с поставленной целью в работе решались следующие взаимозависимые **задачи:**

1. Получить биосорбент на основе наноматериалов и плесневых грибов, использовать его для возможной деградации ПАУ в городских почвах;
2. Определить концентрацию полициклических ароматических углеводородов в почвах до и после сорбции методом газовой хроматографии – масс-спектрометрии.

3. Оценить финансовую эффективность проекта, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;

4. Оценить производственную и экологическую безопасность проекта.

Объектом исследования является композитный биосорбент на основе мицелия плесневых грибов *A.niger* и наночастиц *CuO*.

В результате исследовательской работы также определена перспективность научно-исследовательского проекта, определен его коммерческий и инновационный потенциал, проведен предпроектный анализ и планирование проекта, а также рассчитана себестоимость реализации данной научно-исследовательской работы.

1. Обзор литературы

1.1. Структура и физико-химические свойства полициклических ароматических углеводородов

ПАУ представляют собой высокомолекулярные органические соединения, содержащие в своем составе несколько бензольных колец, соединенных вместе или разделенных парой соседних атомов углерода между примыкающими кольцами [6].

В зависимости от относительного расположения бензольных колец ПАУ можно разделить на две группы: ката- и пери- конденсированные углеводороды. Ката-конденсированные углеводороды бывают с линейным расположением бензольных колец - «ацены» (нафталин, антрацен, тетрацен); и угловым (ангулярным) - «фены» (фенантрен, тетрафен, пентафен, хризен, пирен, трифенилен). Пери-конденсированные ПАУ состоят из 5-ти и 6-ти членных колец (дифенил, перилен, 1,12-бензпирен, коронен, пирен, бенз- и дибензпирены, антантрен; флуорантен, его бензологи, 2,3-ортофениленпирен)[7].

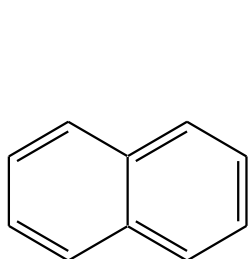


Рисунок 1.1

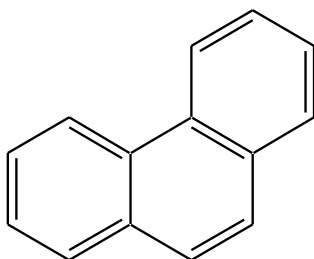


Рисунок 1.2

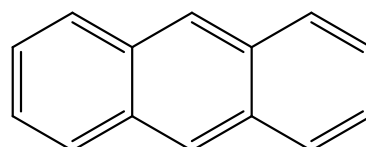


Рисунок 1.3

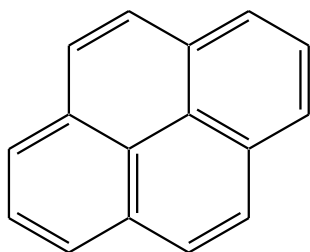


Рисунок 1.4

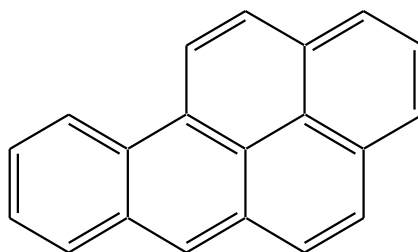


Рисунок 1.5

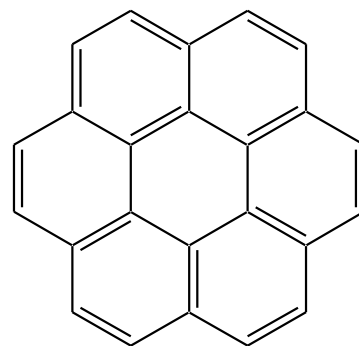


Рисунок 1.6

Рисунок 1 – Химическая структура некоторых ПАУ: 1.нафталин, 2.фенантрен, 3. антрацен, 4.пирен, 5.бензпирен, 6.коронен

Полициклические ароматические углеводороды - молекулярные соединения, представляющие собой при комнатной температуре кристаллы (за исключением ряда производных нафталина). Температура их плавления и кипения растет с увеличением числа бензольных колец, достигая соответственно у нафталина 80 и 218°C, у 3,4-бензпирена 177 и 456°C, у 1,12-бензперилена 273 и 511°C, у коронена - 438 и 525°C, при которой они сублимируются [7].

Растворимость ПАУ в воде невелика и значительно варьирует для разных углеводородов ($0,1—1,0 \times 10^4$ мкг/л); растворимость в органических растворителях уменьшается с увеличением молекулярного веса соединения в зависимости от взаимного расположения конденсированных бензольных колец в молекуле. Растворимость пирена в воде составляет 0,11 мкг/л, что примерно в тысячу раз выше, чем растворимость 3,4-бензпирена [8].

Важнейшим химическим свойством ПАУ является их готовность к реакциям замещения. Они сравнительно легко замещают атомы водорода, соединенные с ароматическими кольцами, на другие атомы или группы. В результате таких реакций образуются алкилзамещенные ПАУ, а также галоген-, нитро-, amino-, сульфопроизводные, фенолы и ароматические спирты, хиноны, ароматические альдегиды и ароматические кислоты.

В достаточно «жестких» условиях ПАУ могут вступать в реакции присоединения. Например, присоединение к ароматическому кольцу галогена может происходить под действием ультрафиолетового облучения, а гидрирование возможно при высоких температурах в присутствии катализаторов. ПАУ могут окисляться с образованием хинонов и карбоновых кислот. «Аценовые» структуры или их содержащие углеводороды более реакционноспособны, чем «фены» с тем же количеством колец или их содержащие углеводороды [9].

Выделяют четыре группы факторов, способствующих образованию углеводородов: космические, эндогенные геологические, биогеохимические и

техногенные. В земной коре происходят геохимические процессы, приводящие к образованию ПАУ в виде смоло-, битумообразных и углистых веществ [10].

К природным факторам образования ПАУ в осадочных наносах и почвах можно отнести и лесные пожары как современные, так и в прошлые геологические эпохи. Кроме того, образование ПАУ возможно в результате биогеохимической трансформации замещенных и незамещенных углеводородов, пептидов, липидов, углеводов [11].

1.2. Механизмы образования полициклических ароматических углеводородов в почвах

Исследование почв городов характеризуется усилением интереса к установлению органических веществ, входящих в их состав. В числе наиболее важных и мало изученных составляющих веществ в почве считают низкомолекулярные ПАУ.

ПАУ представляют собой высокомолекулярные органические соединения, содержащие несколько бензольных колец, соединенных вместе или разделенных парой соседних атомов углерода между примыкающими кольцами

Негативное воздействие ПАУ на окружающую среду и здоровье населения входит в число наиболее острых экологических и социальных проблем города.

Откуда же появляются ПАУ в природе? Обуславливается большим разнообразием механизмов образования ПАУ в экосистемах. Выделяют четыре группы факторов, способствующих к их образованию: космические, эндогенные геологические, биогеохимические и техногенные.

Оценка значения космических факторов остается пока гипотетической, хотя многие исследования показали возможность образования ПАУ в космическом пространстве.

Эндогенные факторы (связаны с энергией глубинных недр земли) играют заметную роль в образовании полиароматических углеводородов. В осадочных породах содержание природных ПАУ достигает даже единиц процентов.

Поступление туда ПАУ может быть обусловлено рассеянием углеводородов от нефтяных и газовых залежей.

Наиболее общим механизмом возникновения ПАУ можно считать термическое воздействие на органическое вещество. Образование ПАУ возможно в результате биогеохимической трансформации исходного биогенного материала или в процессе синтеза в организмах. В настоящее время установлено, что ПАУ входят в состав почвенных липидов [12].

Биологическая деструкция – один из возможных путей избавления от органических загрязнителей. Биоремедиация – это трансформация вредных органических веществ в безопасные соединения, или разложение их до воды и углекислого газа. Технология деструкции предполагает способность микроорганизмов к быстрой адаптации к неблагоприятным условиям и включению этих веществ в свой жизненный цикл [13].

1.3. Определение полициклических ароматических углеводородов в почвах с использованием газовой хроматографии – масс-спектрометрии

ПАУ образуются при неполном сгорании большинства видов топлива, преимущественно в температурном диапазоне 300-500 °С [14]. Бенз(а)пирен, один из сильнейших канцерогенов данного класса веществ, вместе с другими ПАУ оседает в частицах сажи и смолы на поверхности почвы [15].

Таким образом, очевиден большой вклад антропогенного фактора в проблему загрязнения окружающей среды ПАУ [16]. Благодаря повсеместному распространению процессов горения в современном мире, а также периодически происходящим разливам нефтепродуктов существует опасность накопления ПАУ в объектах окружающей среды, поскольку они являются очень устойчивыми соединениями. При этом большинство из них обладают канцерогенным, мутагенным, тератогенным и биостимуляторным воздействием на организм [17].

Следовательно, наблюдение ПАУ в объектах окружающей среды является актуальной задачей, нуждающейся в результативной и в то же время понятной методики количественной и качественной оценок этих

высокотоксичных загрязнителей. Нынешнее состояние аналитического контроля, какого-либо объекта, в особенности экологического, выражает следующий список требований к применяемым методам контроля: экспрессность, простота в исполнении, автоматизация процесса, универсальность, низкая стоимость анализа, обеспечение методик количественного химического анализа улучшенными метрологическими характеристиками (расширенный диапазон определяемых компонентов, низкая погрешность измерений, воспроизводимость результатов и другие) [15].

Даже учитывая то, что различные авторы продолжают предлагать методики, основанные на применении различных аналитических методов (высокоэффективная жидкостная хроматография, вольтамперометрические методы). Самыми подходящими методами анализа ПАУ остаются газохроматографические методы анализа с разными вариантами детектирования. Газовая хроматография впервые была применена для определения ПАУ в начале 60-х годов 20 века. Наиболее перспективным представляется метод газовой хроматографии с масс-спектрометрией [18, 19]. Высокая чувствительность и селективность ГХ/МС позволяет определять вещества, находящиеся в следовых количествах на фоне сотен других, концентрации которых могут быть в десятки и сотни тысяч раз выше [20, 21, 22].

2. Экспериментальная часть

2.1 Объект и методы исследования

2.1.1 Образцы почв

Для проведения работы были предоставлены 6 образцов почвы, взятых на территории г. Томска (верхний слой, толщиной до 5 см) представленные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Образцы почв

Порядковый номер	Место отбора
1	Гараж автобазы связи
2	Московский тракт 46
3	Железнодорожная площадка, ул. 5 Армии
4	Вокзал Томск-2
5	Телецентр, ул. Партизанская 9
6	Академгородок, лесопарк за поликлиникой

2.1.2 Коммерческие нанопорошки оксидов металлов

Нанопорошок CuO. В работе были использованы готовые нанопорошки оксида меди, полученные ООО «Передовые порошковые технологии». Внешний вид используемого сорбента представлен на рис.2.

Отдельные частицы порошка образуют микроагломераты. Насыпная плотность около 2,2 г/см³. Средний размер частиц 45 нм. Порошок оксида меди находит применение в материаловедении. Для увеличения удельной поверхности микроагломераты разбиваются ультразвуковой лабораторной установкой на отдельные частицы, и тем самым увеличивается их степень сорбции. Характеристики данного наноматериала приведены в таблице 2.2. Сертификат на нанопорошок оксида меди CuO-Cu₂O представлен в приложении А.



Рисунок 2 – Нанопорошок оксида меди

Таблица 2.2 – Характеристики исходных веществ [23]

Наименование нанопорошка	Химическая формула	Внешний вид	Химический состав, % масс.	Среднеарифметический размер частиц, нм	Удельная поверхность, м ² /г
Нанопорошок оксида меди	<i>CuO</i>	черного цвета, частицы сферические, без запаха	оксидных фаз <i>CuO</i> не менее 98, других элементов - не более 0,05	50-80	15-20

2.1.3 Плесневые грибы *Aspergillus niger*

Мицелий грибов *Aspergillus niger*. В качестве носителей наночастиц использовались плесневые грибы из рода *Aspergillus*, так как они являются одними из наиболее широко распространенных в природе и обладают устойчивостью к воздействию факторов внешней среды.

Aspergillus niger – низшие грибы рода *Aspergillus* царства Грибов (Fungi), отдела Ascomycota. Это широко распространенный сапрофит. Вегетативное тело данных грибов - очень ветвистый мицелий, пронизывающий субстрат. Иногда развивается и обильный воздушный мицелий. У большинства аспергиллов плесневый налет состоит из конидиеносцев с конидиями. С помощью конидий осуществляется бесполое размножение. Конидии представляют собой споры, которые образуются на конце особых гиф,

называемых конидиеносцами. Конидиеносцы отходят вверх от особых клеток мицелия — опорных клеток [24].

Aspergillus niger так называемая чёрная «плесень», встречающаяся на стенах в сырых помещениях в основном в фазе плодоношения.

Аспергиллы - аэробные микроорганизмы, хорошо растут на различных субстратах. Образуют плоские, пушистые, первоначально белого цвета колонии, после чего принимают черную окраску, связанную с метаболитами гриба и спороношением. [25].

2.1.4 Среды

Для культивирования плесневых грибов был выбрана питательная среда (ГРМ-9 САБУРО сухой).

Заключение о качестве препарата, питательный бульон для культивирования микроорганизмов сухой (ГРМ-бульон) находится в приложении В.

САБУРО бульон сухой, состав, г/л:

Пептон ферментативный.....10,0

Глюкоза.....40,0

Штамм плесневых грибов *A. niger* был получен от Всероссийской Коллекции Промышленных Микроорганизмов ФГУП ГосНИИ Генетика.

2.2 Получение композитных биосорбентов на основе плесневых грибов *A.niger*

Для проведения работ в биотехнологической лаборатории требуется специальное оборудование, обеспечивающее определенный уровень стерильности. Для предотвращения попадания посторонних микроорганизмов в питательную среду все работы проводились в ламинарном шкафу с вертикальным потоком воздуха (1 класс биологической безопасности) серии «Клиника – 573».

Для приготовления питательной среды была взята навеска порошка сухого бульона (ГРМ-9) 20 г, которую размешивали в 1 л дистиллированной

воды, кипятили в течение 3 мин, после чего стерилизовали автоклавированием при температуре 121 °С в течение 15 минут.

В колбы с ГРМ-бульоном (pH 7,2) объемом 250 мл были помещены споры грибов *A. niger* при помощи петли Пастера, при включенном ультрафиолетовом излучении. Петля Пастера предварительно была прокалена докрасна во избежание попадания чужеродных микроорганизмов. Культивирование проводилось в термостате суховоздушный ТС-1/20 СПУ при температуре 37 °С в течение 24 часов.

После 24 часов культивирования в термостате наблюдалось образование белой пленки на поверхности питательной среды. Затем помещенные на шейкер колбы инкубировали при постоянном перемешивании (350 об/мин) в течение 6 дней. Полученный мицелий плесневых грибов очищали от пленки, содержащей черные споры, а затем промывали дистиллированной водой (Рис. 3).

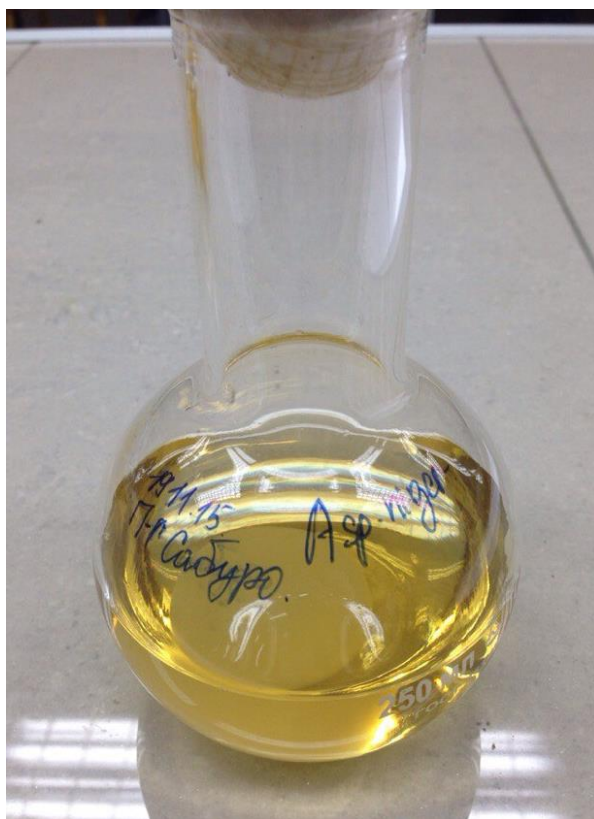


Рисунок 3 - Выделенный мицелий плесневых грибов *A. niger*.

В пластиковые стаканчики вместимостью 100 мл добавили по 100 мл

дистиллированной воды и 0,01 г диспергированного нанопорошка CuO. После чего полученную смесь выдерживали в ультразвуковой ванне (180 Вт, температура 25 °C) 10 минут. Затем в колбы вместимостью 250 мл помещали по 1 г мицелия двухсуточной культуры гриба *A. niger* (влажного веса) и воду с нанопорошком CuO. В завершении закрывали колбы ватно-марлевыми пробками и помещали на шейкер, при 350 об/мин в течение 24 часов.

Перед работой проводилась стерилизация посуды (колб, скальпелей, щипцов), для этого посуду заворачивали в бумагу и помещали в автоклав «Tuttnauer», модель 2340МК. Главное предназначение автоклава это стерилизация инструментов, материалов и жидкостей, питательных сред, медицинских отходов в лабораториях. Принцип работы автоклава основан на способности насыщенного пара быстро и глубоко проникать в стерилизуемые предметы, способствуя равномерному их прогреву.

По завершении всех работ, отходы питательной среды были утилизированы, посуда проавтоклавированна. Место работы обработано изопропиловым спиртом.

2.3 Проведение деградации полициклических ароматических углеводов композитным биосорбентом

В лабораторных условиях на чашку Петри помещали 5 г почвы (образцы 1-6 согласно табл.2.1), равномерно распределив по всей поверхности. Затем, смочив предварительно почву небольшим количеством воды, положили 2 г биосорбента *A. niger* и нанопорошок CuO. Выдержка составила 3-5 дня при комнатной температуре. По истечению скоро выдержки удалили сорбент с образцов почв. Далее проводим экстракцию с целью проэкстрагировать ПАУ из почвы.

2.4 Определение полициклических ароматических углеводов в почвах с использованием газовой хроматографии – масс-спектрометр

Рабочее время экстракции составляет 1 час при температуре 68°C (температура кипения гексана) Степень извлечения – 97% (отбор проб производился каждые 10 минут). В качестве экстрагента использовать гексан.

Вносили навеску фенантрена 1 г/л в образцы почв (образцы 1-6 согласно табл.2.1). Объем экстрагента (гексан) – 20 мл на 1г сухого образца. Осуществляли перемешивание. Проводили экстракцию в ультразвуковой ванне в течение 1ч при температуре 68 °С (температура кипения гексана)



Рисунок 4 – Схема метода определения полициклических ароматических углеводородов в почвах.

Осуществляли фильтрацию на фильтре PhenexNY с размером частиц 0.45 мкм. Очищали на хроматографической колонке с силикагелем MN Kieselgel 60 с диаметром частиц 0.015 – 0.04 мм. Промывали 30 мл гексана. Упаривали экстрагент до полного удаления растворителя. Разбавляли сухой остаток в 1мл гексана.

После упаривания экстрагента и разбавления сухого остатка в 1 мл гексана образцы были проанализированы на газовом хроматографе с колонкой HP-5MS (длина 30 м, диаметр 0.25 мм, толщина нанесённой фазы 0.25 мкм) с масс-спектрометрическим детектором при следующих условиях. (Табл. 2.4.1) Температурная программа: изотерма при 70 °С в течение 5 минут, затем нагрев

до 250 °С со скоростью 10 °С/мин; изотерма при 250 °С в течение 15 минут. Объем ввода образца – 1 мкл, без деления потока. Сканирование проводилось по ионам с массами, соответствующим массам молекулярных ионов нафталина ($m/z = 128$), фенантрена и антрацена ($m/z = 178$) и пирена ($m/z = 202$). В этом режиме увеличивается время сканирования заданного иона и за счёт более высокой частоты сканирования точнее измеряется площадь сигнала, а также увеличивается соотношение сигнал/шум, что позволяет повысить воспроизводимость и точность получаемых результатов. Времена удерживания: нафталин – 10.70 мин; фенантрен – 17.79 мин; антрацен – 17.95 мин; пирен – 22.09 мин.

Таблица 2.4.1 – Исходная концентрация ПАУ в пробах почв.

Вещество	Исходная концентрация, мкг/кг					
	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Проба 4	Проба 5	Проба 6
нафталин	15,51± 0.2	52,71± 0.2	69,11± 0.2	20,85± 0.2	16,63± 0.2	12,10± 0.2
антрацен	555,04± 0.3	442,10± 0.3	334,25± 0.3	366,20± 0.3	-	236,71± 0.3
фенантрен	88,84± 0.2	79,94± 0.2	493,94± 0.2	157,75± 0.2	30,05± 0.2	35,67± 0.2

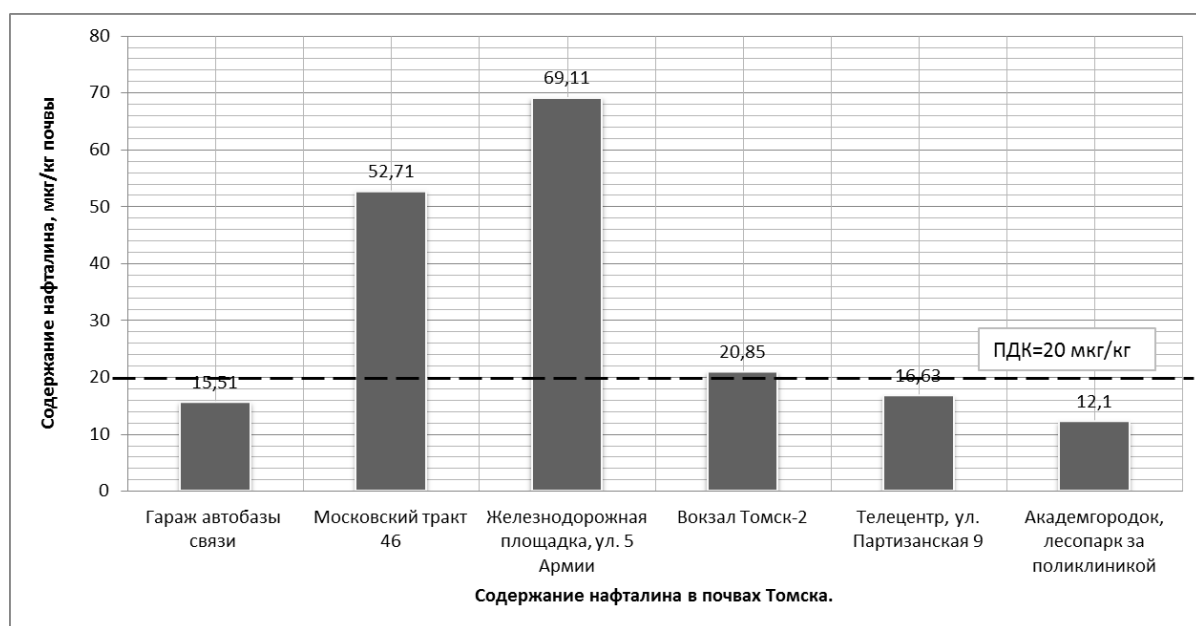


Рисунок 5 – Содержание нафталина в почвах Томска.

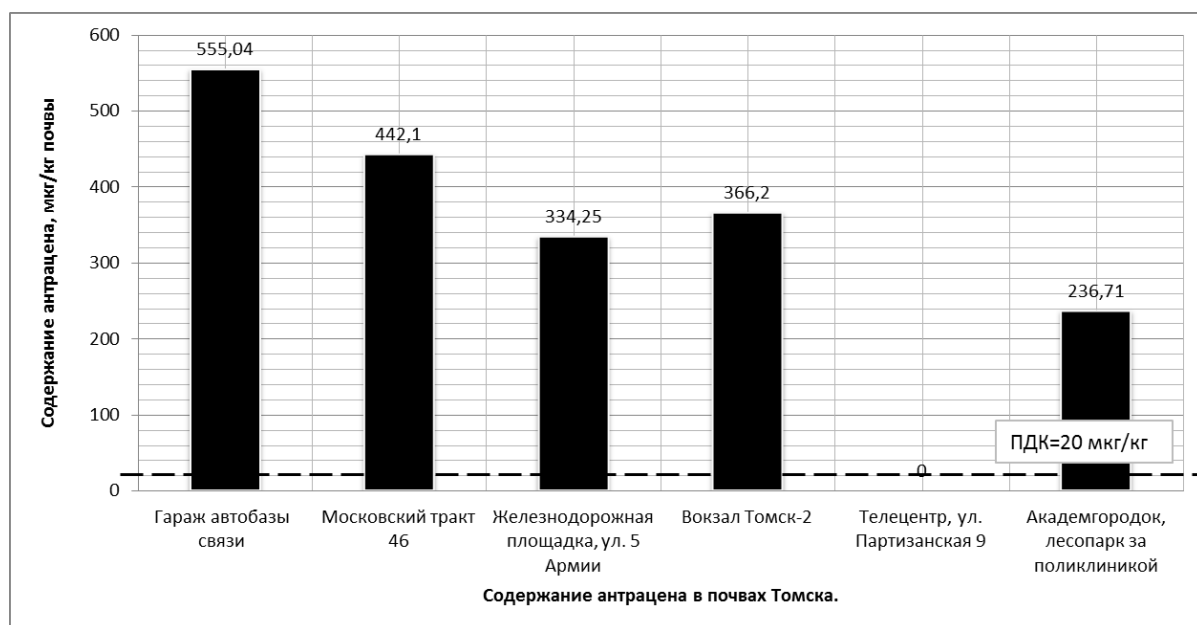


Рисунок 6 – Содержание антрацена в почвах Томска.

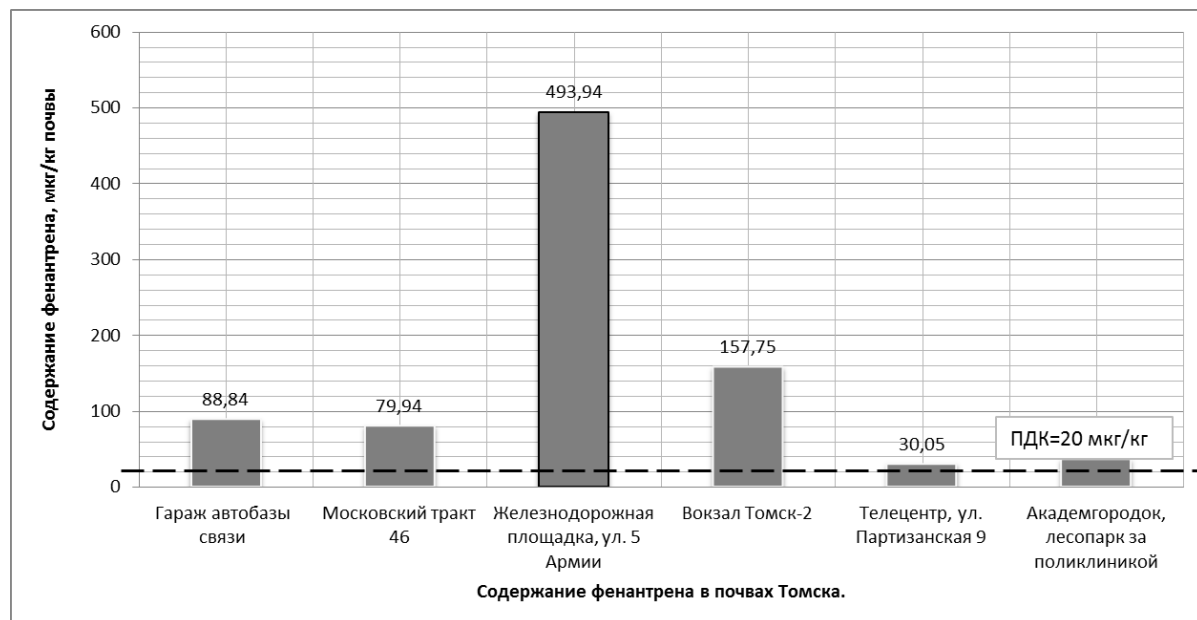


Рисунок 7 – Содержание фенантрена в почвах Томска.

При анализе почв Томска, установлено, что практически все исследуемые образцы почв очень сильно загрязнены ПАУ, превышение ПДК в них значительно (рис. 5-7). Загрязнения почв вдоль автодорог обусловлено интенсивным движением транспорта и большим количеством выбросов выхлопных газов, содержащих ПАУ, как продукты неполного сгорания бензина.

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Проблема сохранения здоровья человека в эпоху научно-технического прогресса становится все более актуальной в связи с ухудшающимся качеством окружающей среды. Большую роль в загрязнении атмосферы играют выхлопные газы автомобилей, которые поступают в приземный слой воздуха и тем самым представляют большую опасность для здоровья населения. Нами была предпринята попытка разработать технологии на основе композитного биосорбента с целью их последующего применения для ремедиации почв.

Композитный биосорбент может служить материалом при создании препаратов для ремедиации почв. Для анализа потребителей был рассмотрен целевой рынок производителей препаратов для ремедиации почв и проведено его сегментирование. Сегментирование рынка потребителей данной работы проведено на основе двух факторов: областей применения разработки и назначение препарата. Фирма А использует композитный биосорбент, а фирма В использует иные способы ремедиации почв.

		Применение ремедиантов											
		Обезвреживание нефтесодержащих отходов				Рекультивации полигонов ТБО				Обезвреживание химических отходов			
Промышленность	Химическая												
	Энергетическая												
	Нефтяная												
	Нефтепере- рабатывающая												
		Фирма А				Фирма В							

Рисунок 8 - Карта сегментирования рынка по применению ремедиантов.

Так как, разработанный нами композитный биосорбент предназначен для деградации ПАУ из почв, то основными его потребителями являются предприятия, работающих в химической, энергетической, нефтяной, нефтеперерабатывающей отраслях. Их деятельность приводит к выбросу больших количеств вредных отходов. Эти отрасли и составляют основные сегменты рынка.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Для нашей разработки необходимо выявить и проанализировать сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

Основными нашими конкурентами являются фирмы, специализирующиеся на создании технологий в области очистки почв от тяжелых металлов и радионуклидов. На данный момент существуют два главных конкурента - это научно-исследовательские центры, использующие в качестве сорбента микробиологические объекты (K_1) и центры, разрабатывающие технологии очистки почв химическими способами (K_2).

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (4.1.2.1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Таблица 4.1.2.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		B_{ϕ}	B_{K1}	B_{K2}	K_{ϕ}	K_{K1}	K_{K2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Экологичность	0,1	4	5	4	0,4	0,5	0,4
2. Удобство в эксплуатации	0,05	5	5	3	0,25	0,25	0,15
3. Безопасность	0,05	4	4	3	0,2	0,2	0,15

Продолжение таблица 4.1.2.1

4. Надежность	0,05	5	2	3	0,25	0,1	0,15
5. Эффективность	0,3	5	3	4	1,5	0,9	1,2
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,05	5	4	4	0,25	0,2	0,2
2. Цена	0,2	3	5	4	0,6	1	0,8
Итого	1				3,45	2,35	2,05

Исходя из таблицы 4.1.2.1, исследуемый нами композитный биосорбент более конкурентоспособен, чем разработки конкурентов. Он более удобен в эксплуатации, а так же более экологичен. Композитный биосорбент не требует специального оборудования. Также цена производства микробных масс достаточно низка. При изготовлении биосорбента используют отходы производства лимонной кислоты, что обуславливает затраты только на транспортировку материала.

4.1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

Таблица 4.1.3.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
1. Ресурсоэффективность	0,7	95	100	0,95	0,665
2. Чистота продукта	0,01	100	100	1	0,01
3. Безопасность	0,01	90	100	0,9	0,009
4. Простота в использовании	0,02	100	100	1	0,02
5. Взаимодействие с другими фитогормонами	0,005	0,5	100	0,005	0,000025

Продолжение таблицы 4.1.3.1

Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
6. Конкурентоспособность продукта	0,02	80	100	0,8	0,16
7. Уровень проникновения на рынок	0,01	100	100	1	0,01
8. Перспективность рынка	0,01	65	100	0,65	0,0065
9. Цена	0,02	100	100	1	0,02
10. Финансовая эффективность научной разработки	0,01	100	100	1	0,01
11. Срок выхода на рынок	0,02	100	100	1	0,02
12. Наличие сертификации разработки	0,005	100	100	1	0,005
Итого	1	915,5	1200	9,8	0,93

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i, \quad (4.1.3.1)$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Значение P_{cp} позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя P_{cp} получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной.

4.1.4 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Он проводится в несколько этапов. Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для

реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 4.1.4.1.

Таблица 4.1.4.1 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии. С2. Экологичность технологии. С3. Более низкая стоимость исследований по сравнению с другими. С4. Наличие бюджетного финансирования. С5. Квалифицированный персонал.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл.1. Отсутствие рабочего штамма Сл2. Отсутствие необходимого оборудования для исследований. Сл3. Большой срок поставок материалов, используемых при проведении научного исследования Сл.4. Высокая продолжительность подготовительных стадий Сл5. Низкий уровень проникновения на рынок
Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В2. Использование инфраструктуры ОЭЗ ТВТ Томск В3. Появление дополнительного спроса на новую методику В4. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследованиях В5. Повышение стоимости конкурентных разработок	Простота применения, адекватность разработки, использование более свежей информации в проекте увеличит спрос и конкурентоспособность НИР. При подключении в работу инновационных структур уменьшается время разработки и появляются дополнительные денежные средства.	1.Разработка научного исследования 2.Повышение квалификации кадров у потребителя 3.Приобретение необходимого оборудования опытного образца

Продолжение таблицы 4.1.4.1

Угрозы: У1. Развитая конкуренция технологий производства У2. Отсутствие спроса на новые технологии производства У3. Ограничения на экспорт технологии У4. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции У5. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства	1. Продвижение новой технологии с целью появления спроса 2. Изучение законодательной базы 3. Сертификация продукции	1. Разработка научного исследования 2. Повышение квалификации кадров у потребителя 3. Приобретение необходимого оборудования опытного образца 4. Продвижение новой технологии с целью появления спроса 5. Изучение законодательной базы 6. Сертификация продукции
---	---	--

После того как сформулированы четыре области SWOT переходят к реализации второго этапа, который состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Каждый фактор помечается либо знаком «+» – сильное соответствие сильных сторон возможностям, либо знаком «-» – слабое соответствие; «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-». Пример интерактивной матрицы проекта представлен в табл. 4.1.4.2.

Таблица 4.1.4.2 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	0	0	0	+	+
	B2	+	0	+	+	+
	B3	+	+	+	0	0
	B4	+	+	+	+	-
	B5	+	+	+	+	+

Продолжение таблицы 4.1.4.2

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	Y1	-	-	-	+	+
	Y2	+	+	+	+	+
	Y3	-	-	-	+	0
	Y4	+	+	+	-	-
	Y5	+	+	-	-	-
Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	+	-	-	+	-
	B2	+	+	-	+	-
	B3	+	+	+	+	-
	B4	+	+	-	+	+
	B5	0	-	+	-	+
Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	Y1	-	0	-	+	+
	Y2	+	+	-	+	+
	Y3	+	+	+	+	+
	Y4	-	-	-	+	+
	Y5	+	+	+	+	+

В случае, когда две возможности сильно коррелируют с одними и теми же сильными сторонами, с большой вероятностью можно говорить об их единой природе. В этом случае, возможности описываются следующим образом: B2B3C2C3.

В рамках третьего этапа должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа, которая приводится в бакалаврской работе (табл. 4.1.4.3).

Таблица 4.1.4.3 – SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии. С2. Экологичность технологии. С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями. С4. Наличие бюджетного финансирования. С5. Квалифицированный персонал.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки Сл2. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с научной разработкой Сл3. Отсутствие инжиниринговой компании, способной построить производство под ключ Сл4. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца Сл5. Большой срок поставок материалов и комплектующих, используемых при проведении научного исследования
Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В2. Использование инфраструктуры ОЭЗ ТВТ Томск В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт В4. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследований В5. Повышение стоимости конкурентных разработок	Простота применения, адекватность разработки, использование более свежей информации в проекте увеличит спрос и конкурентоспособность НИР (В3В4С1С2С3). При подключении в работу инновационных структур уменьшается время разработки и появляются дополнительные денежные средства (В1В2С4).	Помощь в финансировании проекта и его сертификации могут оказать инновационные инфраструктуры (В1В2Сл2Сл4). Необходимо снизить конкурентоспособность подобных разработок и расширить использование данной НИР во многих компаниях (В3В4Сл1Сл3).

Продолжение таблицы 4.1.4.3

Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства У2. Развитая конкуренция технологий производства У3. Ограничения на экспорт технологии У4. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции У5. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства	Использование более новой информации, простота и адекватность математической модели позволяют повысить спрос и конкуренцию разработки, что уменьшает влияние финансирования (С1С2С3У1У2У4). В силу малых затрат проекта представляется возможность вложения дополнительных денежных средств в другие услуги, такие как сертификация (С4У3).	Отсутствие прототипа, сертификации научной разработки приведет к отсутствию спроса и конкуренции проекта (У1У2Сл1Сл2Сл3), а отсутствие финансирования приведет к невозможности получения сертификации (У3Сл4).
---	--	--

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в табл. 4.2.1.1.

Таблица 4.2.1.1 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы
Выбор направления исследований	2	Изучение материалов по теме	Дипломник
	3	Выбор направления исследований	Руководитель, Дипломник
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, Дипломник

Продолжение таблицы 4.2.1.1

Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Дипломник
	6	Проведение экспериментов	Дипломник
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Руководитель, Дипломник
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, Дипломник
	9	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель, Дипломник
<i>Проведение ОКР</i>			
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	10	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Дипломник

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (4.2.2.1)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Определение продолжительности работ в рабочих днях производится по формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (4.2.2.2)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Формула для перевода рабочих дней в календарные:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (4.2.2.3)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Формула для расчета коэффициента календарности:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \quad (4.2.2.4)$$

где $T_{кал}$ – количество календарных дней в году;

$T_{вых}$ – количество выходных дней в году;

$T_{пр}$ – количество праздничных дней в году.

Расчет коэффициента календарности:

$$k_{кал} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,478$$

Таблица 4.2.3.1 – Временные показатели проведения научного

исследования

Название Работы (Этапы)	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	$t_{ожгi}$, чел-дни			
Разработка технич. задания	1	4	2,2	Руков.	2,2	4
Изучение материалов по теме	20	30	24	Дипл.	24	36
Выбор направления исслед.	4	8	5,6	Руков., дипл.	2,8	4
Календарное планирование работ	3	6	4,2	Руков., дипл.	2,1	3
Проведение теоретических расчетов и обоснований	6	12	8,4	Дипл.	8,4	13
Проведение экспериментов	28	35	30,8	Дипл.	30,8	46
Сопоставл. результ. эксперим. с теоретич. исслед.	4	6	4,8	Руков., дипл.	2,4	4
Оценка эффективности полученных результатов	3	5	2,4	Руков., дипл.	1,9	3
Опред. целесообр. проведения ОКР	3	5	2,4	Руков., дипл.	1,9	3
Оформление отчета по НИР	10	15	12	Дипл.	12	18

Таблица 4.2.3.2 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ раб от	Вид работ	Исполнители	T _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				Февр		Март			Апрель			Май			Июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Составлени е ТЗ	Руководитель	4														
2	Изучение литературы	Дипломник	36														
3	Выбор напр. исслед.	Руководитель, Дипломник	4														
4	Календарн. планир.	Руководитель, Дипломник	3														
5	Теор. расч. и обоснов.	Дипломник	13														
6	Постр. моделей, провед. эксперим.	Дипломник	46														
7	Сопост. результ. исслед. с теор.	Руководитель, Дипломник	4														
8	Оценка эффективн.	Руководитель, Дипломник	3														
9	Опред. целесообр. ОКР	Руководитель, Дипломник	3														
10	Оформлен ие отчета по НИР	Дипломник	18														



- Руководитель



- Дипломник

4.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

4.2.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m Ц_i \cdot N_{расч i} , \quad (4.2.4.1.1)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

$Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы (15%)

Таблица 4.2.4.1.1 – Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные. Полуфабрикаты

Наименование	Марка, размер	Кол-во, Грамм	Цена за единицу, руб. за грамм	Сумма, руб.
Нано порошок оксида меди	20 нм	100	559	5 508,89
Питательная среда	ГРМ-бульон 9	250	11,9	2 989
Колба круглодонная	К-3-250-34	10	103.75	1030
Чашка Петри	150*15 мм	5	18	90
Перчатки медицинские стерильные	270-280 мм	40 пар в коробке	15	600
Цилиндр стеклянный	100 мм	3	15	45
Стакан стеклянный	1 литр	5	70	350
Стакан стеклянный	20 мл	5	50	250
Бумажные фильтры	10 см	1	50	50
Всего за материалы				19313,89
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)				1931,2
Итого по статье C_m				12845,09

4.2.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Учтем стоимость оборудования, используемого при выполнении конкретного НТИ и имеющегося в данной научно-технической организации, в виде амортизационных отчислений. Расчет проводим по методу равномерного прямолинейного списания - стоимость списывается равномерными долями в течение периода эксплуатации.

$$AO_i = \frac{C_{пер} - C_{ликв}}{t}, \quad (4.2.4.2.1)$$

где АО - годовые амортизационные отчисления, руб;

t - срок службы оборудования, год.

$C_{пер}$ - первоначальная стоимость оборудования, руб;

$C_{\text{ликв}}$ - ликвидационная стоимость оборудования, руб;

Примем $C_{\text{ликв}} = 0,03 \cdot C_{\text{пер}}$.

$$Z_{AO} = \frac{AO \cdot T_{\text{кт}}}{T_{\text{кал}}}, \quad (4.2.4.2.2)$$

где Z_{AO} - амортизационные отчисления за весь период выполнения НИР, руб;

АО - амортизационные отчисления за 1 год, руб;

$T_{\text{кт}}$ - календарный период выполнения темы, дни;

$T_{\text{кал}}$ - число календарных дней в году.

Таблица 4.2.4.2.1 – Специальное оборудование для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс.руб.	Срок службы оборудования, год	Общая стоимость оборудования с учетом доставки и монтажа	Сумма амортизационных отчислений за 1 год, руб.
1.	Шкаф вытяжной	1	52070	20	59880	433,74
2.	Шкаф ГП-40-ОХ ПЗ Сушильный	1	22944	15	26385	191,12
3.	Шкаф холодильный - морозильный MPR414F	1	145371	15	167176	1210,9
4.	Автоклав-полуавтоматический TuT-2340 МК 19л	1	104500	8	120175	870,5
5.	Весы аналитические AS/310/C/2	1	57260	5	65849	476,9
6.	Дистиллятор Д-4	1	18230	8	20964	151,8
7.	Термостат ТС1-20	1	16500	10	18975	137,44
8.	Ультразвуковая лабораторная установка ИЛ100-6/2	1	121 380,00	6	133518	1011

Продолжение таблицы 4.2.4.2.1

9.	Холодильник лабораторный Liebherr LKv 3910	1	56 779,66	15	6529,85	472,9
	Итого	-	595034	-	684289,1	4956,3

4.2.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$З_{\text{зп}} = З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}, \quad (4.2.4.3.1)$$

где $З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$З_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $З_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (4.2.4.3.2)$$

где $З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 1.4.3);

$З_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}, \quad (4.2.4.3.3)$$

где $З_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (табл. 4.2.3.2).

Таблица 4.2.4.3.1 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Дипломник
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	104	104
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	40
- невыходы по болезни	0	2
Действительный годовой фонд рабочего времени	199	205

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (4.2.4.3.4)$$

где $З_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент;

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Таблица 4.2.4.3.2 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$З_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$, Руб	$З_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб. дн.	$З_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель	23264,86	0,3	0,3	1,3	48390,9	2528,97	13,3	33635,301
Дипломник	1314,35	0	0,5	1,3	2562,98	130,024	86,3	11221,071
Итого	$З_{\text{осн}}$							44856,372

4.2.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} \quad (4.2.4.4.1)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (примем равным 0,13).

$$З_{\text{доп(рук)}} = 0,13 \cdot 44856,372 = 5831,33 \text{ руб.}$$

4.2.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (4.2.4.5.1)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Принимаем равным 0,271.

На 2016 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2016 году водится пониженная ставка – 27,1%¹.

Таблица 4.2.4.5.1 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	33635,301	4372,59
Студент-дипломник	11221,071	1458,74
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Итого:	13736,37	

4.2.4.6 Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по следующей формуле:

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (4.2.4.6.1)$$

$$З_{\text{накл}} = 73015,165 \cdot 0,16 = 11682,43,$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

1 Федеральный закон от 24.07.2009 №212-ФЗ «О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования»

4.2.4.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Таблица 4.2.4.7.1 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НТИ	444,093
2. Амортизационные отчисления на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	8147
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	44856,372
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	5831,33
5. Отчисления во внебюджетные фонды	13736,37
6. Накладные расходы	11682,43
7. Бюджет затрат НТИ	84697,59

Круговая диаграмма на рисунке отражает все основные затраты на проведение научно технического исследования.

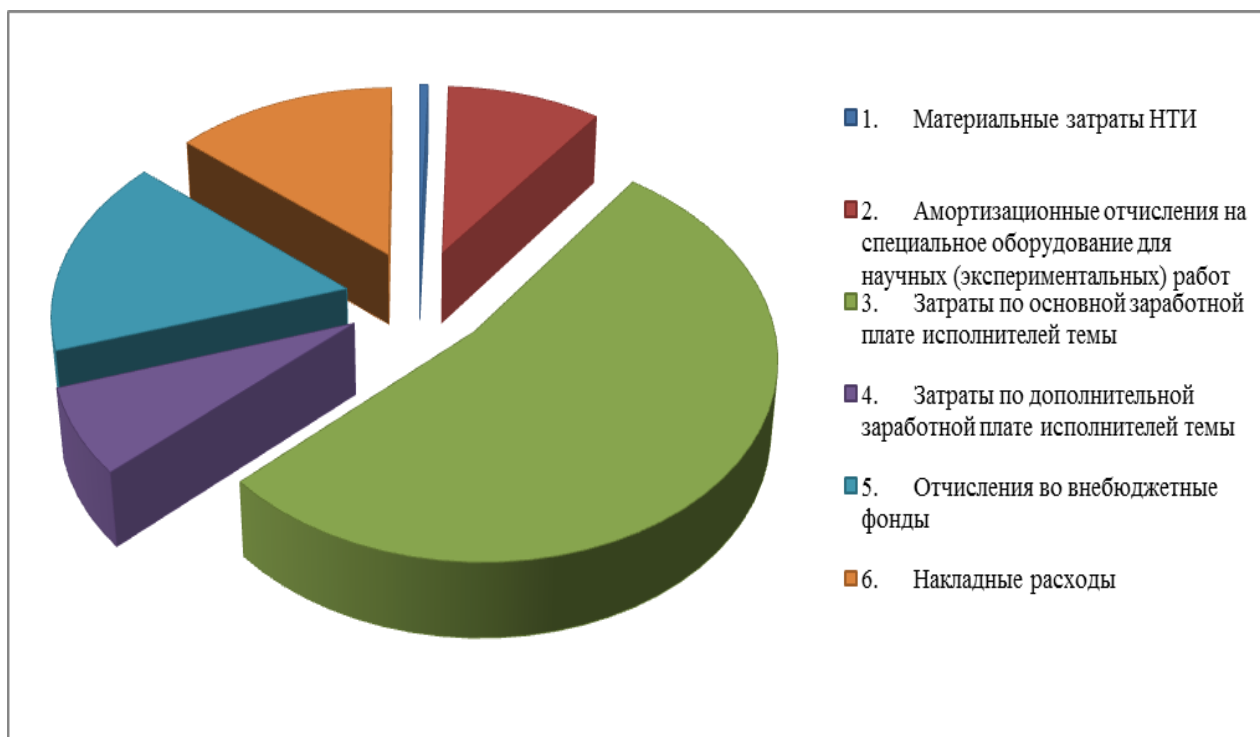


Рисунок 9 – Круговая диаграмма материальных затрат на проведение НТР

Наиболее затратная часть, как видно из диаграммы, это затраты на основную заработную плату исполнителей темы.

В результате работы над разделом "Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение" определена перспективность научно-исследовательского проекта, определен его коммерческий и инновационный потенциал, проведен предпроектный анализ и планирование проекта, а также рассчитана себестоимость реализации данной научно-исследовательской работы.

Основным преимуществом проекта по сравнению с другими, заключается в возможности использовать отходы производства лимонной кислоты (мицелий плесневых грибов *A. niger*) для получения композитного сорбента.

Заключение

Целью данной работы было изучить процесс деградации ПАУ из почвы с использованием композитного биосорбента.

В процессе работы в лабораторных условиях был получен композитный биосорбент. Для определения концентрации ПАУ в почве использовали метод ГХ-МС

Используя композитный биосорбент на основе плесневого гриба и наноматериалов, провели процесс деградации ПАУ из почвы, предварительно определили концентрацию ПАУ в указанных образцах.

В результате работы было выявлено, что при добавлении композитного биосорбента в почву концентрация ПАУ уменьшается. Изменение концентрации после микробиологической обработки помещены в табл. 3.2.

На рис. 11-14 представлены диаграммы изменения концентрации ПАУ в образцах (1-4) до и после контакта с композитным биосорбентом.

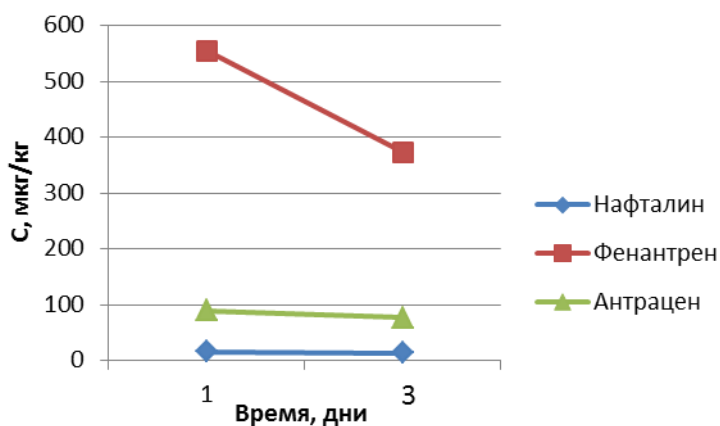


Рисунок 11 – Изменение концентрации ПАУ (Проба 1) до и после контакта с композитным биосорбентом.

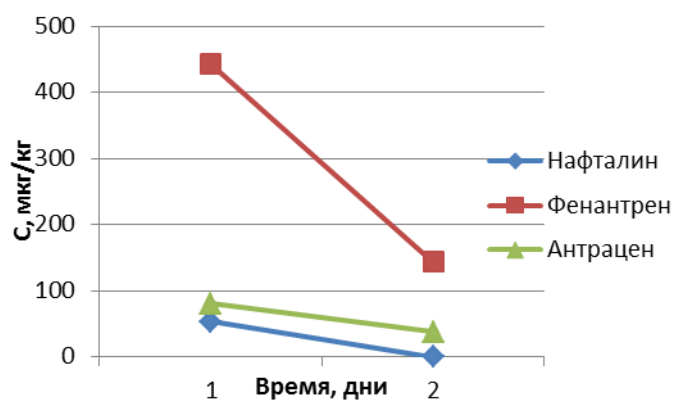


Рисунок 12 – Изменение концентрации ПАУ (Проба 2) до и после контакта с композитным биосорбентом.

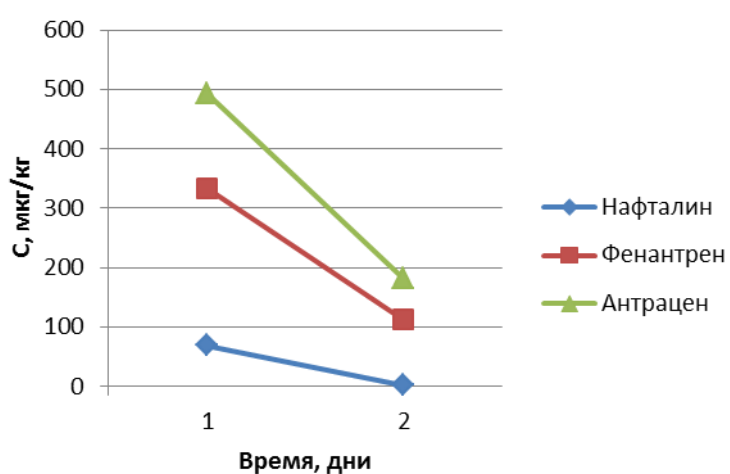


Рисунок 13 – Изменение концентрации ПАУ (Проба 3) до и после контакта с композитным биосорбентом.

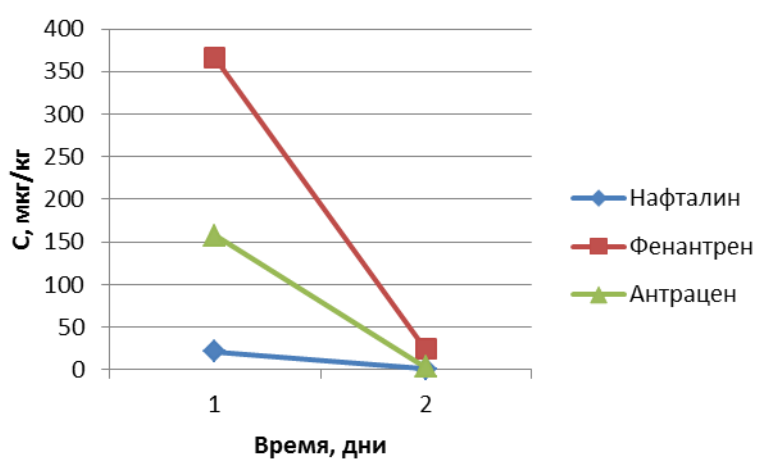


Рисунок 14 – Изменение концентрации ПАУ (Проба 4) до и после контакта с композитным биосорбентом.

Таблица 3.2 – Концентрация ПАУ в образцах почв после контакта с композитным биосорбентом, мкг/кг почвы

Номер образца	Концентрация ПАУ в мкг/кг почвы		
	нафталин	антрацен	фенантрен
Проба 1	12,74 ± 0,2	373,56 ± 0,2	76,63 ± 0,3
Проба 2	0	143,20 ± 0,2	37,49± 0,3
Проба 3	1,79 ± 0,2	112,86 ± 0,2	182,00± 0,3
Проба 4	0,89 ± 0,2	24,03 ± 0,2	3,35± 0,3
Проба 5	1,55 ± 0,2	0	12,92± 0,3
Проба 6	2,14 ± 0,2	66,80 ± 0,2	15,86± 0,3

В процессе работы была также проанализирована перспективность проведения исследования, доказана конкурентоспособность научной разработки с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Оценена экологическая и производственная безопасность, выявлены относительно опасные и вредные факторы при выполнении исследования.

Выводы:

1. Показано, что внесенный в почву композитный биосорбент приводит к уменьшению концентрации полициклических ароматических углеводородов.

2. Практическая значимость результатов исследования: предполагается разработка технологии для ремедиации почв на основе композитного биосорбента.

3. В разделе финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение определена ресурсная (ресурсосберегающая), финансовая, бюджетная, социальная и экономическая эффективность исследования. Бюджет затрат НТИ составил 84697,59 руб.

4. В разделе социальная ответственность выполнен анализ вредных и опасных факторов, способов защиты людей, разработаны мероприятия в условиях чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Список публикаций

1. Гудовщикова, Н. И. Дegrаdация полициклических ароматических углеводородов в городских почвах с участием композитного биосорбента [Электронный ресурс] / Н. И. Гудовщикова; науч. рук. М. В. Чубик // Химия и химическая технология в XXI веке : материалы XVII Всероссийской научно-практической конференции имени профессора Л.П. Кулёва студентов и молодых ученых, Томск, с международным участием 17-20 мая 2016 г. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). Подсекция секции 3. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. — 287-289 с.
2. Гудовщикова, Н. И. Дegrаdация полициклических ароматических углеводородов в городских почвах с участием композитного биосорбента [Электронный ресурс] / Н. И. Гудовщикова; науч. рук. М. В. Чубик // Материалы XVII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов в г. Нерюнгри, с международным участием (СВФУ) в 2 т. Секции 4-7. — Нерюнгри: Изд-во Технического института (ф) СВФУ Т. 2, 2016. — 98-100 с.

**Приложение А. Сертификат на нанопорошок предприятия ООО
"Передовые порошковые технологии". Нанопорошок оксида меди CuO-
Cu₂O**

Разработан предприятием ООО "Передовые порошковые технологии", Россия. Соответствует ТУ 1791-003-36280340-2008.

Идентификация продукта: торговое наименование: нанопорошок оксида меди (Nano copper oxide powder); химическое наименование: оксид меди, химическая формула вещества: смесь CuO и Cu₂O. Порошок получен методом электрического взрыва медного проводника в атмосфере воздуха.

Химический состав: порошок содержит не менее 99,8% масс. оксидных фаз CuO и Cu₂O. Содержание других элементов не более 0,05% масс.

Физические и химические свойства: порошок черного цвета. Среднеарифметический размер частиц 50-80 нм. Частицы сферические (Рисунок А.1.1). Отдельные частицы порошка образуют микроагломераты. Насыпная плотность около 2,2 г/см³. Удельная поверхность, измеренная методом БЭТ 15-20 м²/г. Средний размер частиц 45 нм (Рисунок А.1.2). Запаха не имеет.

Опасности: безопасен.

Угроза для здоровья: не опасен для здоровья, однако при вдыхании больших количеств может вызвать раздражение органов дыхания как обычная пыль. Соблюдать санитарно-гигиенические требования. В случае загрязнения кожных покровов, вымыть их с обычными моющими средствами.

Меры предосторожности при работе: Соблюдать обычные санитарно-гигиенические требования.

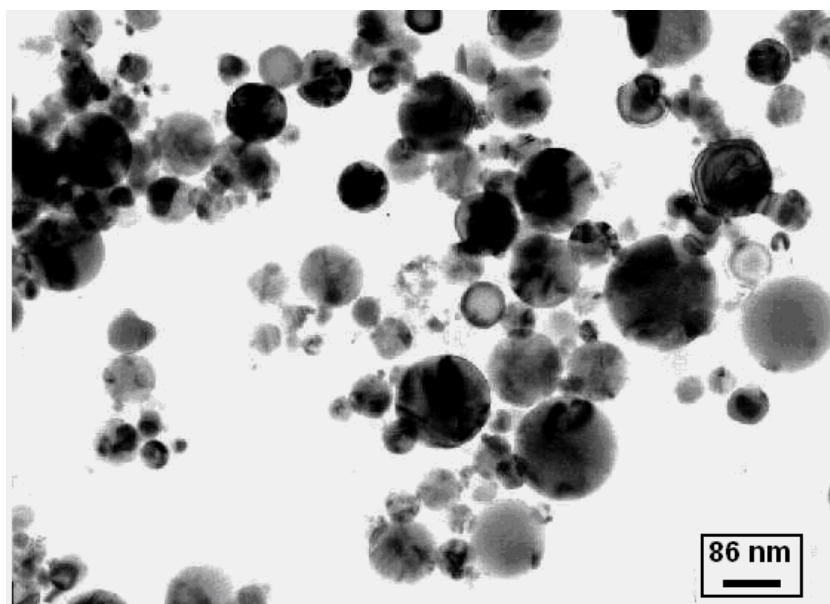


Рисунок 15 – Характерное изображение порошка оксида меди

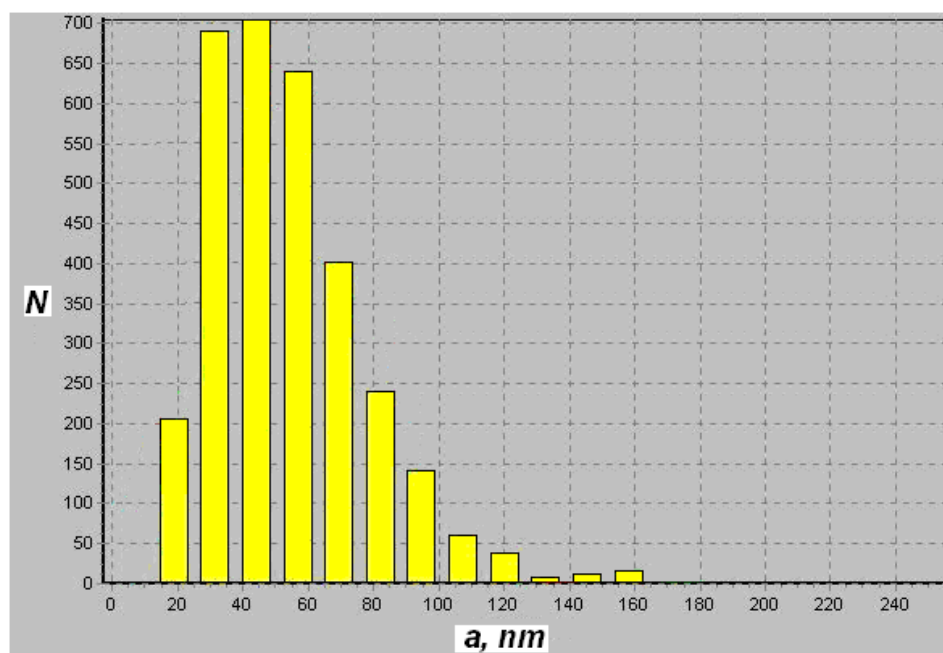
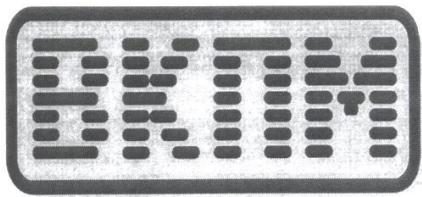


Рисунок 16 – Гистограмма порошка оксида меди: N - число частиц, a - размер частиц

Приложение Б. Паспорт на плесневые грибы *A.niger* штамма F-894



Всероссийская Коллекция Промышленных Микроорганизмов ФГУП ГосНИИ Генетика

☑ Россия, Москва, 117545, 1-ый Дорожный проезд, 1. ФГУП ГосНИИ Генетика - ВКПМ;
☎ (095) 3151210; факс: (095) 3151210; Эл. почта: vkpm@genetika.ru;

Форма ВКПМ-11

« 16 » апреля 2012 г

ПАСПОРТ ШТАММА, ВЫДАВАЕМОГО ИЗ КОЛЛЕКЦИИ

Штамм выдан: ГБОУ ВПО СибГМУ Минздравсоцразвития России

Регистрационный номер коллекции: F-894

Название штамма: *Aspergillus niger*

Номера в других коллекциях: ATCC 6275; CBS 131.52, 769.97; DSM 1957; IFO 6341; IMI 45551; NRRL 334; QM 324, 458

Происхождение штамма: получен из NRRL.

Область промышленного применения штамма: тест-культура для определения грибостойкости технических изделий, кожи, адгезивных материалов, пластмасс, текстиля, лаков и красок.

Условия культивирования штамма (состав среды, температура и т. д.): размножается на среде мальт-пептонный агар (мальт-экстракт 30,0 г; пептон 1,0 г; агар 20,0 г; вода дист. 1,0 л) или на картофельно-глюкозном агаре (1,0 л отфильтрованного отвара из 200 г картофеля, сваренного на дистиллированной воде, с добавлением 20,0 г глюкозы и 20,0 г агара). Растет при температуре 24°C.

Для восстановления жизнеспособности культуры ампулу с высушенным штаммом вскрывают стерильно: верхний конец ампулы нагревают в пламени горелки, затем кусочком стерильной ваты, смоченным в стерильной воде, осторожно прикасаются к оттянутому концу ампулы так, чтобы получилась трещина, легким ударом пинцета (или скальпеля) удаляют конец ампулы, и стерильно вливают в нее пастеровской пипеткой 0,2 мл дистиллированной воды или физраствора. Ампулу затыкают стерильным ватным тампоном и оставляют для растворения материала и набухания высушенных клеток на 30 минут. После полного растворения содержимого ампулы материал переносят пастеровской пипеткой в пробирки (или чашки) с жидкой или плотной питательной средой и выращивают в условиях, оптимальных для культивирования данного штамма.

В первых пересевах микробы обладают несколько пониженной жизнеспособностью. Для восстановления полной жизнеспособности требуется 2-3 пассажа на питательных средах, соответствующих потребностям данного микроорганизма. Рекомендуется пользоваться для работы культурой после второго или третьего пассажа.

Сведения о безопасности использования штамма:

Штамм *Aspergillus niger* F-894 не является генетически модифицированным штаммом.

Штамм *Aspergillus niger* F-894 относится к микроорганизмам, непатогенным для человека, так как согласно международной классификации и данным ATCC (ВКПМ F-894 = ATCC 6275) принадлежит к 1 уровню биобезопасности. Работа с данным штаммом не требует специальных мер предосторожности.

Директор ВКПМ
д.б.н., проф.



С.П. Синеокий

Претензии по качеству штамма принимаются в письменном виде в течение двух месяцев, начиная со дня выдачи паспорта.

Штамм предоставляется без права передачи третьим лицам.

Приложение В. Заключение о качестве препарата. Питательный бульон для культивирования микроорганизмов сухой (ГМР-бульон)

ФБУН Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии

ЗАКЛЮЧЕНИЕ О КАЧЕСТВЕ ПРЕПАРАТА

Питательный бульон для культивирования микроорганизмов сухой (ГМР-бульон)

ТУ 9398-021-78095326-2006

Серия 430

Дата изготовления 2.10.13

1. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРЕПАРАТА

Показатели	По ТУ 9398-021-78095326-2006	Результаты контроля
Внешний вид	Мелкодисперсный, гигроскопичный порошок светло-желтого цвета.	Мелкодисперсный, гигроскопичный порошок светло-желтого цвета
Растворимость	20,0 г препарата должны полностью растворяться при перемешивании в 1 л дистиллированной воды при кипячении в течение 3 мин.	20,0 г препарата полностью растворяются в 1 л дистиллированной воды при кипячении в течение 3 мин
Прозрачность и цветность раствора	Раствор препарата, полученный, как указано в разделе «Растворимость», после фильтрации и стерилизации должен быть прозрачным желтого цвета.	Раствор препарата после фильтрации и стерилизации прозрачный желтого цвета
pH	От 7,0 до 7,4	7,2
Потеря в массе при высушивании, %	Не более 7,0	3,2
Аминный азот, %	От 2,7 до 3,7	3,1
Хлориды (в пересчете на натрия хлорид), %	От 24,0 до 32,0	27,5

2. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Показатели	По ТУ 9398-021-78095326-2006	Результаты контроля
Специфическая активность	Питательная среда должна обеспечивать во всех засеянных пробирках при посеве по 0,5 мл микробной взвеси рост каждого из тест-штаммов: <i>S. xerosis</i> 1911 и <i>S. aureus</i> Wood-46 из разведения 10^{-6} не позднее 48 ч инкубации; <i>E. coli</i> 3912/41 (055:K59) и <i>P. aeruginosa</i> 27/99 - из разведения 10^{-7} через 20-24 ч инкубации при температуре $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$ в виде диффузного помутнения среды. Питательная среда должна обеспечивать во всех засеянных пробирках образование индола и сероводорода тест-штаммами <i>S. flexneri</i> 1a 8516 и <i>S. typhi</i> H-901 ГДР/ГИСК соответственно, при посеве по одной бактериологической петле диаметром 2 мм через 20-24 ч инкубации при температуре $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$. Образование индола и сероводорода обнаруживается визуально по изменению цвета индикаторных бумажек. При положительной реакции на индол бумажки, пропитанные модифицированным реактивом Эрлиха или система индикаторных бумажек для идентификации микроорганизмов (СИБ зарегистрированный в РФ), окрашиваются в розовый цвет, а при положительной реакции на сероводород бумажки, пропитанные реактивом для индикации сероводорода окрашиваются в черный цвет.	Соответствуют требованиям ТУ.

3. РАЗРЕШЕНИЕ НА ВЫПУСК ПРЕПАРАТА

Заключение ОБТК: ГМР-бульон серии 430 по физико-химическим и биологическим показателям соответствует требованиям ТУ 9398-021-78095326-2006

Годен до 10.2018

Заведующая ОБТК

