

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 19.04.01 «Биотехнология», профиль «Биотехнология»
 Научно-образовательный центр Н.М. Кижисера

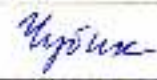
МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Изучение антибактериальных свойств композитного биосорбента
УДК: 601.2.66.081-419.8

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4ДМ71	Карамендинова Асия Мухтаровна		29.05.2019

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Директ	Чубик Марианна Валериевна	к.м.н., доцент		29.05.2019

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

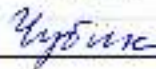
По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Криницына Зоя Васильевна	к.т.н., доцент		06.05.2019

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романова Светлана Владимировна	-		06.05.19

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООИ	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
	Чубик М.В.	к.м.н., доцент		29.05.2019

Планируемые результаты обучения
по ООП 19.04.01 «Биотехнология» (магистр)
профиль «Биотехнология»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Профессионально эксплуатировать современные биотехнологические производства, обеспечивая их высокую эффективность и безопасность
P2	Разрабатывать и внедрять новые биотехнологические процессы и оборудование в рамках проектирования новых и усовершенствования действующих производств
P3	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в различных областях прикладной биотехнологии
<i>Универсальные компетенции</i>	
P4	Ставить и решать задачи инженерного анализа для создания инновационных биотехнологических процессов и продуктов
P5	Эффективно организовывать и участвовать в работе коллективов, в том числе международных, демонстрировать ответственность за результаты инженерной деятельности
P6	Демонстрировать глубокие знания социальных, этических и правовых аспектов инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах устойчивого развития
P7	Постоянно повышать интеллектуальный и общекультурный уровень и профессиональную квалификацию, способствовать обучению персонала

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология, профиль Биотехнология
 Научно-образовательный центр Н.М. Кижнера

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

Чурбан 20.02.2019г. *Чурбан М. В.*
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
4ДМ71	Кирамендиновой Ади Мухтаровне

Тема работы:

Исследования антибактериальных свойств композитного биосорбента

Утверждена приказом директора (дата, номер)

№147/с от 25.02.2019 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:

01.06.2019 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(размещение объекта исследования или проектирования;
 производительность или нагрузка; режим работы
 (параметры, режимы, условия и т. п.); вид
 сырья или материал изделия; требования к продукту,
 материал или процесс; условия производства и эксплуатации
 функционирования (эксплуатация) объекта или изделия в
 плане безопасности эксплуатации, влияния на
 окружающую среду, экологичности, экологической
 оценки и т. д.).

Объектом исследования являются композитные
 биосорбенты, в основе которых лежат мицелий
 плесневых грибов *Aspergillum niger*, *Mucor* и
 частицы никеля.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов

(аналитический обзор по литературным источникам с целью выявления достижений мировой науки и техники в конкретной области, постановка задачи исследования, проектирование, конструирование, содержание процедуры исследования, проектирование, конструирование, обсуждение результатов аналитической работы, комментарии, дополнительные сведения, подведение итогов работы, заключение по работе)

- Обзор литературы
- Объект и методы исследования
- Описание экспериментальной части
- Результаты проведенного исследования
- Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение
- Социальная ответственность
- Выводы

Перечень графического материала

(в таблице указаны обязательные элементы)

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(в соответствии с разделом)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кривичина З.В., доцент отдела социально-гуманитарных наук, к.т.н.
Социальная ответственность	Романова С.В., старший преподаватель Отделение общетехнических дисциплин
Консультант-лингвист	Аксёнова И.В., доцент ИБПИ

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Раздел 1 Бактерицидная активность наночастиц на поверхности различных материалов и сорбция металлов различными микроорганизмами (литературный обзор)

Раздел 4 Результаты проведенного исследования

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	28.01.2019 г.
--	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент НОЦ Н.М. Кизнера	Чубик Марианна Валериевна	к.м.п., доцент		28.01.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4ДМ71	Карамендинова Алия Мухтаровна		28.01.2019

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
4ДМ71	Карамендинова Адия Мухтаровна

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОП)	НОЦ Н.М.Кижнера
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	19.04.01 Биотехнология

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

1. Стоимости ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость сырья, материалов, комплектующих изделий и покупных полуфабрикатов, оборудования, затрат по статьям.
2. Первич и вторичные расходуемые ресурсы	Расчеты расхода материалов и сырья научно-технического проекта.
3. Используемая система налогообложения, ставки налога, отчислений, дисконтирования и кредитования	Упрощенная система налогообложения, транспортно-эксплуатационные расходы, транспортно-монтажные расходы, премиальный коэффициент, коэффициент ин-тат и надбавок, рабочий коэффициент, заработная плата по тарифной ставке.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Доступность исходных продуктов, простота методики, экологичность, скорость и время сборки, эффективность продукта.
2. Разработка плана научно-технического проекта	Выбор организационной структуры научного проекта, проектная структура проекта.
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупки	Расчет плановой заработной платы, баланс рабочего времени, объем стоимости оборудования и материалов.
4. Определение ресурсов, финансовой, экономической эффективности	Удобство эксплуатации, материалоемкость, надежность, энергоэффективность, пожаробезопасность.

Перечень графического материала (включая указанные обязательные чертежи):

1. Сегментирование рынка
2. Диаграмма Исикавы
3. Иерархическая структура работ проекта
4. График проведения и бюджет НТИ
5. Сетевой план-график выполнения НТИ
6. Проектная структура проекта
7. Оценка ресурсов, финансовой и экономической эффективности НТИ
8. Иерархическая структура рисков

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику 13.02.2019

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кривичина Зоя Васильевна	К.Т.Н.		13.02.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4ДМ71	Карамендинова Адия Мухтаровна		13.02.2019

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4/ДМ71	Карамсидинова Адия Мухтаровна

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	НОЦ П.М.Кичнера
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Биотехнологии

Тема ВКР: «Исследование антибактериальной активности композитного биосорбента»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является композитный биосорбент, представляющий собой матрицу полимерной основы Azirigid, Массол в сочетании с наночастицами никеля. Данный сорбент исследуется на антибактериальную активность по отношению к грам-положительным и грамотрицательным микроорганизмам в водной среде. Работа с сорбентом проводится в микробиологической лаборатории. Такой сорбент применяется для очистки сточных промышленных вод.
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия	Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. От 01.04.2019) ГОСТ 12.2.933-78 ССБТ – Рабочее место при выполнении работы стоя. Общие эргономические требования.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов и обоснование мероприятий по снижению воздействия	Повышенный уровень шума, неблагоприятные условия микроклимата, недостаточная освещенность рабочей зоны, повышенный уровень электрических излучений, повышенная температура поверхностей оборудования, электробезопасность.
3. Экологическая безопасность:	Во время работы возможна контаминация воздушной среды условно-патогенными микроорганизмами и биологическое загрязнение одежды и кожи. Чтобы решить эту проблему необходимо работать в ламинарном шкафу с включенной лампой и бактерицидной лампой, все отходы необходимо стерилизовать и утилизировать.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Работа в микробиологической лаборатории может сопровождаться чрезвычайными ситуациями, которые возникают в результате пожаров, взрывов, выбросов химических веществ и др. Наиболее вероятные ЧС для данной работы: возникновение взрыва и пожара.

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романова Светлана Владимировна			26.04.19

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4ДМ71	Карамсидинова Алия Мухтаровна		26.04.19

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 95 с., 21 рис., 42 табл., 56 источников, 1 прил.

Ключевые слова: наночастицы, плесневые грибы, биосорбент, грамотрицательные микроорганизмы, грамположительные микроорганизмы, антибактериальная активность, сточные воды, биосорбция.

Объектом исследования являются композитный биосорбент, представляющий собой плесневый гриб *Aspergillus niger* или *Mucor* в сочетании с различными нанопорошками; а также суточные культуры *Bacillus subtilis*, spp, *Staphylococcus aureus*, штамм 209, *Escherichia coli*, штамм O-111.

Цель работы – исследование антибактериальной активности композитного биосорбента на основе плесневых грибов и наноматериалов.

В процессе исследования проводилось культивирование биологической составляющей биосорбента, сборка и сушка биосорбента, исследования антибактериальной активности биосорбента.

В результате исследования были созданы различные композитные биосорбенты и проведены исследования их антибактериальных свойств.

Биологический компонент сорбента - влажный и высушенный мицелий плесневых грибов *Aspergillus niger* и *Mucor*. На мицелий были осаждены наночастицы: порошки никеля.

Область применения: экология и охрана окружающей среды.

Экономическая эффективность/значимость работы оценена в разделе финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

В будущем планируется проектирование фильтров для системы фильтраций сточных промышленных вод.

Оглавление

Введение	10
Раздел 1 Бактерицидная активность наночастиц на поверхности различных материалов и сорбция металлов различными микроорганизмами (обзор литературы).....	12
Раздел 2 Объекты и методы исследования.....	18
Раздел 3 Экспериментальная часть	20
Раздел 4 Результаты проведенного исследования	22
Раздел 5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	30
Раздел 6 Социальная ответственность.....	62
Выводы	77
Список публикаций студента.....	78
Список литературы	79
Приложение А.....	84

Введение

Актуальность: Важным свойством *Aspergillus niger* в сочетании с нанопорошками является эффективная сорбционная активность по отношению к различным веществам и тяжелым металлам. Также известно, что наночастицы некоторых металлов обладают антибактериальной активностью. Несмотря на то, что такой композитный биосорбент потенциально планируется применять в экологической отрасли, его сорбционная и, возможно, бактерицидная активность представляют интерес во многих областях биотехнологии, в том числе и в медицине.

Цель работы: исследование антибактериальной активности композитного биосорбента на основе плесневых грибов и наноматериалов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Получить композитные биосорбенты на основе плесневых грибов *Aspergillus niger* и *Mucor* и наночастиц Ni;
2. Определить антибактериальную эффективность композитных биосорбентов по отношению к грамположительным и грамотрицательным микроорганизмам;
3. Исследовать механизм эффективного действия биосорбентов;
4. Оценить финансовую эффективность проекта, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;
5. Оценить производственную и экологическую безопасности работы.

Объекты исследования: композитный биосорбент, представляющий собой плесневый гриб *Aspergillus niger* и *Mucor* в сочетании с различными нанопорошками и суточные культуры *Staphylococcus aureus*, штамм 209, *Bacillus subtilis*, spp, *Escherichia coli*, штамм O-111.

Предмет исследования: сорбционная и антибактериальная активности биосорбента.

Научная или практическая новизна: использование новых композитных биосорбентов для антибактериальной очистки водных сред.

Практическая значимость результатов ВКР: использование в экологической отрасли для очистки промышленных сточных вод.

Раздел 1 Бактерицидная активность наночастиц на поверхности различных материалов и сорбция металлов различными микроорганизмами (обзор литературы)

Композитный биосорбент, представляющий собой плесневый гриб *Aspergillus niger* в сочетании с различными нанопорошками, например оксида железа (Fe_3O_4), широко применяется в экологической сфере, в качестве биосорбента. Наночастицы в свою же очередь проявляют хорошую бактерицидную активность и сорбционные свойства, делая их важным объектом использования в медицине в качестве антисептиков.

Группой ученых [1] было выяснено, что наночастицы серебра способны проникать через клеточную мембрану грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов и связываться с серо- и азотосодержащими компонентами микробной клетки, такими как ДНК, и, разрушая их, приводят к гибели микроорганизма. При этом наночастицы обязательно должны быть правильной сферической формы и размерами от 1 до 10 нм. Также со временем наблюдалось высвобождение наночастиц из клетки.

В работе [2] было описано использование такого биосорбента, в основе которого лежали гидрогель хитозана и наночастицы меди. Испытания проводились на клинических штаммах *E.coli* и *St.aureus*. В результате экспериментов в группах стафилококков, по сравнению с контрольным образцом, количество выживших стафилококков уменьшилось на 73%. В отношении кишечной палочки композиция проявила антибактериальный эффект слабее, таким образом, количество выросших микроорганизмов уменьшилось всего на 31%.

Ученные [3] в своей научной работе применили наночастицы серебра, чтобы изучить бактерицидную активность против кишечной палочки, протей, стафилококка, клебсиеллы и синегнойной палочки. Если предельное разведение исследуемых растворов полностью подавляло рост бактерий, то считалось, что раствор проявлял бактерицидную активность.

Боргидридный золь серебра проявил лучший антибактериальный эффект: кишечная палочка, стафилококк и протей умирали под действием данного золя, в отношении клебсиеллы и синегнойной палочки наблюдали подавление роста и размножения микроорганизмов. В отношении кишечной палочки цитратный золь серебра проявил бактерицидную активность и подавлял рост и развитие протей.

Данные исследователи [4] рассматривали влияние наночастиц серебра на синегнойную палочку: различные концентрации растворов наночастиц, и пришли к выводу, что с увеличением концентрации возрастает и бактерицидная эффективность.

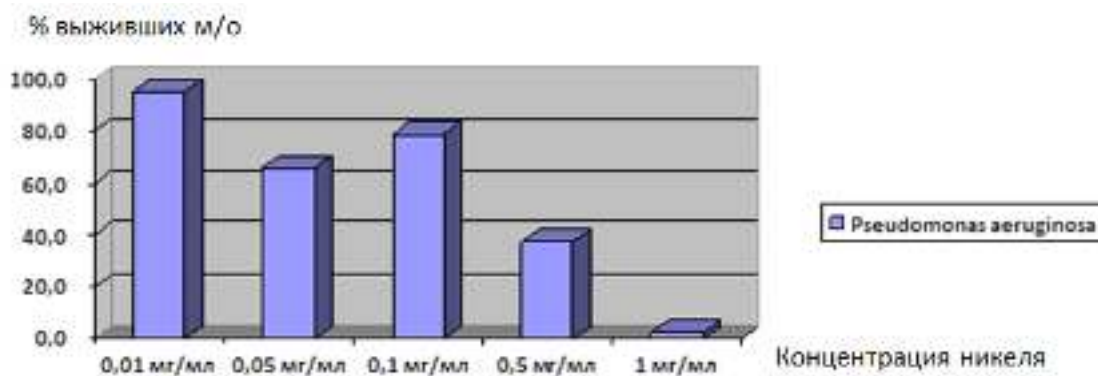


Рисунок 1.1 Выживаемость синегнойной палочки в зависимости от концентрации нанопорошка никеля.

Известно, что водно-дисперсионные краски, в составе которых есть мицелярные растворы наносеребра, обладают значительным антибактериальным эффектом даже при низких концентрациях данных растворов [4, 5].

Процесс поглощения микроорганизмами ионов тяжелых металлов из раствора называется микробиологической адсорбцией или биосорбцией. В настоящее время биосорбция ионов металлов представляет собой удобный способ удаления загрязняющих ионов металлов из водной среды. Биосорбция может использоваться для связывания и концентрирования металлов и радионуклидов из водных растворов. Это может быть достигнуто с использованием инновационных технологий для удаления загрязнителей из

промышленных выбросов [6 - 15]. В сравнении с традиционными методами очистки, биосорбция имеет ряд преимуществ, таких как низкая стоимость процесса, высокая эффективность детоксикации очень разбавленных стоков и минимальный объем осадка. Процесс биосорбции урана и ионов тяжелых металлов изучен с использованием различных микроорганизмов: плесневых грибов, дрожжей, водорослей и бактерий [16 - 21]. Ранее было установлено, что *Rhodotorula glutinis*, распространенный вид дрожжей, является хорошим сорбционным материалом [22]. Однако, в реальных условиях, обнаружены такие недостатки как разделение биомассы и раствора после сорбции, засорение и др. Среди этих недостатков самым проблемным является последующее разделение биосорбента и раствора металла. Обычно используются в этом случае центрифугирование и фильтрация, но это значительно повышает расходы на очистку. Магнитное разделение - это новая техника разделения и нашла множество применений в различных сферах биотехнологии. Суть метода заключается в том, чтобы включить магнитную дискретную фазу в слабо и немагнитные целевые частицы для повышения их магнитной восприимчивости и затем отделить эти частицы магнитным разделением. Магнитные адсорбенты могут быть эффективно использованы для отделения различных соединений как из растворов, так и из суспензий. С использованием этого метода были успешно извлечены магнитно-модифицированной биомассой ионы таких тяжелых металлов как Cu^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+} , Sr^{2+} [23 - 25]. Также была изучена биосорбция водорастворимых красителей ММС (магнитно-модифицированными сорбентами) [26, 27].

В сравнении со стандартными методами разделения, магнитное разделение имеет несколько преимуществ. Магнитное разделение в отличие от центрифугирования и фильтрации позволяет снизить риск контакта с радиацией. Однако пока существуют только ограниченные знания относительно удаления радиоактивных соединений методом магнитного разделения, особенно удаления урана ММС, которые касаются очистки радиоактивных стоков.

В работе китайских исследователей [28] использовался мицелий плесневых грибов в исследованиях биосорбции цинка, а канадскими учеными [29 - 33] для поглощения урана из растворов. Учеными из Японии [34] использовались и другие микроорганизмы, помимо плесени, для изучения их влияния на растворы, содержащие тяжелые металлы. Также данными исследованиями занимались и индийские ученые[35].

Стало известно, что наночастицы благородных металлов не влияют на рост плесневых грибов. Кроме того, наночастицы покрывают грибницу в несколько слоев и для этого нет необходимости проводить модификацию биоагента [31].

Японские ученые [34] проводили исследование по селективному накоплению ионов тяжелых металлов различными микроорганизмами. Исследование заключалось в удалении урана из водных систем с использованием 83 видов микроорганизмов: 32 видов бактерий, 15 видов дрожжей, 16 видов плесневых грибов и 20 видов актиномицетов.

Преимущества использования микроорганизмов для удаления урана из водных систем очевидны: 1) микроорганизмы отлично сорбируют; 2) имеют селективное действие; 3) дешевизна производства биомассы; 4) все клетки способны накапливать уран; 5) высокая скорость сорбции; 6) нет проблем с утилизацией микроорганизмов.

У различных микроорганизмов наблюдалась различная сорбционная активность урана. Если с бактериями, водорослями и дрожжами картина была более менее ясна, то с грибами всё иначе. Например, некоторые из них имеют слабую селективную адсорбцию из смеси ионов металлов, из раствора, содержащего только уран отлично накапливают уран.

Из 83 видов исследованных микроорганизмов наиболее высокую способность к поглощению урана имеют сенная палочка, некоторые виды псевдомонад, актиномицетов, стрептомицетов и пенициллиума. Данные микроорганизмы способны накапливать в течение одного часа на один грамм биомассы около 80-90 мг.

Высокой способностью к поглощению урана с большим количеством видов способных к этому обладают актиномицеты. Самую слабую адсорбционную способность имеют дрожжи.

Китайские ученые [28] исследовали адсорбционную способность грибных биомасс путем установления связи между количеством адсорбированных металлов биомассой и концентрацией металлов в растворе в момент равновесия. Результаты показали, что *R. arrhizus* адсорбировал самое большое количество цинка, затем *M. racemosus*, *Мус. africana*, *Asp. nidulans*, *Asp. niger* и *Sch. pombe*.

В зависимости от возраста грибов, вида и других условий варьируется содержание хитина в грибах, что может объяснить расхождение результатов. Но известно, что виды *Rhizopus* имеют в их клеточной стенке и хитин, и хитозан, и их содержание может превышать 58% массы всей клеточной стенки. Однако, хитин и хитозан не единственные кандидаты грибной биомассы, являющиеся местами связывания металлов. Таким образом, есть необходимость рассмотреть другие функциональные группы, составляющие поверхность клетки, чтобы понять металлсорбционные характеристики биосорбентов. Предполагается, что карбоксильные группы полимеров клеточной стенки могут быть важным металлсвязывающим местом.

Группа индийских ученых [30] изучала механизм поглощения ионов двухвалентных металлов Cu^{2+} , Cd^{2+} , Co^{2+} , Zn^{2+} и Ni^{2+} плесневыми грибами из разбавленных и концентрированных водных растворов и связывающие характеристики грибных биосорбентов, выделенных из *Fusarium oxysporum*, *Penicillium spp.*, *Neurospora crassa* и *Aspergillus niger*.

В ходе проведенных исследований было отмечено, что связывание ионов металлов биосорбентом происходит в результате выпуска ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} в среду по обменному механизму. Результаты показывают, что связывание ионов Cd^{2+} биосорбентом в разные моменты времени сопровождается стехиометрическим выпуском ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} в каждый момент времени поглощения ионов кадмия.

Также было установлено, что карбоксильные группы участвуют в связывании ионов металлов. Эксперимент был разработан так, чтобы модифицировать эти группы растворимыми в воде карбодиимидом и диаминоэтиленом. Как видно из таблицы 1.1 адсорбция ионов металлов после модификации значительно снижается, что доказывает участие COOH- групп в удалении металлов из водной среды.

Таблица 1.1 - Влияние модификации карбоксильных групп на биосорбцию

Обработка	Связанные ионы Cu ²⁺ (мг/г биосорбента)	Связанные ионы Cu ²⁺ , %
Контрольный образец	104,0	100
Обработка карбодиимидом	11,5	11

Полученные данные согласуются с доминантной ролью карбоксильных групп клеточной поверхности в связывании ионов металлов биосорбентом. Таким образом, эти особенности биосорбента являются ответственными за эффективное связывание ионов металлов.

Раздел 2 Объекты и методы исследования

Объекты исследования: несколько вариантов композитного биосорбента, в состав которых входят плесневые грибы *Aspergillus niger* и *Mucor* в сочетании с различными нанопорошками. Определение антибактериальной активности проводили на суточных культурах грамположительных микроорганизмов *Staphylococcus aureus*, штамм 209, и *Bacillus subtilis*, spp, а также грамотрицательном микроорганизме *Escherichia coli*, штамм O-111. Все микробные культуры в лиофилизированном виде были получены из Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов (ФГБУ "ГосНИИГенетика", БРЦ ВКПМ) [36]. Микроорганизмы были восстановлены по инструкции [37] и использовались в работе.

Оборудование: ультразвуковой диспергатор ИП 100-6/2, шейкер Biosan OS-20, автоклав паровой Tuttnauer 2340 МК, бокс биологической безопасности 2 класса StreamlineSC2-4A1, термостат электрический суховоздушный ТС-1/20 СПУ, вакуумный сушильный шкаф Memmert VO200.

В работе использовали готовые нанопорошки никеля, полученные на ООО «Передовые порошковые технологии» (г. Томск). Данные нанопорошки медленно растворяются в щелочах и кислотах.

В работе использовали коммерческие сухие микробиологические питательные среды Питательный бульон сухой (ГРМ-бульон) и Питательный агар сухой (ГРМ-агар). Состав сред, указанный на заводской упаковке приведен в таблице 2.1 и таблице 2.2 соответственно.

Таблица 2.1 - Состав питательной среды Питательный бульон сухой (ГРМ-бульон) [37]

Компонент среды	Содержание, г/л
Панкреатический гидролизат рыбной муки	8,0
Пептон ферментативный	8,0
Натрия хлорид	4,0
pH	7,0-7,4

Таблица 2.2 - Состав питательной среды Питательный агар сухой (ГРМ-агар) [37]

Компонент среды	Содержание, г/л
Панкреатический гидролизат рыбной муки	12,0
Пептон ферментативный	12,0
Натрия хлорид	6,0
Агар микробиологический	10,0±0,2
рН	7,1-7,5

Раздел 5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Композитный биосорбент является новейшей разработкой в области экологии. Уже известны хорошие результаты по сорбции тяжелых и радиоактивных металлов из водной среды, что позволяет использовать данный композитный биосорбент для очистки промышленных сточных вод. Однако в сточных водах присутствуют не только тяжелые и радиоактивные металлы, а еще и микроорганизмы, которые прекрасно живут при таких экстремальных условиях. Входящие в состав биосорбента наночастицы известны своими антибактериальными свойствами, что позволяет использовать его не только в экологической отрасли, но и в медицинской. Использование такого биоматериала, как мицелий плесневых грибов, позволяет удешевить производство данного биосорбента, т.к. он является отходом таких крупнотоннажных производств, как получение лимонной кислоты, щавелевой и уксусной кислот, ферментов глюкозооксидазы и лизоцима.

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей был рассмотрен целевой рынок производителей пищевой промышленности и проведено его сегментирование. Сегментирование рынка потребителей данной работы проведено на основе трех факторов: стран с развитой пищевой промышленностью, областей применения разработки и экологическим законодательством. Фирма А использует композитный сорбент, а фирма В использует иные способы очистки воды от микроорганизмов, либо не использует вовсе. Данные анализа приведены на рисунке 5.1.

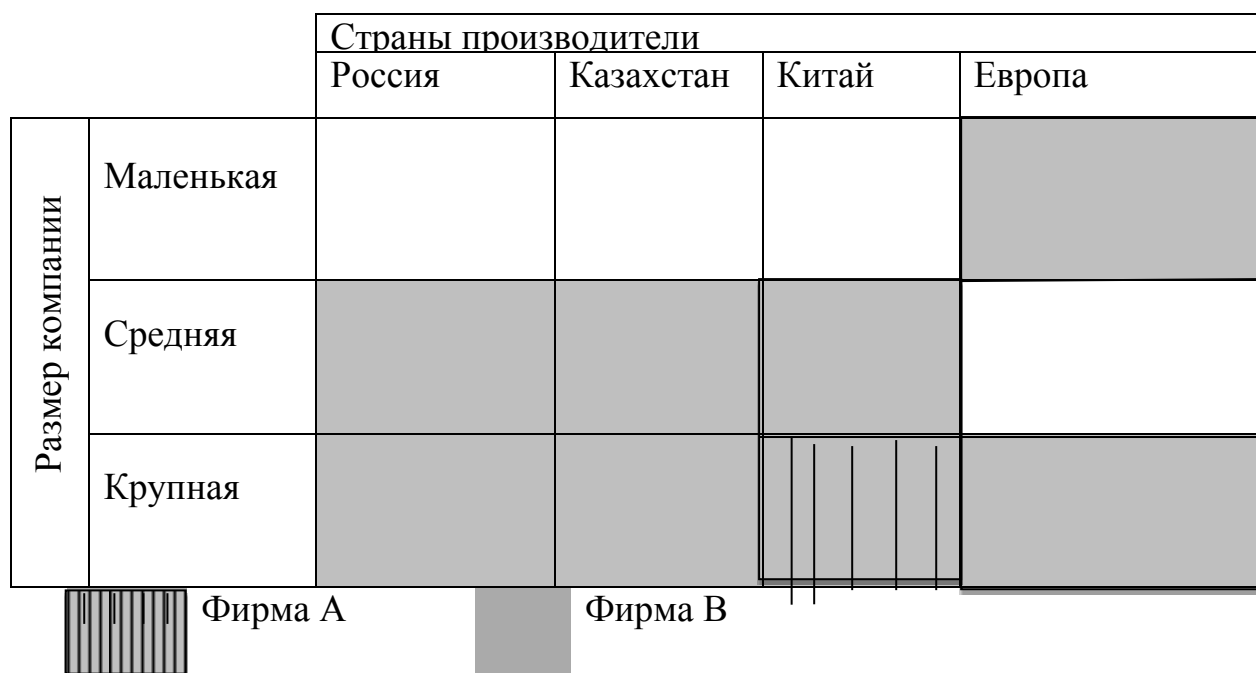


Рисунок 5.1 Карта сегментирования рынка по использованию композитного биосорбента

В результате сегментирования основным направлением использования композитного биосорбента, в основе которого лежат мицелий плесневого гриба и нанопорошки никеля является экологическая отрасль. У данного продукта нет конкуренции, так как качество товара, цена и удобство в эксплуатации делают его привлекательным на рынке.

5.1.2 Диаграмма Исикавы

Диаграмма причины-следствия Исикавы (Cause-and-Effect-Diagram) - это графический метод анализа и формирования причинно-следственных связей, инструментальное средство для систематического определения причин проблемы и последующего графического представления.

При построении диаграммы взята главная проблема в данном научном исследовании и выявлены причины возникновения этой проблемы. Данная диаграмма представлена на рисунке 5.2.

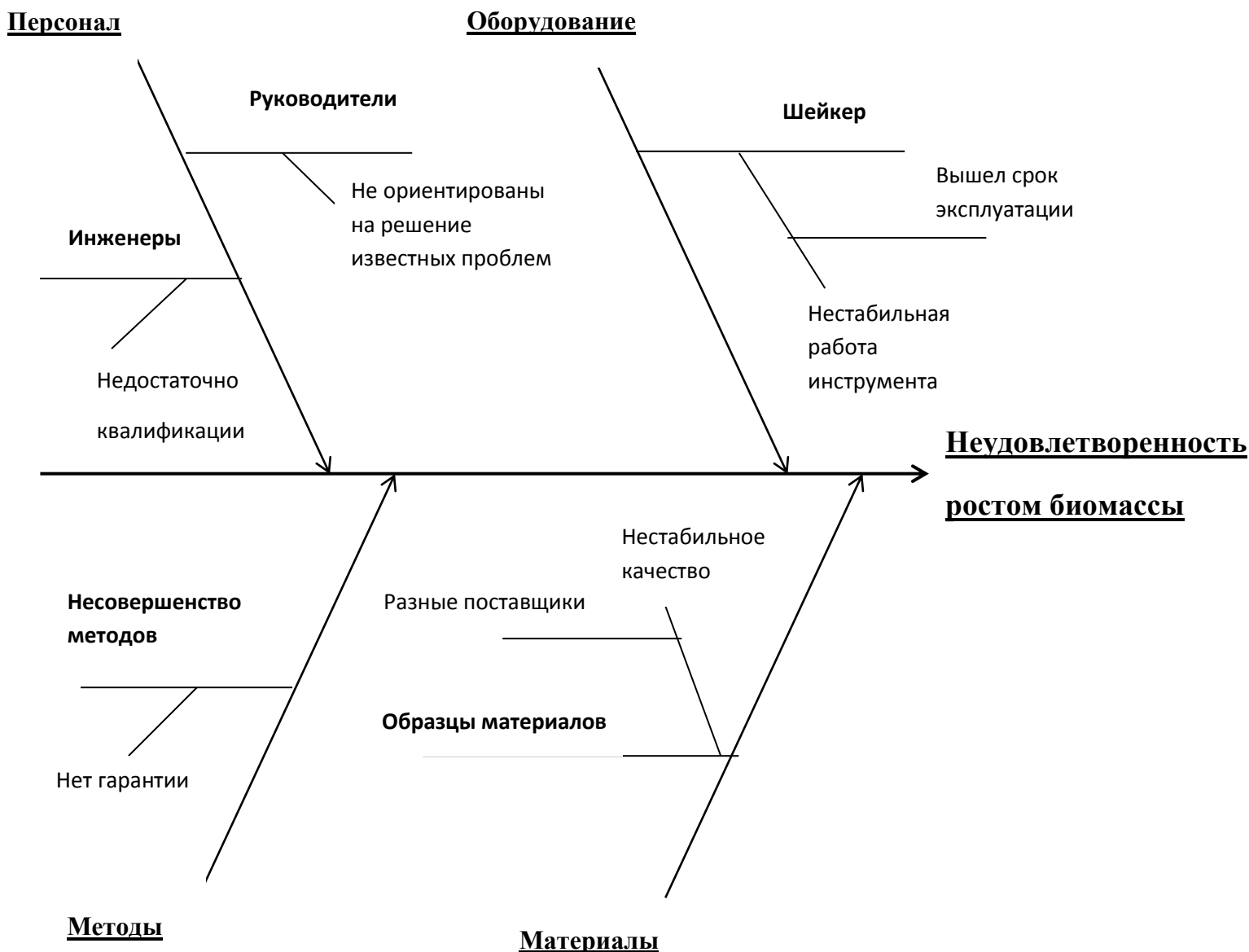


Рисунок 5.2 Причинно-следственная диаграмма

5.1.3 Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения). Для этого была заполнена специальная форма, содержащая показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта. Перечень вопросов приведен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
	Определен имеющийся научно-технический задел	4	5
	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	4	5
	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	5
	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	4	5
	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	1	1
	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	1	1
	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	3	4
	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	1	1
	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	4	4
	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	1	2
	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	1
	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	1	1
	Проработаны вопросы финансирования	1	2

	коммерциализации научной разработки		
	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	1	1
	Проработан механизм реализации научного проекта	1	2
	ИТОГО БАЛЛОВ	32	40

В результате оценки сделаны выводы, что разработка имеет на данный момент среднюю перспективность, а знания разработчика являются недостаточными. Для улучшения данного состояния необходимо увеличить инвестиций и привлечение в команду специалистов по продвижению проекта. Необходимо провести дополнительные исследования для внедрения продукта в другие отрасли промышленности. Для увеличения спроса на данный продукт и государственной сертификации продукции необходимо провести расчетные и конструкторские работы.

5.1.4 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

Существует несколько методов коммерциализации научных разработок.

1. *Торговля патентными лицензиями*, т.е. передача третьим лицам права использования объектов интеллектуальной собственности на лицензионной основе. Этот метод кажется универсальным, потому что можно продавать патентом как на саму разработку (готовый фильтр), так и на основную его составляющую – сорбент, находящийся в самом фильтре и, который, собственно, сорбирует необходимые вещества и объекты. Данный метод мог бы работать, однако сначала необходимо получить патент.

2. *Передача ноу-хау*, т.е. предоставление владельцем ноу-хау возможности его использовать другим лицом, осуществляемое путем раскрытия ноу-хау. Данный способ может быть реализован, потому как для него нет необходимости получения патента, которого на данном этапе

разработки нет, хотя есть стабильные положительные результаты исследования, которые могут заинтересовать потенциальных клиентов.

3. *Инжиниринг*. На данном этапе имеется возможность предоставления заказчику комплекса или отдельных видов инженерно-технических услуг, связанных с проектированием фильтра (фильтрационной системы), с разработкой новых технологических процессов на предприятии заказчика, связанных с системой очистки сточных вод и усовершенствованием имеющихся производственных процессов.

4. *Франчайзинг*. Данный метод не может реализоваться.

5. *Организация собственного предприятия* не возможна, так как нет необходимых ресурсов.

6. *Передача интеллектуальной собственности* в уставной капитал предприятия – один из наиболее оптимальных методов, так как для есть возможность передачи разработку уникального композитного биосорбента заинтересованному предприятию в виде научного труда, в котором описаны подробные методы получения, использования и результаты использования биосорбента.

7. *Организация совместного предприятия* – возможный, но трудо- и ресурсозатратный способ. С нашей стороны существует возможность производить композитный биосорбент – наполнитель фильтра, однако нет возможности создания корпуса. Если устранить этот недочет, то появляется возможность реализации данного метода.

8. *Организация совместных предприятий*, работающих по схеме «российское производство – зарубежное распространение». Потенциальным рынком сбыта композитного биосорбента являются страны Европы и Китай, из-за их жесткого законодательства по содержанию микроорганизмов в сточных водах. Соответственно наладив производство биосорбента в России есть возможность продавать его на данных территориях.

Таким образом можем сделать вывод, что для успешной коммерциализации подходят три возможных метода – это передача ноу-хау,

инжиниринг и передача интеллектуальной собственности. Последний метод на данном этапе кажется самым оптимальным, потому как есть возможность внедрить разработку в эксплуатацию.

5.2 Инициация проекта

1. Цели и результат проекта

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой входят научный руководитель и студент. Данные приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Научный руководитель	Получение положительных результатов исследования композитного биосорбента, коммерциализация проекта
Инженер	

В таблице 5.3 отражены цели и результаты научно-технического проекта.

Таблица 5.3 - Цели и результат проекта

Цели проекта:	Исследование антибактериальной активности композитного биосорбента на грамположительных и грамотрицательных микроорганизмах.
Ожидаемые результаты проекта:	Получение положительных результатов антибактериальной активности композитного биосорбента, в основе которого лежат мицелий плесневых грибов и нанопорошки никеля.
Критерии приемки результата проекта:	Результат проекта должен быть представлен в виде магистерской диссертации.
Требования к результату проекта:	Требование:
	Создание композитного биосорбента.

Цели проекта: Ожидаемые результаты проекта:	Получение результатов антибактериальной активности
	Оценка результатов
	Исследование механизма действия биосорбента

2. Организационная структура проекта.

Таблица 5.4 - Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудо-затраты, час.
1	Карамендинова Адия Мухтаровна, НИ ТПУ, студент	Исполнитель, инженер	Выполнение научно-исследовательской работы.	480
2	Чубик Марианна Валериановна, НИ ТПУ, доцент кафедры биотехнологии и органической химии, кандидат медицинских наук	Руководитель работы	Оказание научной и методической помощи при работе над исследованием	5404,8
3	Криницына Зоя Васильевна, доцент отделения социально-гуманитарных наук, кандидат технических наук	Консультант раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Оказание методической помощи при работе над разделом «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	2
4	Романова	Консультант раздела	Оказание методической	2

Светлана Владимировна, старший преподаватель отделения общетехнических наук	«Социальная ответственность»	помощи при работе над разделом «Социальная ответственность»	
ИТОГО:			5908,8

3. Ограничения и допущения проекта.

Таблица 5.5 - Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
3.1. Бюджет проекта	797421,85 руб.
3.1.1. Источник финансирования	НИ ТПУ
3.2. Сроки проекта:	09.2018 – 05.2019
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	Сентябрь 2018 года
3.2.2. Дата завершения проекта	Май 2019 года
3.3. Прочие ограничения и допущения*	Ограничения по времени использования научного оборудования, времени работы участников проекта

5.3 Планирование управления научно-техническим проектом

Для осуществления планирования управлением научно-техническим проектом необходимо определить общее содержание работ, уточнить цели и разработку последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

План управления научным проектом включает в себя следующие элементы:

5.3.1 Иерархическая структура работ проекта

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. На рисунке 5.3 предоставлена данная структура.



Рисунок 5.3 Иерархическая структура работ

5.3.2. Контрольные события проекта

В таблице 5.6 сведены ключевые события проекта, а также определены даты их начала и результаты, которые должны быть получены по окончании события.

Таблица 5.6 - Контрольные события проекта

пп/п	Контрольное событие	Дата	Результат (подтверждающий документ)
1	Разработка технического задания	01.09.2018	Составлено и утверждено техническое задание
2	Выбор направления исследования	25.11.2018	Изучены литературные источники, составлен календарный план работ по теме исследования, выбрано направление исследования
3	Проведение экспериментов	14.12.2018	Получены и очищены продукты реакции с последующей интенсификацией. Изучены свойства

			полученных продуктов
4	Обобщение и оценка результатов	15.03.2019	Произведён анализ полученных результатов. Результаты работы оформлены, проведена их оценка эффективности

5.3.3 План проекта

Линейный календарный план научного исследования, представленный в таблице 5.7, включает в себя ключевые этапы работы, с датами начала, окончания, длительности в днях, а также исполнителей этапа.

Таблица 5.7 - Календарный план проекта

Код работы (из ИСР)	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)
Управление проектом	Планирование	43	01.09.2018	30.11.2018	Чубик М.В. Карамендинова А.М.
Требования к продукту	Анализ релевантности	34	27.09.2018	20.11.2018	Чубик М.В. Карамендинова А.М.
Подробное проектирование	Проектирование композитного биосорбента	7	25.11.2018	15.12.2018	Карамендинова А.М.
Разработка	Получение композитного биосорбента	7	25.11.2018	15.12.2018	Карамендинова А.М.
Интеграция и тестирование	Эксперименты на бактериальных культурах	99	14.12.2018	16.05.2019	Карамендинова А.М.

И т о г о:	190	01.09.2018	16.05.2019
-------------------	-----	------------	------------

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{\text{кал}} = 9,8 / 1,221 = 8,026;$$

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

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

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = T_{\text{кал}} / (T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}) = 365 / (365 - 52 - 14) = 1,221;$$

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

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

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

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа.

Таблица 5.8 - Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	Тк, кал, дн.	Продолжительность выполнения работ									
				2018				2019					
				сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	февраль	март	апрель	май	июнь	
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	3										
2	Изучение литературных	Студент	32										

	источников											
3	Календарное планирование работ по теме	Студент	6									
4	Выбор направления исследования	Руководитель, студент	2									
5	Получение композитного биосорбента	Студент	7									
6	Изучение свойств композитного биосорбента	Студент	32									
7	Анализ полученных результатов	Студент	3									
8	Оформление результатов работы	Студент	32									
9	Оценка эффективности и полученных результатов	Студент	32									



- Руководитель



- Студент

Сетевой график – графическое отображение комплекса работ по теме с установленными между ними взаимосвязями. Он строится в виде диаграммы предшествования. Расчёт такого графика ведётся в прямом и обратном направлении.

Прямой проход по сети

Работа "Составление и утверждение технического задания" начинается в нулевой момент времени ($t=0$)

Для работы "Составление и утверждение технического задания" раннее окончание работы высчитывается по формуле:

$$t_{po}(i) = t_{pn}(i) + T(i) = 0 + 3 = 3$$

Раннее начало каждой следующей работы от текущей производится, на примере работы "Изучение литературных источников":

$$t_{pn}(j) = \max[t_{pn}(i) + T(i)] = \max[0 + 3] = 3$$

Т.е. если у текущей работы есть несколько предшественников (при параллельном выполнении задач, например), то мы рассчитываем для каждой из них "раннее окончание работы" и выбираем максимальное из них.

Раннее начало завершающей работы сети принимают равным ее позднему началу:

$$t_{pn}(\text{зав.}) = t_{pn}(\text{зав.}) = 117$$

Раннее окончание завершающей работы сети принимают равным ее позднему окончанию:

$$t_{po}(\text{зав.}) = t_{po}(\text{зав.}) = 149$$

Обратный проход по сети

Определение поздних сроков работ начинается с завершающей работы и ведется строго в обратном порядке, приближаясь к начальной работе.

Позднее начало каждой работы можно определить, двигаясь по графику справа налево. В точке «схождения» нескольких работ используется самое раннее время завершения из входящих в нее работ. Например, для работы "Оформление результатов работы":

$$t_{pn}(i) = \min[t_{pn}(j) - T(i)] = \min[117 - 32] = 85$$

Данные по сетевому графику сведены в таблице 5.9. R_n - полный резерв времени, R_c - свободный резерв времени. Смысла считать резерв времени полного пути нет, т.к. план-график линейный, а значит

$$R(L_n) = T_{кр} = 149$$

Таблица 5.9 - Параметры сетевого графика

Название работы	№ раб.	$T_{\text{кал}}$	$t_{\text{рн}}$	$t_{\text{ро}}$	$t_{\text{пн}}$	$t_{\text{по}}$	$R_{\text{п}}$	$R_{\text{с}}$
Составление и утверждение технического задания	1	3	0	3	0	3	0	3
Изучение литературных источников	2	32	3	35	3	35	0	32
Календарное планирование работ по теме	3	6	35	41	35	41	0	6
Выбор направления исследования	4	2	41	43	41	43	0	2
Получение композитного биосорбента	5	7	43	50	43	50	0	7
Изучение свойств композитного биосорбента	6	32	50	82	50	82	0	32
Анализ полученных результатов	7	3	82	85	82	85	0	3
Оформление результатов работы	8	32	85	117	85	117	0	32
Оценка эффективности полученных результатов	9	32	117	149	117	149	-	-
Резерв времени полного пути $R(L_{\text{п}}) = 149$								
Критический путь $T_{\text{кр}} = 149$								

Сетевой план-график представлен на рисунке 5.4.

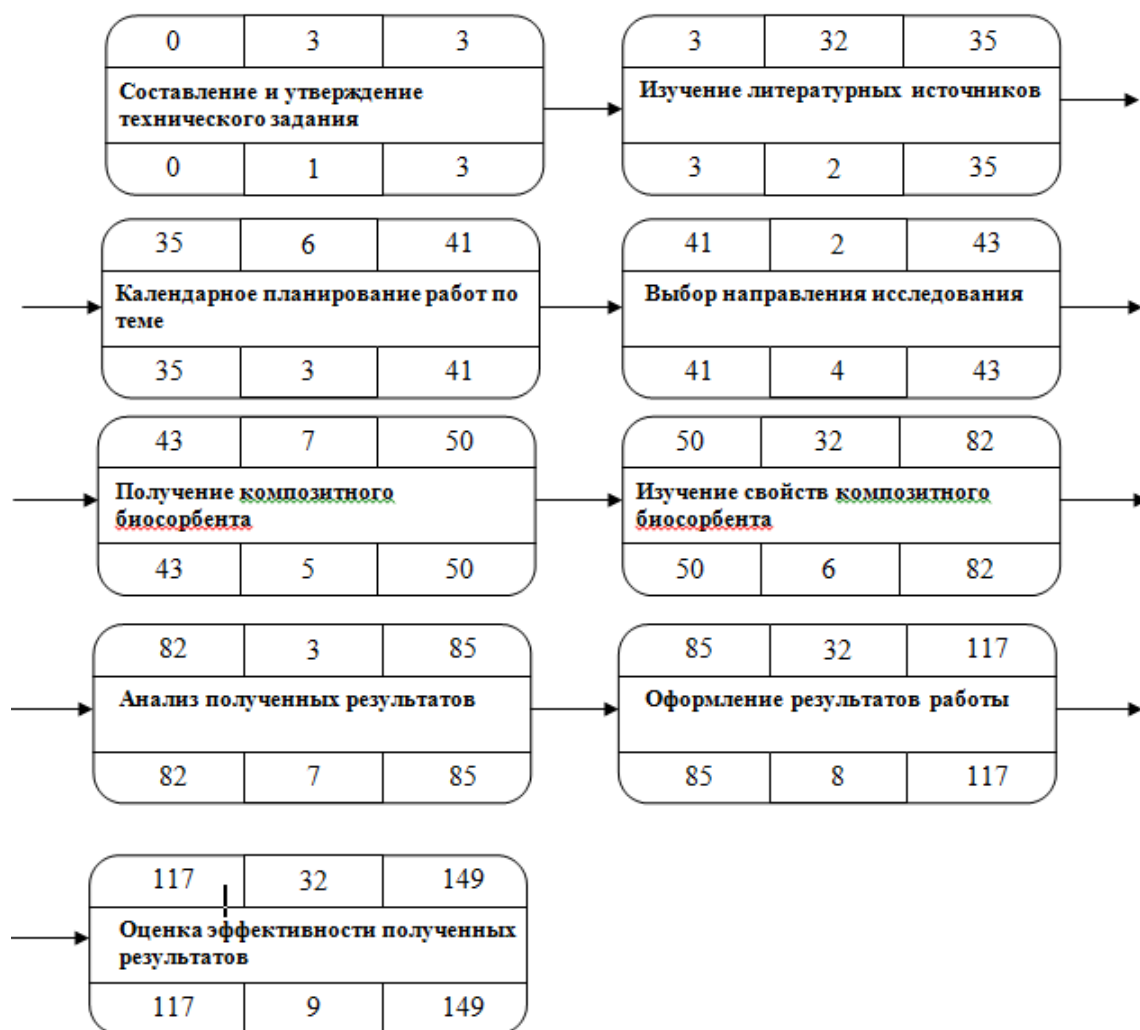


Рисунок 5.4 Сетевой план-график выполнения НИР

5.3.4 Бюджет научного исследования

В таблице 5.10 отражен бюджет научно-технического проекта.

Таблица 5.10 – Бюджет научного исследования

	Вид работы			
Статьи	Разработка технического задания	Выбор направления исследования	Проведение экспериментов	Обобщение и оценка результатов
Сырье, материалы (за вычетом возвратных	0	0	102678,04	100396,31

отходов), покупные изделия и полуфабрикаты				
Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	0	0	155709,63	152249,42
Основная заработная плата	92060,23	16738,22	53801,43	52605,84
Дополнительная заработная плата	348,12	63,29	203,45	198,93
Отчисления на социальные нужды	975,09	177,29	569,86	557,19
Научные и производственные командировки	0	0	0	0
Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями	0	0	0	0
Прочие прямые расходы	0	0	0	0
Накладные расходы	0	0	34427,28	33662,23
Итого плановая себестоимость	93383,44	16978,8	347389,69	339669,92

5.3.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_{\text{м}} = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m \Pi_i \cdot N_{\text{расх}i},$$

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%)

Материальные затраты отражены в таблице 5.11.

Таблица 5.11 - Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

Наименование	Марка, размер	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
ГРМ-бульон	Килограмм (кг)	0,5	765	1530
ГРМ-агар	Килограмм (кг)	0,3	910	1092
Среда Эндо	Килограмм (кг)	0,3	897	1076,4
Изотонический раствор	Литр (л)	1,5	81	303,75
Термостат Электрический суховоздушный ТС-1/20 СПУ	Штук (шт)	1	14500	14500
Микроскоп бинокулярный Primo star.	Штук (шт)	1	70000	70000
Микроскоп бинокулярный Primo star.	Штук (шт)	1	42386	42386
Аналитические весы CAS CAUX-120	Штук (шт)	1	62516	62516
Всего за материалы				193404,15
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)				9670,2
Итого по статье C_M				203074,35

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

В данную статью включают все затраты, связанные с эксплуатацией специального оборудования, необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене.

Стоимость оборудования, используемого при выполнении конкретного НТИ и имеющегося в данной научно-технической организации, учитывается в

калькуляции в виде амортизационных отчислений. Расчеты по приобретению спецоборудования и оборудования, имеющегося в организации, но используемого для каждого исполнения конкретной темы, сводятся в таблице 5.12.

Таблица 5.12 - Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс.руб.	Общая стоимость оборудования, тыс.руб.
1.	Бокс биологической безопасности 2 класса Streamline SC2-4A1.	1	193,500	196,213
2.	Автоклав паровой Tuttnauer 2340 МК	1	110,200	111,745

Затраты определяются в виде амортизации по формуле:

$$E_{\text{ам}} = (\sum K_{\text{оби}} * H_{\text{ами}} * T_{\text{оби}}) / (251 * 100),$$

где $K_{\text{оби}}$ —стоимость ед. прибора или оборудования, руб.;

$H_{\text{ами}}$ —норма амортизации прибора или оборудования, %;

$T_{\text{оби}}$ —время использования оборудования, дни.

Расчет затрат на электроэнергию определяется по формуле:

$$E_{\text{э}} = \sum N_i * T_{\text{э}} * C_{\text{э}},$$

где N_i — мощность электроприборов по паспорту, кВт

$T_{\text{э}}$ — время использования электрооборудования, час;

$C_{\text{э}}$ — цена одного кВт*ч, руб.

$C_{\text{э}} = 5,8 \text{руб/ кВт*ч.}$

Затраты на амортизацию учтены в таблице 5.13.

Таблица 5.13 - Расчёт амортизационных отчислений спецоборудования

Наименование оборудования	Цена единицы оборудования, К _{об} , руб	Время использования, Т _{об} , дни	Норма амортизации, Н _{ам} , %	Мощность прибора, N _i , кВт	Сумма амортизационных отчислений, Е _{ам} , руб.	Сумма затрат на электроэнергию, Е _э , руб
Бокс биологической безопасности 2 класса StreamlineS C2-4A1.	193500	32	11	0,256	2713,63	95,03
Автоклав паровой Tuttnauer 2340 МК	110200	32	11	2,200	1545,43	1633,28
Итого:					4259,06	1728,31

5.3.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

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

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп},$$

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

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

Основная заработная плата рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p,$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d},$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.; берем для доцента 26300,

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн.

Таблица 5.14 - Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудо-емкость, чел.-дн.	Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс.руб.	Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб.
1.	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	3	1743,55	5230,65
2.	Изучение литературных источников	Инженер	32	1398,1	44739,2
3.	Календарное планирование работ по теме	Инженер	6	1398,1	8388,6
4.	Выбор направления исследования	Руководитель, инженер	2	3141,65	6283,3
5.	Получение композитного биосорбента	Инженер	7	1398,1	9786,7

6.	Изучение свойств композитного биосорбента	Инженер	32	1398,1	44739,2
7.	Анализ полученных результатов	Инженер	3	1398,1	4194,3
8.	Оформление результатов работы	Инженер	32	1398,1	44739,2
9.	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер	32	1398,1	44739,2
Итого:					212840,35

Таблица 5.15 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	44	48
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	56	28
- невыходы по болезни	0	6
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	269

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{ок}} \cdot k_{\text{р}},$$

где $З_{\text{ок}}$ – заработная плата по окладу, руб.;

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

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

k_d – коэффициент доплат и надбавок, примерно равный 0,12 (от 10 до 15%).

Таблица 5.16 - Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{ок}$, руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	33664	0	0,12	1,3	43763,2	1743,55	5	8717,75
Инженер	26300	0	0,12	1,3	34190	1398,1	146	204122,6

Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}$$

где $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{доп}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

$Z_{осн}$ – основная заработная плата, руб.

В табл. 5.17 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 5.17 - Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Инженер
Основная зарплата	8717,75	204122,6
Дополнительная зарплата	1046,13	24494,712
Зарплата исполнителя	9763,88	228617,312

Итого по статье $C_{зп}$	10457,114	244849,14
--------------------------	-----------	-----------

Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}),$$

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

$$C_{внеб. Рук} = 0,271 \cdot (8717,75 + 1046,13) = 2646,01 \text{ руб.}$$

$$C_{внеб. Инж} = 0,271 \cdot (204122,6 + 24494,712) = 61955,29 \text{ руб.}$$

Накладные расходы

В эту статью включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание, которые могут быть отнесены непосредственно на конкретную тему. Кроме того, сюда относятся расходы по содержанию, эксплуатации и ремонту оборудования, производственного инструмента и инвентаря, зданий, сооружений и др. В расчетах эти расходы принимаются в размере 70 - 90 % от суммы основной заработной платы научно-производственного персонала данной научно-технической организации.

Накладные расходы составляют 80-100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{накл} = k_{накл} \cdot (З_{осн} + З_{доп}), \quad (19)$$

где $k_{накл}$ – коэффициент накладных расходов.

$$C_{накл. рук} = 0,8 \cdot (8717,75 + 1046,13) = 7811,104 \text{ руб}$$

$$C_{накл. инж} = 0,8 \cdot (204122,6 + 24494,712) = 182893,85 \text{ руб}$$

5.3. 5 Организационная структура проекта

Таблица 5.18 - Выбор организационной структуры научного проекта

Критерии выбора	Функциональная	Матричная	Проектная
Степень неопределенности условий реализации проекта	Низкая	Низкая	Средняя
Технология проекта	Стандартная	Средняя	Стандартная
Сложность проекта	Средняя	Средняя	Высокая
Взаимозависимость между отдельными частями проекта	Низкая	Низкая	Высокая
Критичность фактора времени (обязательства по срокам завершения работ)	Низкая	Низкая	Высокая
Взаимосвязь и взаимозависимость проекта от организаций более высокого уровня	Низкая	Низкая	Низкая

Проектная структура проекта отражена на рисунке 5.5. Необходимо понимать, что командой проекта является тандем инженера и руководителя проекта, но пропустить это звено нельзя, т.к. замысел, цели, ТЭО и частично аналитику результатов проекта инженер проводит по согласованию с руководителем.



Рисунок 5.5 Проектная структура проекта

5.3.6 Матрица ответственности

Руководитель проекта составляет и утверждает техническое задание, а так же утверждает и согласовывает выбранное инженером направление

исследования. Инженер же отвечает за реализацию работ по проекту, поэтапно отчитываясь перед руководителем. Подробно степени участия в проекте сведены в матрице ответственности, отражённой в таблице 5.19.

Таблица 5.19 - Матрица ответственности

Этапы проекта	Исполнитель/инженер	Руководитель/ доцент кафедры биотехнологии и органической химии
Составление и утверждение технического задания		И,У,С
Изучение литературных источников	О,И	
Календарное планирование работ по теме	О,И	
Выбор направления исследования	О,И	У,С
Получение композитного биосорбента	О,И	
Изучение свойств композитного биосорбента	О,И	
Анализ полученных результатов	О,И	
Оформление результатов работы	О,И	
Оценка эффективности полученных результатов	О,И	

5.3.7 План управления коммуникациями проекта

Как было указано ранее, инженер ответственен за выполнение работ по проекту, поэтапно отчитываясь перед руководителем. Помимо этого, коммуникация между инженером и руководителем включает: отчёты инженера по статусу проекта, всю сопутствующую информацию о текущем его состоянии, передачу документов по проекту руководителю. Руководитель же,

по мере необходимости, сообщает исполнителю дополнительную информацию по проекту и по закупке материалов и спецоборудования.

Подробный план управления коммуникациями изложен в 5.20.

Таблица 5.20 - План управления коммуникациями

№ п/п	Какая информация передается	Кто передает информацию	Кому передается информация	Когда передает информацию
1.	Статус проекта	Исполнитель проекта	Руководителю проекта	Еженедельно (пятница)
2.	Обмен информацией о текущем состоянии проекта	Исполнитель проекта	Руководителю проекта	Еженедельно (пятница)
3.	Документы и информация по проекту	Исполнитель проекта	Руководителю проекта	Не позже сроков графиков и к. точек
4.	О выполнении контрольной точки	Исполнитель проекта	Руководителю проекта	Не позже дня контрольного события по плану управления
5.	О закупке новых материалов и оборудования	Руководитель проекта	Исполнителю проекта	По мере необходимости

5.3.8. Реестр рисков проекта

Учитывая, что работы по проекту включают в себя работу с микроорганизмами, есть вероятность контаминации субстрата в свете нарушения правил работы с ними, либо при работе в нестерильной среде. При средней вероятности наступления риска, с таким субстратом работа будет невозможна, как следствие, сроки получения композитного биосорбента сдвинутся. Также, в свете работы со специальным оборудованием, выход оборудования из строя также приведёт к задержке выполнения работ по

проекту, а так же, вероятно, к дополнительным затратам на ремонт или закупку нового оборудования.

Таблица 5.21 - Реестр рисков

№	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска *	Способы смягчения риска	Условия наступления
1	Контаминация субстрата	Задержка при получении композитного биосорбента	3	5	высокий	Стерилизация, соблюдение правил работы с микроорганизмами	Нестерильная среда, нарушения правил работы с микроорганизмами
2	Выход из строя оборудования	Задержка при выполнении работ, затраты на ремонт \ закупку оборудования	4	5	высокий	Соблюдение регламента при использовании и обслуживании оборудования	Нарушения при обслуживании и использовании оборудования

Классификация возможных рисков представлена на рисунке 5.6

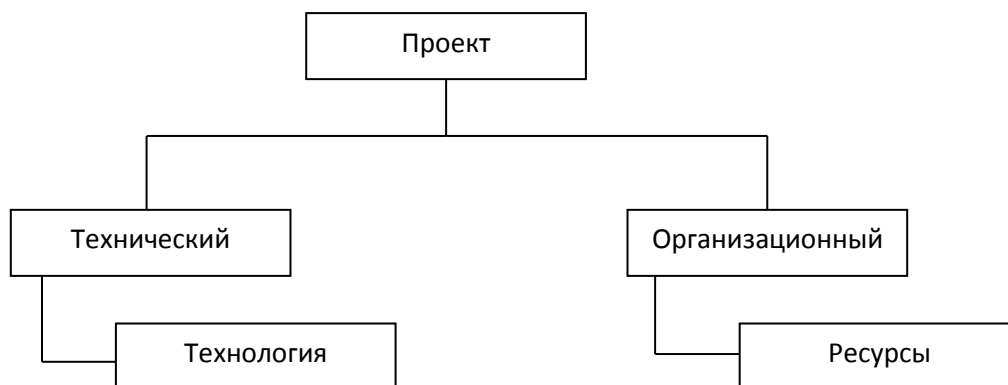


Рисунок 5.6 Иерархическая структура рисков

К технологическим рискам можно отнести, например, контаминацию субстрата, а к ресурсным - выход оборудования из строя.

5.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

5.4.1 Оценка сравнительной эффективности исследования

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}},$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

Где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a , b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Простота получения сорбента и возможность использования многократно играет важную роль в экономическом обосновании выбора сорбента для очистки сточных промышленных вод. Эффективность и время сорбции позволяет увеличить количество очищенной сточной воды, в то время как удобство эксплуатации позволит использовать на предприятии без затруднения работ специалистов.

В каждом варианте исполнения простота получения сорбента одинакова, т.к. может использоваться материал из отходов других многотоннажных биотехнологических производств, например, получение лимонной кислоты. Все сорбенты могут использоваться по крайней мере 3 раза. По данным исследований вид плесневого гриба не играет решающую роль в эффективности и времени сорбции, они одинаковы для всех. Каждый из них легко можно удалить из отстойников сточных вод и утилизировать, например сжиганием.

Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта описана в таблице 5.22.

Таблица 5.22 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Экологичность	0,25	5	4	4
2. Простота получения	0,15	5	5	4
3. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	5	5
4. Эффективность	0,20	4	4	3
5. Возможность многократного использования	0,10	5	5	1
6. Время сорбции	0,15	4	4	2
ИТОГО	1	4,65	4,4	3,35

Исполнение 1 соответствует варианту использования *Aspergillus niger* в качестве биосорбента, исполнение 2 – *Mucor*, исполнение 3 – аналог с хитозаном в качестве биосорбента

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп.1}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}},$$

Сравнительная эффективность проекта (Θ_{cp}):

$$\Theta_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}}$$

Таблица 5.23 - Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,99	1	0,994
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	4,4	3,35
3	Интегральный показатель эффективности	4,65	4.4	3,35
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,1	1,3	0,7

Исходя из полученных расчетов можно говорить о том, что исполнение 1, использование *Aspergillus niger* является наиболее эффективным вариантом решения поставленной в магистерской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

В ходе работы были получены расчеты по заработным платам сотрудников, найдены слабые и сильные стороны в проекте, оценены риски проекта, которые могут возникнуть в проекте и вызвать негативные

последствия, а так же выявлен лучший вариант исполнения проекта как внутри самого проекта, так и среди конкурентных аналогов.

Список публикаций студента

1. «Бактерицидные свойства композитного биосорбента»: Химия и химическая технология в XXI веке : материалы XVIII Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени профессора Л.П. Кулёва, 29 мая-1 июня 2017 г., г. Томск / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) ; — Томск : Изд-во ТПУ, 2017г, – С.259-260
2. «Композитный биосорбент проявляет бактерицидную активность», Материалы сборника тезисов Всероссийской итоговой 76-ой студенческой научной конференции им. Н.И. Пирогова, - Томск: Изд. СибГМУ, 2017г. – С. 391.
3. «Исследования антибактериальных свойств композитного биосорбента»: Материалы сборника тезисов V Всероссийский конкурс научных докладов студентов «Функциональные материалы: разработка, исследование, применение» – Томск: Изд. ТПУ, 2018г. – С. 53.
4. «Исследования бактерицидных свойств композитного биосорбента для очистки сточных вод»: Материалы сборника научных трудов международной научной конференции «Энерго-ресурсоэффективность в интересах устойчивого развития» – Томск: Изд. ТПУ, 2018г. – С. 146-149.