



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

Институт _____
Специальность _____
Кафедра _____

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА

Тема работы
Определение содержания нефтепродуктов и продуктов сгорания угля в воде и донных отложениях реки Томь.

УДК 665.71:551.312

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5201	Замриенко Виктор Васильевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Т. Г.	к. э. н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

Томск – 2016 г.



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт электронного обучения
Направление подготовки (специальность) «Химическая технология природных
энергосносителей и углеродных материалов»
Кафедра Химической технологии топлива и химической кибернетики

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой
Юрьев Е. М.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

дипломной работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-5201	Замриенко Виктор Васильевич

Тема работы:

**Определение содержания нефтепродуктов и продуктов сгорания угля в воде и донных
отложениях реки Томь**

Утверждена приказом директора (дата, номер)

--	--

Срок сдачи студентом выполненной работы:

01 июня 2016 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объекты исследования: вода и донные отложения реки Томь.
<i>(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</i>	

<i>анализ и т. д.).</i>	
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(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).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Введение: угледобывающая промышленность и ее влияние на экологическое состояние окружающей среды, опасность ПАУ для живых организмов. 2) Теоретическая часть: характеристика промышленных предприятий городов, расположенных на реке Томь, химический состав углей (полициклоароматические углеводороды), газовая хроматография-масс спектрометрия как метод исследования воды и донных отложений, применение различных показателей для оценки влияния антропогенного фактора на экологическое состояние природных объектов (коэффициент нечетности, коэффициент техногенности, степень диссипации). 3) Экспериментальная часть: пробоподготовка воды и донных отложений методом экстракции, исследование индивидуального состава n-алканов и полициклоароматических углеводородов методом газовой хроматографии-масс спектрометрии. 4) Результаты и их обсуждение. 5) Заключение. 6) Список используемой литературы.
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Карта расположения точек пробоотбора. 2) Результаты исследований (таблицы, графики).
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Рыжакина Т.Г., к.т.н., доцент Кафедры менеджмента
Социальная ответственность	
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>07 декабря 2015 г.</p>

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ХТТ и ХК	Дучко М.А.			07.12.2015 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5201	Замриенко Виктор Васильевич		07.12.2015 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 88 с., 2 рис., 31 табл., 45 литературных источников.

Ключевые слова: нефтепродукты, ПАУ, газовая хроматография-масс-спектрометрия, ИК-спектроскопия.

Целью работы было исследование содержания и состава органических соединений в воде и донных отложениях р. Томь.

В качестве объекта исследования были взяты пробы воды и донных отложений реки Томь в районе города Томска. В ходе работы было определено суммарное содержание углеводородов методом ИК-спектроскопии, а также индивидуальный состав n-алканов и ПАУ методом газовой хроматографии-масс спектрометрии. Было показано, что промышленные предприятия г. Томска негативно влияют на экологическое состояние реки. Концентрация углеводородов в воде превышает ПДК. Состав ПАУ донных отложений отличается от водных как большим разнообразием, так и концентрациями.

Область применения: полученные результаты могут использоваться для проведения экологического мониторинга речных систем.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	9
1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	11
1.1. Характеристика промышленных предприятий городов, расположенных на реке Томь.....	11
1.2. Характеристика нефтепродуктов.....	15
1.3. Характеристика полициклоароматических углеводородов.	17
1.4. Инфракрасная спектроскопия как метод исследования суммарного содержания нефтепродуктов.....	19
1.5. Характеристика погрешности измерений	22
1.6. Хроматографический метод исследования	23
2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....	28
2.1 Характеристика объектов исследования	28
2.2 Методы исследования	28
2.2.1 Определение суммарного содержания углеводородов в воде и донных отложениях методом ИК-спектрометрии.....	28
2.2.2 Определение группового и индивидуального состава органических соединений методом хромато-масс спектрометрии.....	32
3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.....	Ошибка! Закладка не определена.
4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	33
4.1 Предпроектный анализ	33
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	33
4.1.2. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	34
4.1.3. SWOT-анализ.....	35
4.1.4. Оценка готовности проекта к коммерциализации.....	36

4.2. Инициация проекта	38
4.2.1. Организационная структура проекта	39
4.2.2. Ограничения и допущения проекта	39
4.3. Планирование управления научно-техническим проектом	40
4.3.1. План проекта.....	40
4.3.2. Бюджет научного исследования	41
4.3.3. Организационная структура проекта	47
4.4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	48
4.4.1 Оценка абсолютной эффективности исследования.....	48
4.4.2 Оценка сравнительной эффективности исследования	53
5.СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ....	Ошибка! Закладка не определена.
5.1. Производственная безопасность	Ошибка! Закладка не определена.
5.1.1. Микроклимат рабочей зоны лаборанта в таблице нет такого фактора	Ошибка! Закладка не определена.
5.1.2 Производственное освещение	Ошибка! Закладка не определена.
5.1.4 Воздействие шума на лаборанта. Защита от шума...	Ошибка! Закладка не определена.
5.1.5 Пожаровзрывобезопасность.....	Ошибка! Закладка не определена.
5.2 Экологическая безопасность	Ошибка! Закладка не определена.
5.2.1 Технология использования отходов.....	Ошибка! Закладка не определена.
5.2.2 Ветошь промасленная.	Ошибка! Закладка не определена.
5.2.3 Порядок сдачи и перевозки промасленных отходов.	Ошибка! Закладка не определена.
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	Ошибка! Закладка не определена.

5.3.1 Требования промышленной безопасности в аварийных ситуациях при работе с дезмульгатором. **Ошибка! Закладка не определена.**

5.3.2 Меры безопасности при работе с реагентами ..**Ошибка! Закладка не определена.**

5.3.3 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности
Ошибка! Закладка не определена.

Заключение **Ошибка! Закладка не определена.**

Список использованной литературы..... **Ошибка! Закладка не определена.**

ВВЕДЕНИЕ

Экологическое состояние окружающей среды является одной из наиболее острых социально-экономических проблем, прямо или косвенно затрагивающих интересы каждого человека. Урон, наносимый ей предприятиями нефтегазовой отрасли, очень велик. Это обусловлено токсичностью углеводородов, разнообразием химических веществ, используемых в технологических процессах, а также спецификой добычи, подготовки, транспорта, хранения, переработки и разнообразного использования нефти и газа. и с проникновением загрязнителей в приповерхностные и подземные воды, которые во многих городах являются источником водопроводной воды. Поэтому контроль экологического состояния речной воды очень важен, в первую очередь, для сохранения здоровья населения.

Почвенный покров и водоемы - основные ресурсы жизнедеятельности человека - в первую очередь страдают от химических загрязнений, поэтому их состояние очень важно для характеристики природной среды. Как известно, опасность загрязнения речной воды связана не только с непосредственным ее использованием, но индивидуального состава, содержания и распределения органических соединений позволяет оценить степень антропогенного воздействия крупных промышленных центров региона на экологическое состояние р. Томь.

Целью работы было исследование содержания и состава органических соединений в воде и донных отложениях р. Томь. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- исследовать суммарное содержание углеводородов;

- исследовать групповой и индивидуальный состав органических соединений;

В качестве объектов исследования были выбраны пробы воды и донных отложений р. Томь. Суммарные концентрации углеводов были определены методом ИК-спектromетрии, а групповой и индивидуальный состав органических соединений – методом хромато-масс спектрометрии (ХМС).

1.ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Характеристика промышленных предприятий городов, расположенных на реке Томь.

Р. Томь является одним из наиболее крупных правых притоков в среднем течении р. Обь. Её территория довольно удобна для наблюдения за процессами, происходящими с органическими загрязнителями в речной системе, поскольку достаточно крупные промышленные узлы на берегах Томи, являющиеся локализованными источниками загрязнения, разделены участками с низкой степенью освоённости, которые можно рассматривать как зоны естественной регенерации водной системы.

На берегах р. Томь расположено несколько крупных городов – Томск, Юрга, Кемерово, Новокузнецк, в каждом из которых находится ряд промышленных предприятий, специализирующихся на добыче угля, металлургические и химические предприятия, крупные ТЭЦ, сбрасывающие в реку сточные воды. Промышленные выбросы предприятий, работающих на угле, являются основными источниками полициклоароматических углеводородов (ПАУ). ПАУ, их многочисленные производные и аналоги являются сильнейшими химическими трансформерами биосферы, вызывающими в живых организмах различные онкогенные, мутагенные, токсикогенные и другие изменения.

Ниже представлены характерные особенности крупных городов, находящихся на берегах Томи с расположенными в них промышленными предприятиями.

Междуреченск

Город Междуреченск находится юго-восточнее областного центра города Кемерово и удален от него на 302 км. Основа экономики города – угольная отрасль. Добыча угля в структуре промышленного производства составляет 94,2%. В трех угольных компаниях ЗАО «Распадская угольная компания», ОАО «Междуречье», ОАО «Южный Кузбасс». работает более 19 тысяч человек (почти половина работающего населения города).

На протяжении многих лет доля добытого междуреченцами угля в областной угледобыче составляла практически пятую часть. В 2010 году, по ряду объективных причин, это доля составила 13,2%. Кроме того, Междуреченск добывает четвертую часть угля коксующихся марок России.

Новокузнецк

По концентрации металлургии город занимает второе место в России, а по объему добычи угля - одно из первых мест в нашей стране.

Топливная промышленность - вторая по объёму отрасль города, составляющая в структуре произведенной продукции 12,6 %.

Основные предприятия угольной промышленности – шахты ОАО «Угольная компания - Южкузбассуголь», Талдинского угольного разреза, шахты «Антоновская», «Полосухинская», «Большевик». ОАО «Угольная компания Южкузбассуголь» является крупнейшим угольным объединением Кузбасса, в которое входят не только шахты («Есаульская», «Юбилейная», «Абашевская» - по г Новокузнецку), но и две обогатительные фабрики, завод «Гидромаш».

Юрга

Город Юрга центр одного из районов Кемеровской области, расположен на севере области, на берегу реки Томь.

Градообразующее предприятие - машиностроительный завод. В настоящее время производит оборудование для шахт, самоходные краны, отопительные агрегаты, батареи для бройлеров, погрузчики. Также в городе работают такие предприятия, как Юргинский Абразивный завод, ДорМаш, ТехноНиколь Сибирь, завод ЖБК, компания ЮСиб. Ведущим предприятием города является Юргинский машиностроительный завод, входящий в состав Сибирской холдинговой компании.

Кемерово

Основную роль в производстве играет добыча угля, железных руд, их переработка, а также разработка нерудного сырья для металлургии и строительной индустрии. Здесь добывают уголь как открытым (карьерным), так и шахтным методом.

В настоящее время в угольном бассейне работает более 50-ти шахт и 36 угольных разрезов открытой добычи угля. Сегодня Кузбасс является поставщиком более половины всего угля в России, и практически всех коксующихся углей. Чуть меньше половины, производимого на Кузбассе угля остается в Кемеровской области, и около 60 процентов поставляется за ее пределы, так как основными потребителями этого вида топлива являются электро- и тепло станции. Одним из главных потребителей сырья в Кемеровской области является Кузбассэнерго. Помимо угольных предприятий в Кемерово и области располагаются предприятия химической промышленности, Новокузнецкий алюминиевый завод, металлургический комбинат, предприятия машиностроительной отрасли.

В Кемерово и Кемеровской области работает около 74 промышленных предприятий, которые производят 90 % всего сырья. Промышленное предприятие «Азот» является одним из основных поставщиком азотных удобрений в России. Так, например в 2008г. ОАО «Азот» выпустил пятую часть

от всех поставок в стране аммиачной селитры и карбамида. Доля производимая ОАО «Азот» сырья в Сибири составляет порядка 80%.

Томская область

Основа экономики Томской области - добыча, экспорт и переработка углеводородного сырья, а также химическая промышленность, машиностроение и цветная металлургия. В последние годы возрастает доля наукоемкого производства и вклад в экономику научно - образовательного комплекса, что предопределяет стратегию инновационного развития области. К крупнейшим компаниям, занимающимся добычей и транспортировкой углеводородного сырья на территории Томской области, относятся:

- ОАО «Томскгазпром» (дочерняя структура ОАО «Газпром»);
- ОАО «Томскнефть»
- ООО «Томсктрансгаз» (дочерняя структура ОАО «Газпром»);
- ОАО «Центрсибнефтепровод» (дочерняя структура ОАО «Транснефть»).

Основными предприятиями нефтехимической промышленности являются ЗАО «Метанол» - один из самых крупных в мире производителей метанола, ООО «Томскнефтехим»- принадлежит к числу крупнейших предприятий химической промышленности в России.

Мониторинг экологического состояния р. Томь проводился и ранее в работах [13-16]. Однако авторы уделяли приоритетное внимание содержанию микроэлементов и биогенных веществ. В работе [13] среди органических соединений в воде р. Томь были идентифицированы только алканы, ароматические углеводороды, фенолы и карбоновые кислоты, а в работе [16] – алканы, ароматические углеводороды, алкилбензолы, фенолы, карбоновые кислоты, этиловые эфиры. В работе [16] также приведены суммарные концентрации полициклоароматических углеводородов (ПАУ), однако

отсутствуют данные по их индивидуальному составу. Однако органические вещества играют исключительно важную роль в формировании качества речных вод, поскольку именно по их содержанию чаще всего отмечается превышение нормативов рыбохозяйственного и хозяйственно-питьевого водопользования. Поэтому контроль над их содержанием в речной воде и донных отложениях является важной и актуальной задачей.

1.2. Характеристика нефтепродуктов

Объекты нефтегазового комплекса являются мощными источниками загрязнения водной среды: находясь почти во всех гидрогеографических районах России, они могут прямо или косвенно оказывать воздействие на поверхностные и подземные воды. Уменьшение сбросов загрязняющих веществ на действующих предприятиях возможно как рациональным водопользованием, так и улучшением качественных показателей сбрасываемых вод путем повышения уровня их очистки. Приоритетными мерами являются применение бессточных технологий и полное прекращение сброса неочищенных сточных вод.

Нефтяное загрязнение отличается от других антропогенных воздействий тем, что оно дает не постепенную, а, как правило, "залповую" нагрузку на среду, вызывая быструю ответную реакцию. Загрязнением почв нефтью и высокоминерализованными сточными водами считается увеличение концентрации этих веществ до уровня, при котором происходит постепенная деградация почв, их опустынивание, заболачивание, эрозия, цементация, снижение биологической продуктивности, содержания гумуса, численности и качественного состава основных групп микроорганизмов, ухудшение состояния растительности, нарушение экологического равновесия [17]. Содержание химических соединений в природных почвах может сильно изменяться в разных районах в силу геохимических особенностей. Поэтому в качестве

критерия загрязненности почв углеводородами принимается их фоновое содержание в почвах (местный региональный фон).

Промышленное развитие юга Сибири, а также существенный рост количества автотранспорта, расширение сети автодорог вблизи населенных пунктов и мест отдыха значительно увеличили поступление загрязненных стоков в реку Томь [1]. Нефтепродукты оказывают вредное воздействие на многие живые организмы и пагубно влияют на все звенья биологической цепи [2-4]. Состав нефтесодержащих сточных вод характеризуется сложностью, огромным разнообразием и зависит от вида, назначения, производства.

Нефть и ее производные - очень сложная смесь различных химических соединений, среди которых наиболее многочисленными являются углеводороды (50 - 98% от общего состава)[5].

Состав нефтезагрязнений в сточных водах конкретных предприятий является главным образом товарными нефтепродуктами. Это автомобильное (бензины, лигроины, керосин, газойли, соляровые дистилляты), дизельное (смесь керосиновых и соляровых фракций крекинга нефти, каталитический газойль), котельное топливо (мазуты) и смазочные материалы. Кроме того, моторные топлива содержат антидетонационные присадки (до 2%) - тетраэтилсвинец или тетракарбонилжелезо. [6].

В сточных водах нефтепродукты по дисперсному составу могут быть в свободном, эмульгированном и растворенном состоянии [5].

Для реки Томь характерным источником загрязнения является сток с автомобильных трасс и железнодорожных мостов, несколько раз пересекающих реку.

Наиболее интенсивный смыв нефтепродуктов в речную сеть происходит в период весеннего половодья, когда сток формируется на всех геоморфологических уровнях, и летом к моменту максимального по силе дождя [6]. Сброс неочищенных нефтесодержащих стоков в водоемы опасен не только тем, что, несмотря на многократное разбавление, делает воду непригодной для

бытового использования, но и тем, что рыба с ее кормовыми объектами (планктоном и бентосом) испытывает сильное токсическое отравление [5].

Допустимая концентрация вредных веществ в водоемах не должна превышать 1/10 концентрации, переносимой испытываемыми водными организмами за 48 ч пребывания в воде.

1.3. Характеристика полициклоароматических углеводородов.

Полициклические ароматические углеводороды — органические вещества, основные элементы которых — углерод и водород — образуют бензольные кольца, незамещенные или замещенные, способные полимеризоваться. Для этих соединений характерна низкая растворимость в воде, высокая способность к сорбции и устойчивость в компонентах среды, особенно почвах.

Кроме незамещенных ПАУ, существует большое количество полициклических структур, содержащих функциональную группу либо в бензольном кольце, либо в боковой цепи. А именно галоген-, amino-, сульфо-, нитропроизводные, в том числе спирты, альдегиды, эфиры, кетоны, кислоты, хиноны и другие соединения ароматического ряда [7].

Все незамещенные структуры ПАУ можно рассматривать как производные молекул простейших поликонденсированных соединений — нафталина и дифенила. Процессы загрязнения атмосферы и других природных сред ПАУ связаны главным образом с термической переработкой углеводородного сырья. Максимальная эмиссия ПАУ наблюдается при пиролизе угля, нефти и газа [7].

В области охраны окружающей среды изучению ПАУ придается большое значение, ввиду их химической устойчивости и высокой токсичности. Токсичность в данном случае понимается как собирательный термин. Поэтому в работе предложено считать ПАУ химическими трансформерами биосферы.

Одни свойства ПАУ отразятся на судьбе ныне живущих организмов, другие — на судьбе будущих поколений.

Канцерогенность — один из главных показателей опасности химических соединений. Канцерогенными свойствами могут обладать представители различных групп химических соединений: среди неорганических — асбесты, металлы; среди органических — ПАУ, И-нитрозосоединения, циклические (ароматические) амины, митоксины. Количество агентов, вызывающих профессиональный рак у человека.

Канцерогенные ПАУ с сильным бластомогенным эффектом вызывают опухоли у 80—100 % подопытных животных в короткие сроки. Слабые канцерогены индуцируют опухоли у животных в 20—30 % случаев за более длительные сроки. Их канцерогенная активность по отношению к человеку не доказана, но их следует считать потенциально опасными.

Практически во всех природных объектах ПАУ могут подвергаться различным химическим превращениям и биологической деградации. Химические превращения включают фотоокисление, взаимодействие с оксидантами, термические реакции и т. д. Химическое разложение, особенно фотоокисление, является основным путем превращения ПАУ в атмосфере; фотоокисление может иметь существенное значение и для разложения ПАУ в водной среде. Биологическая деградация связана с участием ПАУ в метаболизме микроорганизмов, а также растительных и животных организмов.

Помимо химического и биологического превращения существуют еще и физические процессы, приводящие к удалению ПАУ из одной природной среды и переходу их в другую, например вымывание, выветривание и т. д. Такие процессы особенно характерны для атмосферных и почвенных условий.

Важным путем выведения ПАУ из водной среды является биологическая деградация. Для микроорганизмов ПАУ являются источником энергии. Первостепенная роль в процессах биологического самоочищения водоемов принадлежит микробиальному населению. Например, в качестве основного

естественного процесса самоочищения Мирового океана от нефтепродуктов обычно рассматривается деградация этих соединений нефтеокисляющими бактериями.

Окисление микроорганизмами ароматических углеводородов является аэробным процессом, т. е. требует наличия молекулярного кислорода. В настоящее время считают, что энзиматическому расщеплению ароматического ядра предшествует дигидроксилирование. Подавляющее большинство микроорганизмов расщепляет ароматическое кольцо именно через образование орго-диоксипроизводных .

Антрацен и фенантрен потребляются многими микроорганизмами. Так, например, псевдомонады окисляют фенантрен в 1-окси-2-нафтойную кислоту, а антрацен — в 3-окси-2-нафтойную кислоту. Высокоциклические ПАУ, как и низкомолекулярные аналоги, являются для микроорганизмов' единственным источником углерода. Механизмы метаболизма с их участием пока мало исследованы.

Определенную роль в процессе деградации ПАУ в воде могут играть и водные растения, поглощая и метаболизируя эти соединения.

В продуктах сгорания органического сырья (нефть, уголь, торф, сланцы, растительный материал и др.) среди ПАУ обычно преобладают незамещенные соединения – фенантрен, флуорантен, пирен, хризен, бензпирены, а относительные содержания их алкилпроизводных сравнительно низки.

1.4. Инфракрасная спектроскопия как метод исследования суммарного содержания нефтепродуктов

Спектроскопия в инфракрасной области - это потенциально мощная и революционная технология для проведения экологических анализов. Это подтверждается огромной базой накопленных теоретических знаний и результатами ее применения (библиографический справочник совета по спектроскопии в ближней инфракрасной области насчитывает более 15 000

ссылок). Этот метод хорошо развит, применяемые в нем приборы просты в использовании и высоконадежны, но, в то же время, он еще продолжает развиваться, частично в связи с разработкой более портативных и скоростных спектрометров, а также более мощного и гибкого программного обеспечения. К достоинствам метода можно отнести точность, высокую разрешающую способность и чувствительность, скорость выполнения анализа и адаптируемость к различным техническим обстоятельствам, включая суровые или опасные условия [8].

ИК-спектрометрия основана на поглощении, отражении и рассеивании энергии инфракрасного излучения при прохождении через вещество. Характеристические полосы поглощения в ИК-спектрах дают все колебания связей, в которых принимает участие атом водорода (группы CH ; CH_2 ; CH_3 ; OH ; NH_2 ; SH и др.), а также группы, содержащие кратные связи ($\text{C}=\text{O}$; SO_2 ; NO_2 ; $\text{N}=\text{N}$ и др.) [9,10]

Положение полосы поглощения определяется силой связи и массой связываемых атомов. Чем сильнее связь и чем меньше массы атомов, тем выше частота поглощения данной связи, то есть тем больше энергии надо затратить на ее колебание. Достаточно интенсивные полосы поглощения, проявляющиеся в области, характерной для определенной группы, и пригодные для идентификации этой группы, называются характеристическими полосами поглощения или характеристическими частотами. К настоящему времени удалось установить характеристические частоты большинства химических групп.

Интенсивность полосы поглощения пропорциональна количеству исследуемого вещества, что позволяет применять инфракрасную спектроскопию для количественного анализа [5]. Некоторые связи имеют характерные свойства: кратные связи сильнее одинарных, а связи типа $\text{X}-\text{H}$ ($\text{N}-\text{H}$, $\text{O}-\text{H}$, $\text{C}-\text{H}$ и т.д.) имеют очень легкий концевой атом водорода. Колебания таких связей испытывают лишь незначительные воздействия со стороны

остальной части молекулы и лежат в характерной области частот: 3600-1500 см⁻¹.

В области ниже 1600 см⁻¹ проявляются полосы поглощения, обусловленные растяжением одинарных связей (C-C, C-N, C-O, C-Hal и т.д.), а также деформацией угла между связями. Одинарные связи тесно взаимодействуют между собой, что приводит к расширению области появления соответствующих полос поглощения и большой чувствительности их положения даже к небольшим изменениям структуры [18].

Спектроскопия в ближней инфракрасной области довольно широко используется для контроля за производственным процессом и качеством продуктов на нефтеперерабатывающих заводах. Поскольку этот метод оказался полезным при определении содержания нефтяных углеводородов в почвах, его можно успешно использовать и для оценки экологического состояния различных участков. Это особенно важно для удаленных территорий, где слишком дорого применять традиционные методы химического анализа и доставлять пробы в лабораторию. Кроме того, спектроскопию в ближней инфракрасной области можно использовать и для контроля за восстановлением загрязненных участков.

По своим возможностям метод ИК-спектрометрии почти универсален. Исследуемые образцы могут быть жидкими, твердыми или газообразными. Они могут быть органическими и неорганическими, однако неорганические вещества иногда не дают хорошо выраженных спектров.

Спектральный анализ излучения в среднем ИК-диапазоне является широко востребованными в различных научных, производственных, медицинских и военных приложениях [11].

Поэтому, зачастую, использование ИК-спектрометрии для анализа нефтей и нефтепродуктов сводится к разработке косвенных методик идентификации и определения содержания (соотношения содержания) структурных фрагментов

(СН₂-, СН₃- и др.) углеводородов (в идеале – членов одного гомологического ряда), смолисто-асфальтовых веществ,

Количественный анализ по инфракрасным спектрам основан на применении закона Бугера — Ламберта — Бера.

Современные спектрометры определяют ИК спектр сканированием по сдвигу фаз между двумя частями разделенного светового пучка (Фурье-спектрометрия). Этот метод дает значительный выигрыш в фотометрической точности и точности отсчета длины волны [19].

Чувствительность аналитических определений на Фурье-спектрометре обычно в 100-1000 раз выше, производительность в сотни раз больше, погрешности измерений на порядок меньше, чем в случае использования дисперсионных приборов. Пределы обнаружения ряда веществ достигают долей нг, а использование микроскопа позволяет анализировать включения в образцах размерами 10x10 мкм² [20].

1.5. Характеристика погрешности измерений

В таблице 1 представлены границы допускаемой относительной погрешности результатов определения концентрации углеводородов в пробе воды при доверительной вероятности $P = 0,95$.

Таблица 1. Погрешности результатов определения концентрации углеводородов в пробе воды

Диапазон измеряемой концентрации углеводородов, мг/дм ³	Границы относительной погрешности ± 5, %
От 0,05 до 0,5 включ.	50
Св. 0,5 до 50,0 включ.	25

1.6. Хроматографический метод исследования

Хроматография – метод разделения веществ, основанный на разности распределения веществ между двумя фазами подвижной (называемой еще элюентом) и неподвижной[22].

Неподвижной (стационарной) фазой служит твердое пористое вещество (часто его называют сорбентом) или пленка жидкости, нанесенная на твердое вещество. Подвижная фаза представляет собой жидкость или газ, протекающий через неподвижную фазу, иногда под давлением.

Оборудование, используемое для газовой хроматографии обычно состоит из устройства ввода пробы на одном конце металлической колонки, заполненной материалом подложки и детектором на другом конце колонны. Газ-носитель продвигает образец вниз по колонке.

В современных исследовательских лабораториях применяется значительное количество колонок, которые различаются веществом-адсорбентом и геометрией (длина и диаметр, толщина слоя адсорбента). Для анализа УВ компонентов как правило используют кварцевые капиллярные колонки длиной 30 м, диаметром 0,32 мм и нейтральной неподвижной фазой (например, 5% дифенил- + 95% диметилсилоксан) толщиной 0,25 мкм. Применение капиллярных колонок обеспечивает большую эффективность разделения пробы за счет значительной площади активной адсорбционной поверхности. Компоненты разделяемой смеси перемещаются по колонке в потоке инертного газа-носителя. Разделяемая смесь распределяется между газом-носителем и нелетучим адсорбентом (неподвижной фазой). Компоненты

смеси в соответствии со своими коэффициентами распределения, или так называемой адсорбционной способностью, которая у каждого компонента своя, селективно удерживаются неподвижной фазой до тех пор, пока не образуется отдельных «полос» (т.е. зон в газе-носителе), соответствующих отдельным компонентам. Колонка является наиболее важной частью хроматографа, от нее зависит успех разделения исследуемой пробы. Выбор адсорбента опирается на состав и физико-химические свойства анализируемых проб (предполагаемые компоненты, диапазон температур кипения, строение соединений) – для достижения эффективного разделения жидкая фаза по химическому строению должна быть близка компонентам пробы. Выбор оптимальной температуры нагрева колонки определяется тем, что она не должна быть слишком высокой, чтобы не ухудшилось разделение (температура повышает скорость процесса сорбции/ десорбции адсорбентом), и в то же время не должна быть слишком низкой, чтобы существенно не увеличивалось время удерживания адсорбентом компонентов смеси.

Для обеспечения надлежащего разделения, образец необходимо ввести в колонку в прочной компактной упаковке. Обычно образец помещают в устройство ввода пробы с помощью иглы и шприца, способного измерять объем образца. Игла вставляется в сменную неопределенную или силиконовую резиновую перегородку, покрывающую место ввода пробы. В устройстве ввода пробы поддерживается температура, при которой образец мгновенно испаряется. В идеале образец равномерно распределяется по поперечному сечению колонны, образуя пробку.

В газовом хроматографе используется детектор для измерения концентраций различных соединений при их выходе из колонки. Среди доступных детекторов используются детектор ионизации аргона, пламенно – ионизационный детектор, пламенно- излучательный детектор, детектор смешанного типа, детектор по теплопроводности и детектор электронного захвата. Выбор подходящего детектора зависит от его использования.

Предполагается, что пламенные детекторы уничтожают образец, детекторы по теплопроводности универсально чувствительны, а детектор ионизации аргона требует аргон в качестве газа-носителя.

Площадь спектрального пика пропорциональна количеству вещества, которое достигает детектора в газовом хроматографе. Не существует такого детектора, который реагировал бы одинаково на различные соединения. Результаты, полученные с помощью одного детектора, возможно будут отличаться от результатов, полученных с использованием другого детектора. Поэтому, сравнивая результаты анализов по таблице экспериментальных данных, полученных с помощью различных детекторов, нельзя обеспечить надежной идентификации образца.

Масс-спектрометрический анализ широко используется в расследованиях при поджоге, анализе выхлопных газов двигателя, анализе нефтепродуктов, а также для мониторинга состояния крови в хирургии. Масс-спектрометрия позволяет идентифицировать вещества путем передачи электрического заряда молекулам образца, придания им ускорения при пропускании через магнитное поле, разрушая молекулы на заряженные фрагменты и определяя различные заряды. Участок спектра отображает массу каждого фрагмента.

Газовая хроматография—масс-спектрометрия (ГХ-МС) — метод количественного и качественного анализа широкого круга соединений, открывающий большие перспективы во многих областях, таких как токсикология, медицина, промышленность. ГХ-МС — комбинация двух мощных аналитических инструментов: газовой хроматографии, обеспечивающей высокоэффективное разделение компонентов сложных смесей в газовой фазе, и масс-спектрометрии, позволяющей идентифицировать как известные, так и неизвестные компоненты смеси. Варианты использования газового хроматографа в качестве системы разделения и ввода пробы в масс-

спектрометр были предложены еще в конце 50-х годов XX века [23,24]. ГХ-МС высокоспецифично характеризует вещества по газохроматографическим индексам удерживания и масс-спектрам. Вещества с перекрывающимися хроматографическими пиками различают по их масс-спектрам. С другой стороны, изомеры с похожими или идентичными масс-спектрами различают по индексам удерживания. Таким образом, ГХ и МС дополняют друг друга при анализе смесей.

ГХ анализ является общим тестом на подтверждение структуры веществ. Он используется, например, для тестирования на наркотики и идентификации загрязнений при экологического мониторинге. ГХ анализа разделяет пробу на компоненты и выводит данные в виде спектрального сигнала [28]

В состав фракций нефти и нефтепродуктов могут входить тысячи компонентов. Простейшая фракция — природный газ, который состоит в основном из метана. В зависимости от источника добычи природный газ может также содержать диоксид углерода, сероводород и легкие углеводороды (этан, пропан, бутан). Другие фракции с более высокими температурами кипения это — лигроин, средние дистилляты, масла и осадок.[23]

ГХ-МС интенсивно используется в органической геохимии нефти. Экстракты из геологических образцов (нефть, уголь, нефтематеринская порода, сланец) представляют собой сложные смеси органических соединений. Некоторые из них являются биомаркерами, которые могут дать информацию о происхождении нефти и угля и условиях отложения пород. Биомаркеры это углеводороды, сохранившие углеродный скелет находящихся на большой глубине древних организмов, претерпевших физико-химические превращения [27]. Биомаркерами являются изопреноиды, тритерпаны, стераны, порфирины.

В настоящее время наибольшее внимание в вопросах исследования загрязнения окружающей среды уделяется анализу природных и сточных вод. ГХ-МС с онлайн твердофазной экстракцией позволяет достоверно определить

следовые количества известных соединений и ориентировочно идентифицировать неизвестные соединения. Таким образом, тандемная система (газовая хроматография—масс-спектро-метрия), история которой насчитывает уже более полувека, является проверенным аналитическим методом и находит свое применение во многих областях: анализе нефти, нефтепродуктов, пищевых продуктов, загрязнений окружающей среды, в решении задач обеспечения безопасности, в медицине и токсикологии. Данный метод позволяет селективно и с высокой чувствительностью определять различные типы соединений в пробах, как правило являющихся сложными смесями[25,26].

Метод применяется для определения широкого круга соединений в атмосферном воздухе и воздухе жилых и производственных помещений, различных водах и почве. Наиболее важными классами определяемых соединений являются нефтепродукты, диоксины, полихлорированные бифенилы, амины, хлорированные углеводороды, металлоорганические соединения, полициклические ароматические углеводороды и пестициды.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Характеристика объектов исследования

В качестве объектов исследования были выбраны пробы воды и донных отложений р. Томь. В 2015 г. было отобрано 4 образца воды и донных отложений от г. Междуреченска до пос. Оськино выше и ниже по течению практически для каждого из исследованных населенных пунктов.

2.2 Методы исследования

2.2.1 Определение суммарного содержания углеводов в воде и донных отложениях методом ИК-спектromетрии

Для определения суммарной концентрации углеводов в пробах воды и донных отложений был использован метод ИК спектromетрии как один из наиболее точных, экспресных и информативных. Измерения проводили на ИК-Фурье спектromетре NICOLET 5700 (разрешение 4 см^{-1} , число сканов пробы - 64) в диапазоне $3100\text{-}2700 \text{ см}^{-1}$, в кюветах из NaCl с толщиной поглощающего слоя 10 мм.

Схема исследования

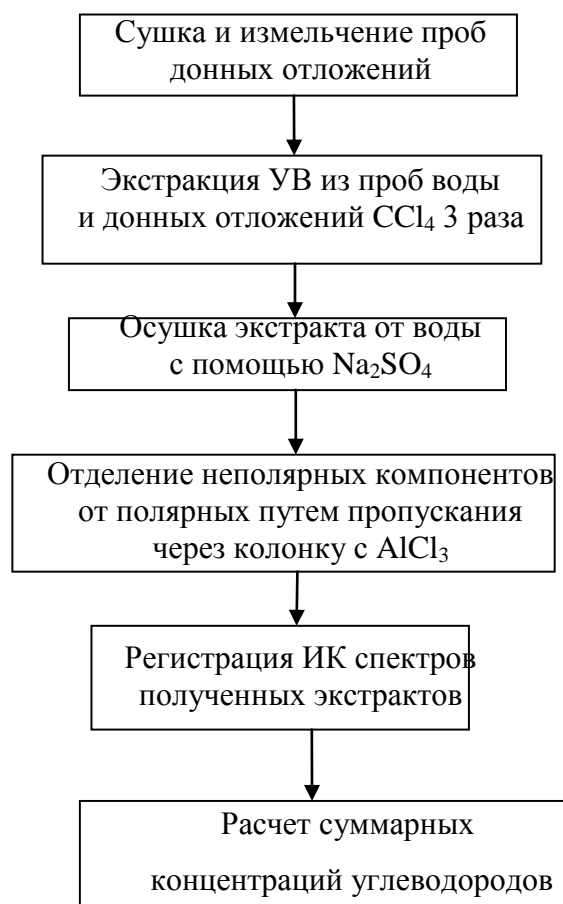


Таблица 2

2.2. Определение суммарного содержания углеводородов в воде

1. 4 пробы речной воды объемом около 1 л были законсервированы 10 мл четыреххлористого углерода (CCl_4).
2. Измерили общий объем пробы воды с помощью мерного цилиндра, вылили ее в делительную воронку и измерили рН. Затем добавили к

- пробе 1 мл HCl и снова измерили pH. Для более полной экстракции углеводов необходимо, чтобы pH было равно 3-4.
3. Интенсивно встряхивали смесь в течение 3 минут. После расслоения эмульсии нижний слой слили в стеклянный сосуд.
 4. Добавили в делительную воронку еще 20 мл четыреххлористого углерода и повторили операцию встряхивания. После расслоения эмульсии нижний слой снова слили в тот же сосуд.
 5. Для удаления воды, которая случайно могла попасть в сосуд при сливании слоя растворителя, внесли в экстракт на 30 минут безводный сульфат натрия, предварительно прокаленный при 110°C в течение 3 ч. Его количество зависит от толщины слоя воды над экстрактом – при внесении достаточного количества Na₂SO₄ раствор должен стать однородным.
 6. После осушения пропустили экстракт через фильтр Шотта со слоем Na₂SO₄ для более полного удаления остатков воды.
 7. Экстракцию нефтепродуктов и очистку экстракта от примесей полярных углеводов провели одновременно в специально подготовленной хроматографической колонке. Для этого поместили в нее стеклянное волокно, промытое 2 раза в горячем хлороформе и высушенное, смочили его четыреххлористым углеродом и насыпали сорбент – оксид алюминия II степени активности. Перед использованием Al₂O₃ прокаливали в муфельной печи при 600°C в течение 4 часов, после чего добавили к нему дистиллированную воду (3% масс) и выдержали в течение суток при комнатной температуре.
 8. В подготовленную колонку налили несколько мл четыреххлористого углерода для полного смачивания оксида алюминия. После его впитывания вылили в колонку экстракт несколькими порциями, контролируя, чтобы уровень жидкости не опускался ниже слоя оксида алюминия.

9. По окончании элюирования измерили объем полученного элюата, залили его в кювету и установили в ИК-Фурье спектрометр NICOLET 5700

2.3. Определение содержания нефтепродуктов в донных отложениях

1. В хроматографическую колонку поместили навеску донных отложений массой от 3 до 5 г и залили ее 10-12 мл четыреххлористого углерода.

2. После прохождения растворителя через колонку измерили объем полученного элюата, залили его в кювету и установили в спектрометр. Обработку спектров проводили так же, как и для воды. Содержание нефтепродуктов в почве (г/кг) находили по формуле:

$$X = \frac{C_0 \times B}{V}, \text{ где}$$

C_0 – концентрация нефтепродуктов, найденная по калибровочному графику, мг/мл;

B – объем элюата;

V – объем пробы воды, мл.

Содержание нефтепродуктов в почве (г/кг) находили по формуле:

$$X = \frac{C_0 \times V}{m},$$

где C_0 - концентрация нефтепродуктов в пробе, найденная по калибровочному графику, мг/мл;

V - объем элюата, мл;

m – масса навески, г.

2.2.2 Определение группового и индивидуального состава органических соединений методом хромато-масс спектрометрии

Экстракцию углеводородов из воды и донных отложений осуществляли хлороформом по 3 раза для каждой пробы, упаривали экстракт на ротормом испарителе и затем осуществляли ввод в хроматограф. Обработку хроматограмм проводили с помощью программы X-Calibur 10. Концентрации индивидуальных соединений в донных отложениях и воде рассчитывали по формулам (9) и (10) соответственно:

$$C_x = \frac{S_x \times V_{\text{введ}}}{S_{\text{ст}} \times m_{\text{нав}}} \quad (9), \quad C_x = \frac{S_x \times V_{\text{введ}}}{S_{\text{ст}} \times V_{\text{пробы}}} \quad (10), \text{ где}$$

S_x – площадь пика компонента x на хроматограмме,

$V_{\text{введ}}$ – объем экстракта, введенный в испаритель хроматографа (мкл),

$S_{\text{ст}}$ – площадь пика стандарта на хроматограмме,

$m_{\text{нав}}$ – масса навески донных отложений для экстракции (г),

$V_{\text{пробы}}$ – объем пробы воды (л).

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Вода (оксид водорода) — бинарное неорганическое соединение с химической формулой H₂O. Молекула воды состоит из двух атомов водорода и одного — кислорода, которые соединены между собой ковалентной связью. При нормальных условиях представляет собой прозрачную жидкость, не имеет цвета (в малом объёме), запаха и вкуса, горючая смесь лёгких углеводородов с температурой кипения от 33 до 205 °С.

Метод применяется для определения широкого круга соединений в атмосферном воздухе и воздухе жилых и производственных помещений, различных водах и почве.

Наиболее важными классами определяемых соединений являются нефтепродукты, диоксины, полихлорированные бифенилы, амины, хлорированные углеводороды, металлоорганические соединения, полициклические ароматические углеводороды и пестициды.

4.1 Предпроектный анализ

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, *сегмент рынка* – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

В данной работе продуктом и целевым рынком являются:

продукт: Вода и донные отложения реки Томь.

целевой рынок: предприятие теплоэнергетики ТДК-11.

4.1.2. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

В таблице 6 Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок).

Таблица 6 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,3	4	5	3	1,2	1,5	0,9
2. Качество продукта	0,3	5	4	3	1,5	1,2	0,9
3. Энергоемкость процессов	0,1	4	5	3	0,4	0,5	0,3
Экономические критерии оценки эффективности							
4. Цена	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
5. Конкурентоспособность продукта	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
6. Финансирование научной разработки	0,1	4	3	5	0,4	0,3	0,5
Итого	1						

Б_ф – продукт проведенной исследовательской работы;

Б_{к1} – МУП «Горводоканал» г. Новосибирск

Б_{к2} – МУП «Водоканал» г. Иркутска

4.1.3. SWOT-анализ

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

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 7.

Таблица 7 –Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: 1. Обеспечивает необходимое качество подготовки воды 2. Наличие квалифицированного персонала, имеющего опыт работы в данной области. 3. Создана система выживаемости и самообслуживания на неразвитом рынке сервисных услуг. 4. Наличие у Водоканала истории, связанной с развитием города. 5. Готовность и быстрая адаптация персонала к изменениям.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: 1. Значительный износ сетей и сооружений. 2. Устаревшее оборудование. 3. Высокая степень износа оборудования. 4. Низкий уровень оплаты труда и отсутствие мотивации в эффективном управлении. 5. Отсутствие кадрового резерва.
Возможности: 1. Использование инновационной инфра-структуры ТПУ 2. Появление	Сильные стороны и возможности: Простота применения и адекватность разработки может вызвать спрос на нее, а это в свою очередь	Слабые стороны и возможности: 1. 2. Нарботка и укрепление конкурентных преимуществ продукта.

спроса на данный вид исследования 3.Появление потенциального спроса на новые разработки 4. Уменьшение значимости или достоинства конкурентных разработок	увеличит количество спонсоров. Кроме того, унифицированность и адекватность разработки может уменьшить конкурентоспособность других разработок.	3.Модернизация оборудования. 4.Внедрение технологии 5. Выбор оптимального поставщика и заключение договорных отношений
Угрозы: 1.При отсутствии сервисного договора сильное влияние неформальных отношений. 2.Повышение требований к качеству продукции. 3.Несвоевременные поставки сырья и оборудования.	Сильные стороны и угрозы: 1. Продвижение новой технологии с целью создания спроса 2.Внедрение менеджмента качества. 3.Выбор оптимального поставщика и заключение договорных отношений.	Слабые стороны и угрозы: 1. Повышение цен на выпускаемую продукцию. 2. Закрытие проекта. 3. Дальнейшая проработка

4.1.4. 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). Степень готовности научной разработки к коммерциализации и уровень собственных знаний для ее проведения заполняется в специальной форме (таблица 8).

Таблица 8 - Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у
-------	--------------	--	----------------------------

			разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	4	4
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	4	3
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	4
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	4	3
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	2	3
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	2	2
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	2	3
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	1	1
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	2
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	3	3
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	2
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	1	1
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	1	2
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	2	2
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	2	2
	ИТОГО БАЛЛОВ	36	36

По результатам оценки можно сказать, что данная разработка считается средней перспективности.

4.2. Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы.

Заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта указаны в таблице 9.

Таблица 9 - Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
ТДК-11	Результаты содержания углеводородов в воде

В таблице 10 представлена информация о иерархии целей проекта и критериях достижения целей. Цели проекта включают цели в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Таблица 10 - Цели и результат проекта

Цели проекта:	Исследования речной воды, на содержание углеводородов
Ожидаемые результаты проекта:	Получение результатов по работе со спектрофотометром
Критерии приемки результата проекта:	Адекватность результатов
Требования к результату проекта:	Требование:
	Стандартизация готового продукта

4.2.1. Организационная структура проекта

На данном этапе работы необходимо решить следующие вопросы: кто будет входить в рабочую группу данного проекта, определить роль каждого участника в данном проекте, а также прописать функции, выполняемые каждым из участников и их трудозатраты в проекте.

Эта информация представлена в таблице 11.

Таблица 11 - Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1	Дучко Мария Александровна, НИ ТПУ, кафедра ХТТ и ХК.	Руководитель	Координация деятельности проекта	250
2	Замриенко Виктор Васильевич, НИ ТПУ, кафедра ХТТ и ХК, студент	Исполнитель	Выполнение ВКР	620
ИТОГО:				870

4.2.2. Ограничения и допущения проекта.

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» - параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта (таблица 12).

Таблица 12 - Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
3.1. Бюджет проекта	7684220,8 руб.
3.1.1. Источник финансирования	ТДК-11

3.2. Сроки проекта:	11.01.16-25.05.16
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	11.01.16
3.2.2. Дата завершения проекта	25.05.16

4.3. Планирование управления научно-техническим проектом

4.3.1. План проекта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный и сетевой графики проекта.

Линейный график представлен в виде таблицы (таблица 13).

Таблица 13 - Календарный план проекта

Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
Изучение литературы, составление литературного обзора	40	11.01.16	29.02.16	Замриенко Виктор Васильевич
Расчет на математической модели	31	01.03.16	31.03.16	Замриенко Виктор Васильевич
Обсуждение полученных результатов	14	01.04.16	15.04.16	Замриенко Виктор Васильевич Дучко Мария Александровна
Оформление выводов	18	20.04.16	02.05.16	Замриенко Виктор Васильевич Дучко Мария Александровна
Оформление пояснительной записки	21	03.05.16	24.05.16	Замриенко Виктор Васильевич Дучко Мария Александровна
Итого:	124	11.01.16	25.05.16	

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ (таблица 14).

Таблица 14 - Календарный план-график проведения НИОКР по теме

Вид работ	Исполнители	Т _к , кал, д, н.	Продолжительность выполнения работ														
			январь			февраль			март			апрель			май		
			2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Изучение литературы, составление литературного обзора	Студент	40	■														
Расчет на математической модели	Студент	31						■									
Обсуждение полученных результатов	Студент, руководитель	14									■						
Оформление выводов	Студент, руководитель	18												■			
Оформление пояснительной записки	Студент, руководитель	21												■			

4.3.2. Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения.

В процессе формирования бюджета, планируемые затраты группируются по статьям, представленным в таблице (таблица 15).

**Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты
(за вычетом отходов)**

Таблица 15 - Группировка затрат по статьям

Затраты по статьям					
Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого плановая себестоимость
1) 1477,8	7 604 244,2	57800,9	4853,7	15884,2	7684220,8
2) 1947,7	7 604 244,2	57800,9	4853,7	15884,2	7684670,7
3) 1233,7	7 604 244,2	57800,9	4853,7	15884,2	7683996,7

Расчет стоимости материальных затрат производится по действующим прейскурантам или договорным ценам. В стоимость материальных затрат включают транспортно-заготовительные расходы (3 – 5 % от цены). В эту же статью включаются затраты на оформление документации (канцелярские принадлежности, тиражирование материалов).

Результаты по данной статье указаны в таблице 16.

Таблица 16 - Материальные затраты.

Наименование	Ед.изм.	Количество			Цена за ед., руб			Затраты на материалы, (Зм), руб.		
		ООО «Томскводоканал»	Аналог 1	Аналог 2	ООО «Томскводоканал»	Аналог 1	Аналог 2	ООО «Томскводоканал»	Аналог 1	Аналог 2
СС14	дм ³	0,6	0,8	0,5	1925	1925	1925	1155	1540	962,5
СНС13	дм ³	1,6	1,9	1,4	183	183	183	292,8	347,7	256,2
Al2O3	кг	0,1	0,2	0,05	300	300	300	30	60	15
Итого:								1477,8	1947,7	1233,7

Аналог 1 – МУП «Горводоканал» г. Новосибирск;

Аналог 2 – МУП «Водоканал» г. Иркутска.

Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стенов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме (таблица 17). Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене.

Таблица 17 - Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, т.руб.	Сумма амортизационных отчислений, т.руб.
1.	спектрометре NICOLET 5700	1	7 604 244,21	1140636,6
Итого			7 604 244,21	1140636,6

Основная заработная плата

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы (размер определяется Положением об оплате труда). Расчет основной заработной платы сводим в таблицу 18.

Таблица 18 - Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{б}$, руб.	k_p	$Z_{м}$, руб	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб.дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	14584,3	1,3	18959,6	631,9	64	40447,2
Студент	2500				88	12500

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

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (1)$$

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

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от **предприятия** (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб}, \quad (2)$$

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

$T_{р}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (таблица 13);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_{м} \cdot M}{F_{д}}, \quad (3)$$

где $Z_{м}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн.(таблица 19).

Таблица 19- Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	136	136
Количество нерабочих дней	42	42
- выходные дни	6	6
- праздничные дни		
Потери рабочего времени		
- отпуск	24	-
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	64	88

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:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} \quad (4)$$

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

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

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

В таблице 20 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 20 - Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Магистрант
Основная зарплата	40447,2	12500
Дополнительная зарплата	4853,7	-
Итого по статье $C_{зп}$	45300,9	12500

Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (5)$$

где $k_{\text{внеб}} = 30\%$ коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Таблица 21 - Отчисления на социальные нужды

	Руководитель	Магистрант
Зарплата	40447,2	12500
Отчисления на социальные нужды	12134,2	3750

4.3.3. Организационная структура проекта

В практике используется несколько базовых вариантов организационных структур: функциональная, проектная, матричная (таблица 22).

Таблица 22 - Выбор организационной структуры научного проекта

Критерии выбора	Функциональная	Матричная	Проектная
Степень неопределенности условий реализации проекта	Низкая	Высокая	Высокая
Технология проекта	Стандартная	Сложная	Новая
Сложность проекта	Низкая	Средняя	Высокая
Взаимозависимость между отдельными частями проекта	Низкая	Средняя	Высокая
Критичность фактора времени (обязательства по срокам завершения работ)	Низкая	Средняя	Высокая

Взаимосвязь и взаимозависимость проекта от организаций более высокого уровня	Высокая	Средняя	Низкая
---	---------	---------	--------

Вывод: на основе проведенного анализа выбора организационной структуры научного проекта - наиболее выгодной является проектная структура.

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

Эффективность научного ресурсосберегающего проекта включает в себя социальную эффективность, экономическую и бюджетную эффективность. Показатели общественной эффективности учитывают социально-экономические последствия осуществления инвестиционного проекта как для общества в целом, в том числе непосредственные результаты и затраты проекта, так и затраты, и результаты в смежных секторах экономики, экологические, социальные и иные внеэкономические эффекты.

Показатели экономической эффективности проекта учитывают финансовые последствия его осуществления для предприятия, реализующего данный проект. В этом случае показатели эффективности проекта в целом характеризуют с экономической точки зрения технические, технологические и организационные проектные решения.

Бюджетная эффективность характеризуется участием государства в проекте с точки зрения расходов и доходов бюджетов всех уровней.

4.4.1 Оценка абсолютной эффективности исследования

Динамические методы оценки инвестиций базируются на применении показателей:

- чистая текущая стоимость (**NPV**);
- срок окупаемости (**PP**);
- внутренняя ставка доходности (**IRR**);
- индекс доходности (**PI**).

Все перечисленные показатели основываются на сопоставлении чистых денежных поступлений от операционной и инвестиционной деятельности, и их приведении к определенному моменту времени. Теоретически чистые денежные поступления можно приводить к любому моменту времени (к будущему либо текущему периоду). Но для практических целей оценку инвестиции удобнее осуществлять на момент принятия решений об инвестировании средств.

Чистая текущая стоимость (NPV)

Данный метод основан на сопоставлении дисконтированных чистых денежных поступлений от операционной и инвестиционной деятельности.

Если инвестиции носят разовый характер, то **NPV** определяется по формуле

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{опt}}{(1+i)^t} - I_0, \quad (6)$$

где $ЧДП_{опt}$ – чистые денежные поступления от операционной деятельности;

I_0 – разовые инвестиции, осуществляемые в нулевом году;

t – номер шага расчета ($t=0, 1, 2 \dots n$);

n – горизонт расчета;

i – ставка дисконтирования (желаемый уровень доходности инвестируемых средств).

Чистая текущая стоимость является абсолютным показателем. Условием экономичности инвестиционного проекта по данному показателю является выполнение следующего неравенства: **NPV** > 0.

Чем больше **NPV**, тем больше влияние инвестиционного проекта на экономический потенциал предприятия, реализующего данный проект, и на экономическую ценность этого предприятия.

Инвестиционный проект считается выгодным, если **NPV** является положительной.

План денежных потоков представлен в таблице 23.

Таблица 23 - Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

Наименование показателя	Годы (t =0, 1, 2...n)				
	0	1	2	3	4
Выручка от реализации, тыс.руб		4994,7	4994,7	4994,7	4994,7
Инвестиционные издержки, тыс.руб.	-7684,2				
Амортизация оборудования, тыс.руб.	1140,6	1140,6	1140,6	1140,6	1140,6
Сырье, тыс.руб.	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
ФОТ, тыс.руб.	62,7	62,7	62,7	62,7	62,7
Операционные затраты, тыс. руб	0,0	301,2	301,2	301,2	301,2
Прибыль до вычета налогов, тыс.руб.	0,0	4693,6	4693,6	4693,6	4693,6
Налоги	0,0	938,7	938,7	938,7	938,7
Чистая прибыль, тыс.руб.	0,0	3754,8	3754,8	3754,8	3754,8
Чистый денежный поток ЧДП=Пчист+Ам	-7684,2	4895,5	4895,5	4895,5	4895,5
Коэффициент дисконтирования (приведения при i=0,20)	1	0,833	0,694	0,579	0,482
Дисконтированный чистый денежный поток	-7684,2	4077,9	3397,5	2834,5	2359,6
То же нарастающим итогом (NPV)	-7684,2	-3606,3	-208,8	2625,7	4985,3

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет 4985300 д. ед., что позволяет судить о его эффективности.

Дисконтированный срок окупаемости (PP)

Метод расчета срока окупаемости инвестиций PP (Токуп.) состоит

в определении того периода, через который первоначальные инвестиции будут возвращены прибылью или чистыми денежными поступлениями.

Чистые денежные поступления (прибыль) по годам неравномерны. В данной ситуации срок окупаемости устанавливается путем определения кумулятивного (накопленного) денежного потока (таблица 24).

Таблица 24 - Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1.	Дисконтированный чистый денежный поток ($i=0,10$)	-7684,22	7406,43	6170,54	5148,05	4285,59
2.	То же нарастающим итогом	-7684,22	-277,79	5892,75	11040,80	15326,39
3.	Дисконтированный срок окупаемости	$PP_{диск} = 3 + 11040,8 / 4285,59 = 5,6$ года				

Внутренняя ставка доходности (IRR)

Для установления показателя чистой текущей стоимости (NPV) необходимо располагать информацией о ставке дисконтирования, определение которой является проблемой, поскольку зависит от оценки экспертов. Поэтому, чтобы уменьшить субъективизм в оценке эффективности инвестиций на практике широкое распространение получил метод, основанный на расчете внутренней ставки доходности (IRR).

Между чистой текущей стоимостью (NPV) и ставкой дисконтирования (i) существует обратная зависимость. Эта зависимость следует из таблицы 25 и графика, представленного на рисунке 2.

Таблица 25 - Зависимость NPV от ставки дисконтирования

№ п/п	Наименование показателя	0	1	2	3	4	NPV
1	Чистые денежные потоки	-7684,22	4895,48	4895,48	4895,48	4895,48	
2	коэффициент дисконтирования						

	i=0,2	1	0,833	0,694	0,578	0,482	
	i=0,3	1	0,769	0,592	0,455	0,35	
	i=0,4	1	0,714	0,51	0,364	0,26	
	i=0,5	1	0,667	0,444	0,295	0,198	
	i=0,6	1	0,625	0,39	0,244	0,095	
	i=0,7	1	0,588	0,335	0,203	0,1197	
3	Дисконтированный денежный поток						
	i=0,2	-7684,22	4077,93	3397,46	2829,59	2359,62	4985,27
	i=0,3	-7684,22	3764,62	2898,12	2227,44	1713,42	2919,4
	i=0,4	-7684,22	3495,37	2496,69	1781,95	1272,82	1362,6
	i=0,5	-7684,22	3265,28	2173,59	1444,17	969,30	168,1
	i=0,6	-7684,22	3059,67	1909,24	1194,50	465,07	-1055,7
	i=0,7	-7684,22	2878,54	1639,98	993,78	585,99	-1585,9

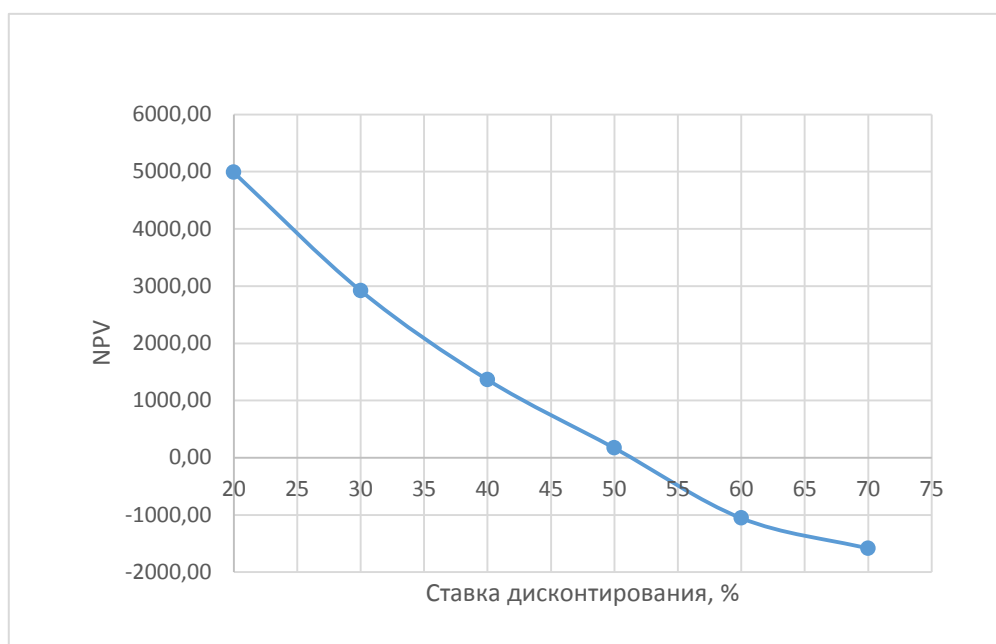


Рисунок 2 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

Из таблицы и графика следует, что по мере роста ставки дисконтирования чистая текущая стоимость уменьшается, становясь отрицательной. Значение ставки, при которой NPV обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или «внутренней нормы прибыли». Из графика получаем, что IRR составляет 0,51.

Индекс доходности (рентабельности) инвестиций (PI)

Индекс доходности показывает, сколько приходится дисконтированных денежных поступлений на рубль инвестиций.

Расчет этого показателя осуществляется по формуле:

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_t}{(1+i)^t} / I_0, \quad (7)$$

где I_0 – первоначальные инвестиции.

Следовательно:

$$PI = \frac{4077,9 + 3397,5 + 2834,5 + 2359,6}{3842,11} = 3,3$$

4.4.2 Оценка сравнительной 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.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат двух вариантов исполнения научного исследования (таблица 26). Для этого наибольший

интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Таблица 26 –Группировка затрат по статьям аналогов разработки

Вариант исполнения аналога №	Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Основная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого плановая себестоимость
1	1947,7	7 604 244,2	57800,9	15884,2	7684670,7
2	1233,7	7 604 244,2	57800,9	15884,2	7683996,7

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} = \frac{7684220,8}{7684670,7} = 0,99$$

$$I_{\Phi}^{a1} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} = \frac{7684670,7}{7684670,7} = 1$$

$$I_{\Phi}^{a2} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} = \frac{7683996,7}{7684670,7} = 0,99$$

где I_{Φ}^p - интегральный финансовый показатель разработки;

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разы.

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

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a, \quad (11)$$

$$I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p, \quad (12)$$

где I_m – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов; a_i – весовой коэффициент i -го параметра;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 27.

Таблица 27 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Способствует росту производительности труда	0,25	5	5	3
2. Удобство в эксплуатации	0,15	4	4	3
3. Надежность	0,20	5	5	4
4. Воспроизводимость	0,25	4	4	4

5. Материалоемкость	0,15	5	4	4
ИТОГО	1	4,6	4,4	3,5

Аналог 1 – МУП «Горводоканал» г. Новосибирск;

Аналог 2 – МУП «Водоканал» г. Иркутска.

$$I_m^p = 5 \times 0,25 + 4 \times 0,15 + 5 \times 0,20 + 4 \times 0,25 + 5 \times 0,15 = 4,6, \quad (13)$$

$$I_1^A = 5 \times 0,25 + 4 \times 0,15 + 5 \times 0,20 + 4 \times 0,25 + 4 \times 0,15 = 4,5, \quad (14)$$

$$I_2^A = 3 \times 0,25 + 3 \times 0,15 + 4 \times 0,20 + 4 \times 0,25 + 4 \times 0,15 = 3,8, \quad (15)$$

Интегральный показатель эффективности разработки ($I_{финр}^p$) и аналога ($I_{финр}^a$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_{\phi}^p} = \frac{4,6}{0,99} = 4,65$$

$$I_{финр}^{a1} = \frac{I_m^{a1}}{I_{\phi}^{a1}} = \frac{4,5}{1,00} = 4,5$$

$$I_{финр}^{a2} = \frac{I_m^{a2}}{I_{\phi}^{a2}} = \frac{3,8}{0,99} = 3,84$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^{a1}} = \frac{4,65}{4,5} = 1,03$$

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^{a2}} = \frac{4,65}{3,84} = 1,21$$

где Эср – сравнительная эффективность проекта; $I_{mэ}^p$ – интегральный показатель разработки; $I_{mэ}^a$ – интегральный технико-экономический показатель аналога.

Таблица 28 - Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Аналог 1	Разработк а	Аналог 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,99	0,99
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,5	4,6	3,5
3	Интегральный показатель эффективности	4,5	4,65	3,84
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,03		1,21

Аналог 1 – МУП «Горводоканал» г. Новосибирск;

Аналог 2 – МУП «Водоканал» г. Иркутска.

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет судить о приемлемости существующего варианта решения поставленной технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

Вывод: в ходе проведения анализа показателей эффективности инвестиций были проведены расчеты чистой текущей стоимости (NPV) – **4985,3** тыс. руб. Таким образом, данный инвестиционный проект считается выгодным, так как NPV является положительной величиной. Дисконтированный срок окупаемости проекта (PPдск) составил 5,6 года. Так как выполняется условие неравенства $IRR > i$, а внутренняя ставка доходности (IRR) – 0,51, инвестиционный проект экономически оправдан. Индекс

доходности (PI) составил 3,3 (данная величина превышает единицу), соответственно данная инвестиция приемлема.

