

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

Институт Неразрушающего контроля
Направление подготовки Приборостроение
Кафедра Точного Приборостроения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы	
Система автоматизированного позиционирования измерителя цвета	

УДК 543.422.7-026.26:004.9:546.3

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1БЗВ	Рудковский Данил Николаевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ТПС	Баранов П.Ф.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. Менеджмента	Грахова Е.А.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженер	Маланова Н.В.	к.т.н.		

По разделу «Вопросы технологии»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гормаков А.Н.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТПС	Бориков В.Н.	д.т.н.		

Томск – 2017 г.

Планируемые результаты обучения по программе 1Б3В

Код результата	Результат обучения
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Способность применять современные базовые и специальные естественнонаучные, математические и инженерные знания для разработки, производства, отладки, настройки и аттестации средств приборостроения с использованием существующих и новых технологий, и учитывать в своей деятельности экономические, экологические аспекты и вопросы энергосбережения.
P2	Способность подготовке производства, подбирать и внедрять необходимые производство, экономическую эффективность техпроцессов, кроме того, организационно-управленческие решения на основе экономического анализа
P3	Способность эксплуатировать и обслуживать современные средства измерения и контроля на производстве, обеспечивать поверку приборов и прочее метрологическое сопровождение всех процессов производства и эксплуатации средств измерения и контроля; осуществлять технический контроль производства, включая внедрение систем менеджмента качества
P4	Способность использовать творческий подход для разработки новых оригинальных идей проектирования и производства при решении конкретных задач приборостроительного производства, с использованием передовых технологий; уметь критически оценивать полученные теоретические и экспериментальные данные и делать выводы, использовать основы изобретательства, правовые основы в области интеллектуальной собственности
P5	Способность планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования по своей специализации с использованием новейших достижений науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта в области знаний, соответствующей выполняемой работе.
P6	Способность использовать базовые знания в области проектного менеджмента и практики ведения бизнеса, в том числе менеджмента рисков и изменений, для ведения комплексной инженерной деятельности; уметь делать экономическую оценку разрабатываемым приборам, консультировать по вопросам проектирования конкурентоспособной продукции.
P7	Способность понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности
P8	Способность эффективно работать индивидуально, в команде по междисциплинарной тематике, а также руководить командой, демонстрировать ответственность за результаты работы
P9	Способность владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инженерной деятельности
P10	Способность ориентироваться в вопросах безопасности и здравоохранения, юридических и исторических аспектах, а так же различных влияниях инженерных решений на социальную и окружающую среду
P11	Готовность следовать кодексу профессиональной этики, ответственности и нормам инженерной деятельности.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <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>	• Обзор методов анализа. • Проектирование. • Устройство позиционирования. • Вопросы технологии. • Финансовый менеджмент. • Социальная ответственность.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Грахова Елена Александровна
Социальная ответственность	Маланова Наталья Викторовна
Вопросы технологии	Гормаков Анатолий Николаевич
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ТПС	Баранов П.Ф.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б3В	Рудьковский Д.Н.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «Вопросы технологии»

Студенту:

Группа	ФИО
1Б3В	Рудьковский Данил Николаевич

Институт	ИНК	Кафедра	ТПС
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Приборостроение

Исходные данные к разделу «Вопросы технологии»:

1. Конструкторская документация	Чертеж общего вида (ФЮРА.40811.032 ВО), рабочий чертеж фланца (ФЮРА.40811.05)
---------------------------------	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Служебное назначение, техническое описание изделия и его основные технические характеристики	Трех осевой ЧПУ станок призван позиционировать инструмент по трем осям обеспечивая высокую скорость и точность позиционирования
2. Разработка операционной карты технологического процесса изготовления детали	Пластины ФЮРА.40811.05 (Приложение Ж)
6. Анализ технологичности деталей, обоснование выбора материала	Изделие обладает высокой технологичностью.

Перечень графического материала :

1. Рабочий чертеж пластин
2. Технологическая карта изготовления деталей

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гормаков А.Н.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б3В	Рудьковский Данил Николаевич		

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

Студенту:

Группа	ФИО
1Б3В	Рудьковскому Данилу Николаевичу

Институт	ИНК	Кафедра	ТПС
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Приборостроение

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	-Проект выполняется в лабораторной комнате №212, 4 корпус ИНК ТПУ -Приблизительная сумма затрат на выполнение проекта составляет 150 тысяч рублей -В реализации проекта задействованы 2 человека руководитель проекта, студент-дипломник
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	-Данная НИР новая, следовательно нормы и нормативы расходования ресурсов отсутствуют -Минимальный размер оплаты труда (на 2017 год) составляет 7500 руб
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	-Согласно п.3 п.п.16 ст. 149 НК РФ данная НИР не подлежит налогообложению - Отчисления во внебюджетные фонды – 30 % от ФОТ

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения исследовательской работы</i>	-Технико-экономическое обоснование научно-исследовательской работы - SWOT-анализ
<i>2. Планирование процесса управления НИР: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	-Планирование работ по научно-техническому исследованию;
<i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	- Оценка научно-технического уровня следования, - Оценка рисков

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

3. «Портрет» потребителя результатов НИР
 4. Матрица SWOT
- Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИР

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры менеджмента	Грахова Елена Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1БЗВ	Рудьковский Данил Николаевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Б3В	Рудьковскому Данилу Николаевичу

Институт	ИНК	Кафедра	ТПС
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Приборостроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объекты исследования – состав вещества на основе полимерных оптодов. Рабочая зона – лабораторная комната №212, 4 корпус, ИНК, ТПУ, кафедра ТПС Оборудование – Цифровой цветометрический анализатор, 3D-принтер, персональный компьютер.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения. 1.2. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследования.	Вредными факторами является отсутствие или недостаток естественного света; Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; Зрительное напряжение; Повышенный уровень шума на рабочем месте. Повышенный уровень электромагнитного и электростатического полей. К опасным факторам относятся удар электрическим током.
2. Экологическая безопасность: 2.1 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду. 2.2 Анализ влияния цифрового цветометрического преобразователя на окружающую среду. 2.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды	– Утилизация источников загрязнения окружающей среды.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	– Пожар; ситуации природного характера.

4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	– Право на условия труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены; – Использование оборудования и мебели согласно антропометрическим факторам.
--	---

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженер	Маланова Н. В.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1БЗВ	Рудьковский Д.Н.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 84 с., 18 рис., 25 табл., 27 источников, 1 прил.

Ключевые слова: цветомерический преобразователь, методы, анализ, 3D – принтер, устройство позиционирования, оптод, рабочая плоскость, пластик, устройство управления.

Объектом исследования является (ются) система позиционирования измерителя цвета.

Цель работы – разработка системы автоматизированного позиционирования измерителя цвета.

В процессе исследования проводились исследования цифрового цветомерического преобразователя, так же было разработано устройство позиционирования.

В результате исследования был проведен литературный обзор методов исследования, определение величины фототоков возбуждаемых в приемнике в зависимости от окраски оптода, разработана система автоматизированного позиционирования измерителя цвета.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: диапазон определяемых содержаний, не менее: 0,02...0,8 мг/л; предел обнаружения компонентов, не хуже: а) серебро – 0,015 мг/л; б) кобальт – 0,01 мг/л; габаритные размеры, мм: 400×400×350;

Степень внедрения: результаты разработки будут использоваться для повышения точности и быстродействия процесса измерений концентрации тяжелых металлов, а также для проведения цифрового цветомерического анализа.

Область применения: неразрушающий контроль при анализе составов веществ на основе полимерных оптодов.

Экономическая эффективность/значимость работы определена целесообразность и эффективность научного исследования путем оценки научно-технического уровня проекта, а также оценки возможных рисков.

В будущем планируется усовершенствование установки позиционирования цифрового цветомерического преобразователя.

Содержание

Введение	14
1 Обзор методов анализа	16
1.1 Актуальность использования цифрового цветометрического анализатора на основе полимерных оптодов.....	16
1.2 Особенности измерений состава веществ	16
1.3 Классификация методов	17
1.4 Значимые группы инструментальных методов анализа	17
1.5 Методы определения неизвестной концентрации в инструментальных методах анализа.....	18
1.5.1 Метод градуировочного графика	18
1.5.2 Метод стандартов (метод молярного свойства)	19
1.5.3 Метод добавок.....	19
1.5.4 Инструментальное титрование.....	19
1.5.5 Электрохимические методы анализа	20
1.5.6 Кондуктометрический метод.....	20
1.5.7 Потенциометрический метод	22
1.5.8 Вольтамперометрический метод.....	22
1.5.9 Прочие методы анализа	23
2 Проектирование устройства позиционирования	24
2.1 Атомные эмиссионные спектры. Эмиссионная фотометрия пламени. 25	
2.2 Молекулярный абсорбционный анализ и его методы.	26
2.3 Цифровой цветометрический анализ	27
3 Устройство позиционирования	29
3.1 Выбор устройства для позиционирования	30
3.2 Описание измерительной головки	31
3.3 Программное обеспечение устройства обработки информации	33
3.4 Устройство 3D принтера	36
3.5 Принцип работы принтера	37

3.5.1	Принцип работы 3D принтера, использующего пластик	38
4	Раздел «Вопросы технологии»	43
5	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 49	
6	Социальная ответственность	66
7	Заключение	76
8	Список литературы	77

Введение

В настоящее время активно развивается промышленность, что влечет за собой немыслимое загрязнение окружающей среды. Отходы сбрасываются различными способами: в виде дыма или со стоками, поэтому необходимо постоянно контролировать статус загрязнений, водоочистку, водоподготовку. Контроль состава и загрязненности жидкостей необходим не только в районе заводов и фабрик, он играет огромную роль и в исследовательских работах.

Без химического анализа невозможно представить медицинскую диагностику, биотехнологию, фармацевтику. В связи с увеличением количества выполняемых анализов и числа изучаемых веществ, потребность в подобной информации возрастает. Химический анализ позволяет максимально точно определять состав сложных соединений, но в некоторых случаях является недостаточным. Так происходит потому, что при химическом анализе важно получить определяемое вещество в индивидуальном состоянии. Если выделить вещество невозможно, или затруднительно, то данный метод является нецелесообразным.

В подобных случаях применяют физические методы исследования. Изучив физические изменения и свойства вещества в той или иной системе по мере состава или внешних условий, в большинстве случаев удастся не только отследить наличие химических превращений, но и наблюдать за их протеканием, получая определенные данные касаясь их характера и состава. Исследование протекающих в системе химических реакций при исследовании ее физических свойств является предметом физико-химического анализа.

Наиболее эффективным и экономически выгодным в последнее десятилетие является химический количественный цифровой цветометрический анализ, в котором в качестве первичных измерительных преобразователей используются оптические сенсоры – оптоды.

Целью данной работы является разработка обеспечения цифрового цветометрического анализа, включая его химическую и инструментальную составляющую.

1 Обзор методов анализа

1.1 Актуальность использования цифрового цветометрического анализатора на основе полимерных оптодов

Актуальность данной работы объясняется тем, что в настоящее время во многих отраслях промышленности требуется осуществлять контроль состава веществ, для определения которых используются различные способы и средства измерений. Экспресс-метод определения состава веществ с помощью цифрового цветометрического анализатора является более точным в сравнении с современными спектрофотометрами и менее трудоемким.

1.2 Особенности измерений состава веществ

Основной отличительной особенностью при физико-химических измерениях является процесс подготовки пробы к анализу. При транспортировке пробы от места взятия к аналитическому прибору, при ее хранении и в самом процессе анализа возможны различные трансформации состава. К подобным изменениям могут привести изменения температуры, влажности, давления. Наиболее значимое влияние на результат анализа оказывают катализаторы - вещества, которые не принимают участие в химических превращениях, но изменяют скорость их протекания, что очень часто влияет на конечный результат.

Определение состава веществ и материалов по различным свойствам возможно методами оценки систематических погрешностей, используя различные уравнения для измерения и определения одной и той же величины.

Еще одна отличительная особенность физико-химических измерений заключается в разнообразии методов и приборов определения микро и макро концентраций одного и того же компонента в заданной среде. Нужно использовать совершенно разные подходы, в зависимости от содержания данного компонента в смеси.

1.3 Классификация методов

Любое свойство вещества, которое может быть использовано для установления качественного или количественного состава объекта, принято называть аналитическим сигналом. Все методы аналитической химии строятся на получении, а затем измерении полученного аналитического сигнала.

По принципу получения аналитического сигнала методы аналитической химии делятся на 3 группы:

- химические методы;
- физические методы;
- биологические методы.

Химические методы анализа качественные и количественные методы анализов веществ, основанные на применении химических реакций. Характерна высокая точность результата (погрешность анализа составляет десятые доли процента). Не смотря на это, данные методы вытесняются более экспрессивными физическими и физико-химическими методами.

Физическими и физико-химическими методами анализа являются инструментальные. Их проведение невозможно без применения измерительной аппаратуры.

1.4 Значимые группы инструментальных методов анализа

Оптические методы анализа основаны на измерении оптических свойств и различных эффектов, которые наблюдаются при взаимодействии вещества с электромагнитным излучением. Оптические химические сенсоры имеют невысокую стоимость и играют важную роль в различных видах мониторинга: производственном, экологическом, клиническом и др.

Электрохимические методы, основываются на измерении электрических параметров исследуемого вещества. Это совокупность методов количественного и качественного анализа, которые основаны на электрохимических явлениях, которые происходят в исследуемой среде или

на границе раздела фаз и связанных с изменением химического состава, структуры или концентрации анализируемого вещества.

Хроматографический метод анализа, основан на использовании сорбции в динамических условиях и применяется для разделения и анализа однородных многокомпонентных смесей. Идентификация смеси возможна только после разделения (установления природы) и количественно определить (массу, концентрацию) любыми химическими, физическими и физико-химическими методами.

Биологические методы анализа Определения органических и неорганических соединений, основанные на применении живых организмов в качестве аналитических индикаторов. Индикаторами могут быть микроорганизмы, водоросли и высшие растения, водные беспозвоночные и позвоночные животные, насекомые, черви, а также ткани, различных органов и систем теплокровных.

1.5 Методы определения неизвестной концентрации в инструментальных методах анализа

В процессе анализа неизвестной концентрации вещества по величине аналитического сигнала химики используют несколько приёмов, которые являются общими для всех физических и физико-химических методов анализа.

1.5.1 Метод градуировочного графика

Это графический приём нахождения неизвестной концентрации (C_x) по величине аналитического сигнала пробы (I_x). Для проведения анализа готовят несколько стандартных растворов, производят замеры величины аналитического сигнала этих растворов и строят градуировочный график $I = f(C)$. Затем, в таких же условиях, измеряют аналитический сигнал пробы I_x и по графику определяют концентрацию исследуемого вещества в пробе C_x .

1.5.2 Метод стандартов (метод молярного свойства)

Существует два приема расчетного нахождения неизвестной концентрации:

- метод одного стандарта. Для проведения данного анализа готовят один стандартный раствор, и определяемый раствор, затем производят замеры аналитического сигнала раствора и пробы в одинаковых условиях.

Неизвестная концентрация рассчитывается по формуле.

- метод двух стандартов (ограничивающих растворов). При использовании данного метода готовят несколько стандартных растворов, и измеряют величины аналитического сигнала в одинаковых условиях, затем выбирают два стандартных (ограничивающих) раствора так, чтобы $C_1 < C_x < C_2$ и $I_1 < I_x < I_2$. Расчет неизвестной концентрации производят по формуле.

1.5.3 Метод добавок

Данный метод включает в себя измерение аналитического сигнала пробы, а затем аналитического сигнала пробы с добавкой стандартного раствора определяемого вещества. Данный метод подразделяется на две разновидности:

- метод однократной добавки-расчетный.
- метод серии добавок-графический.

1.5.4 Инструментальное титрование

Данный метод основан на измерении какого-либо свойства раствора в процессе титрования. Кривые титрования получаются разными в зависимости от измеряемой величины.

В случае, изменения аналитического сигнала линейно, получают линейные кривые, при изменении концентрации вещества в растворе. К таким сигналам можно отнести силу тока, светопоглощение, электрическую проводимость и др.

Если аналитический сигнал связан с логарифмом концентрации вещества в растворе, получают логарифмические кривые. Подобными сигналами являются: потенциал, pH и т.д.

1.5.5 Электрохимические методы анализа

Аналитическим сигналом данного метода может служить любой электрический параметр, который связан с составом раствора и концентрации вещества в нем, так как электрохимические методы анализа строятся на использовании процессов протекающих на поверхности электродов, или в при электродном пространстве.

Для измерения электрических параметров растворов часто применяют микроамперметры, милливольтметры, мосты переменного тока, кондуктометры и др.

1.5.6 Кондуктометрический метод

Кондуктометрия – самый простой из электрохимических методов анализа. Он строится на измерении электропроводности раствора:

$$W = \frac{I}{R} \quad (1)$$

W - электропроводность раствора;

R - сопротивление раствора.

Аналитическим сигналом служат сопротивление раствора или его электропроводность. Сигнал формируется в межэлектродном пространстве и возникает по следующим причинам:

- диссоциация молекул на ионы;
- миграция ионов под действием внешнего источника напряжения.

Применение данного метода возможно только для растворов электролитов.

Кондуктометрия проводится прямым и косвенными методами (кондуктометрическое титрование).

Метод прямой кондуктометрии заключается в том, что концентрацию вещества определяют по результатам измерений электрической проводимости (или сопротивления). При этом используется два приёма нахождения неизвестной концентрации:

- метод прямой кондуктометрии, который применяется в качестве метода аналитического контроля растворов электролитов. В величину аналитического сигнала вносят вклад все ионы, присутствующие в растворе, поэтому применение метода ограничено по причине малой селективности.

- метод кондуктометрического титрования заключается в том, что измерения электрической проводимости раствора проходят в ходе титрования, по результатам которых строят кривую титрования. Кривая титрования - линейна. При кондуктометрическом титровании используют реакции осаждения, комплексообразования и кислотно – основные реакции в водных и неводных растворах.

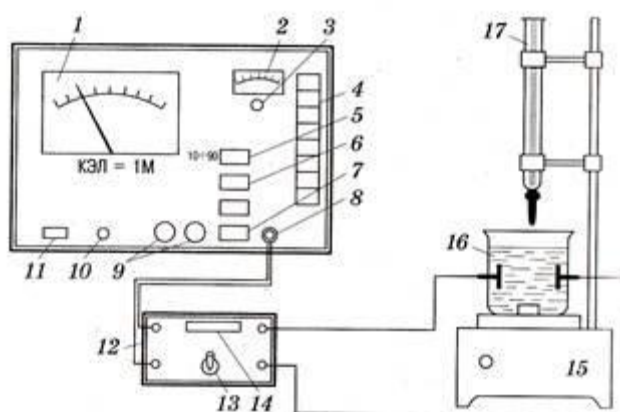


Рисунок 1 – Установка для кондуктометрического титрования: 1 – 14 – шкалы и управляющие кнопки кондуктометра; 15 – магнитная мешалка; 16 – ячейка с электродами; 17 – бюретка с раствором титранта

1.5.7 Потенциометрический метод

Данный метод анализа основывается на зависимости электродного потенциала (E) от активности (a) или концентрации (C) вещества в растворе. В процессе измерений необходимо составить гальванический элемент из подходящего индикаторного электрода и электрода сравнения, а также прибор для измерения потенциала индикаторного электрода.

При исследовании используют: потенциометр (для особо точных измерений) и электронные вольтметры, pH -метры, иономеры.

Различают потенциометрическое титрование и прямую потенциометрию.

Потенциометрическое титрование.

При данном исследовании измеряют электродвижущую силу в процессе титрования, затем строят кривую титрования. Определяют по ней объём титранта в точке эквивалентности и рассчитывают результат анализа по закону эквивалентов. Используются реакции следующих типов: кислотно-основные реакции, окислительно-восстановительные реакции осаждения и комплексообразования. Данный метод удобен для титрования окрашенных и разбавленных растворов, смесей веществ.

Прямая потенциометрия. Измеряют электродвижущую силу гальванического элемента и по зависимости $E = f(a)$ находят активность иона графическим или расчётным способом. При этом используют:

- метод градуировочного графика;
- метод добавок;
- метод концентрационного элемента.

1.5.8 Вольтамперометрический метод

Вольтамперометрия – это совокупность электрохимических методов анализа, основанных на использовании вольтамперных зависимостей $I = f(E)$, которые получают в процессе электролиза. Данные методы являются

наиболее универсальными среди методов электрохимического анализа. Они позволяют одновременно получать количественную и качественную информацию о находящихся в растворе электроактивных (способных вступать в химические реакции под действием электрического тока) веществах.

Инверсионная вольтамперометрия позволяет в значительной степени увеличить чувствительность. Данный метод основан на выделении определяемого элемента из очень разбавленного раствора на ртутной капле или тонкой плёнке ртути на графитовом электроде, или просто на графитовом электроде посредством электролиза с последующим анодным растворением полученного продукта. Процесс накопления происходит при потенциале, соответствующем предельному току. Зависимость силы тока от напряжения при анодном растворении имеет вид характерного пика, высота которого пропорциональна концентрации определяемого иона, а потенциал максимума определяется природой иона.

1.5.9 Прочие методы анализа

Спектроскопические и другие оптические методы анализа – это значительная группа методов, основанных на взаимодействии электромагнитного излучения с веществом. Аналитический сигнал можно получать в различных областях спектрального диапазона. В зависимости от этого различают следующие виды спектроскопии (таблица 1).

Таблица 1 – Области спектрального диапазона и виды спектроскопии

Область спектрального диапазона	Название метода
Рентгеновская	Рентгеновская спектроскопия
Оптическая (УФ, ИК, Видимая)	Оптическая спектроскопия
Микроволновая	Микроволновая спектроскопия
Радиоволновая	Радиоволновая спектроскопия

2 Проектирование устройства позиционирования

В аналитической химии из всевозможных методов наибольшее распространение получила оптическая спектроскопия. Так как, при взаимодействии со светом происходят самые различные явления, то методы спектроскопии очень разнообразны.

В основе спектроскопических методов анализа лежат явления, которые обусловлены корпускулярной природой света. Явления подобного рода наблюдаются при взаимодействии света с отдельными атомами или молекулами. Очень часто при таких явлениях происходит поглощение или испускание света.

В основе метода абсорбционной спектроскопии лежит поглощение света атомами и молекулами. В основе оптических методов анализа, лежат явления, которые обусловлены волновой природой света. Явления подобного характера происходят при взаимодействии света со всем веществом.

Различают спектры испускания и спектры поглощения, которые зависят от типа взаимодействия.

Спектры испускания:

- эмиссионные спектры – испускаются термически возбуждёнными частицами;
- спектры люминесценции – испускаются нетермический возбуждёнными частицами (электромагнитное излучение, электрическое поле, энергия химической реакции и др.);
- спектры делятся на атомные и молекулярные, в зависимости от природы частиц.

Молекулярные спектры делятся на:

- вращательные;
- колебательные;
- электронные.

2.1 Атомные эмиссионные спектры. Эмиссионная фотометрия пламени.

Атомные эмиссионные спектры также называют линейчатыми потому, что они состоят из отдельных линий. Каждому элементу характерен свой вид спектра. Атомный и ионный спектры различаются, так как имеют разное электронное строение. Атомные эмиссионные спектры обусловлены только спонтанными (самопроизвольными) электронными переходами в термически возбужденных атомах. Если атомной системе сообщить энергию, то электроны атомов переходят в возбужденное состояние. После они спонтанно возвращаются в основное состояние. Избыточная энергия при этом испускается в виде квантов света.

Для того чтобы получить атомный эмиссионный спектр необходимо:

- перевести вещество в атомное состояние (атомизировать);
- возбудить полученные атомы.

При этом энергия, которая затрачена на возбуждение, должна быть меньше потенциала ионизации, в противном случае получится спектр иона. При постоянных условиях атомизации и возбуждения, без посторонних физико-химических и оптических явлений, число возбужденных атомов прямо пропорционально концентрации исследуемого вещества.

Для регистрации атомных эмиссионных спектров используют два способа:

- фотографический, при котором степень почернения фотоэмульсии служит мерой интенсивности;
- фотоэлектрический, при котором величина электрического сигнала служит мерой интенсивности.

Эмиссионный метод фотометрии пламени основан на измерении интенсивности света, который излучают возбужденные частицы (атомы или молекулы) при введении вещества в пламя горелки в виде аэрозоля.

Излучение, возникающее при этом отделяется с помощью светофильтра, и попадая на фотоэлемент возбуждает фототок, который измеряют микроамперметром.

Используя этот метод можно определить щелочные и щелочноземельные металлы. Метод ограничен возможностями источника возбуждения-пламени, так как оно обладает меньшей энергией возбуждения, чем другие источники, такие как искра, дуга и т.п. Это является основной причиной того, что в пламени возбуждаются только элементы с низким потенциалом возбуждения.

Исходя из того, что метод фотометрии не требует проведения химических реакций, и является только физическим, то при определении неизвестной концентрации применение косвенного приема невозможно! При необходимости определения концентрации исследуемого вещества используют остальные доступные методы, а именно:

- метод градуировочного графика;
- метод стандартов;
- метод добавок является очень эффективным для уменьшения систематических погрешностей, которые вызваны физико-химическими помехами.

2.2 Молекулярный абсорбционный анализ и его методы.

Спектры поглощения, в отличие от спектров испускания, обусловлены вынужденными электронными переходами. Происходят они под воздействием излучения от внешнего источника. С целью получения спектров поглощения, вещество необходимо поместить в поле электромагнитного излучения. В случае, когда энергия кванта с частотой $h\nu$ не меньше, чем энергия перехода, то он может осуществиться, в результате чего вещество не будет поглощать свет с частотой $h\nu$. В противном случае переход осуществляться не будет, и свет будет поглощаться. Основным

условием для поглощения света является совпадение энергии перехода и энергии поглощаемого фотона. Второе условие для поглощения – переход должен быть разрешен правилами отбора.

Различают следующие методы молекулярного абсорбционного анализа зависимости от области оптического диапазона, способа измерения и монохроматичности используемого света:

- фотометрический включает в себя три метода основанных на поглощении света веществом в ультрафиолетовой и видимой областях, а так же использовании электронных спектров поглощения:
- визуальная колориметрия – это визуальный метод сравнения окраски анализируемых и стандартных растворов;
- фотоколориметрия – метод измерения интенсивности света прошедшего через раствор фотоэлектрическим приемником;
- спектрофотометрия – измерение монохроматического света прошедшего через раствор фотоэлектрическим приемником;
- инфракрасная – спектроскопия - поглощение света веществом в инфракрасной области и использование колебательных спектр.

2.3 Цифровой цветометрический анализ

Весьма перспективными для быстрого количественного определения веществ являются так называемые оптоды, которые изменяют цвет при взаимодействии с определяемым компонентом. Они позволяют сравнительно легко получить и измерить аналитический сигнал в форме интенсивности окраски оптода с использованием любых имеющихся под рукой средств, таких как спектрофотометр, цифровая видео или фотокамера, офисный сканер, устройство на базе полупроводниковых фотоприемников и т.п.

Современные оптические химические сенсоры обычно имеют невысокую стоимость и играют важную роль в различных видах мониторинга: производственном, клиническом, экологическом и др.

Для последующей обработки этого сигнала можно использовать один из методов цифровой обработки изображений. Этот метод определения состава веществ получил известность как цифровой цветометрический анализ. Оптоды изготовлены из материала, который содержит функциональные группы, позволяющие сорбировать и экстрагировать аналитические реагенты и определяемые вещества. Оптический сигнал в виде цвета определенной интенсивности формируется в оптоде после его взаимодействия с определяемым веществом и служит источником информации о количественном содержании вещества.

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Разработка НИР производится группой квалифицированных работников, состоящей из двух человек – руководителя и студента.

Данная выпускная квалификационная работа заключается в измерении концентрации раствора тяжелых металлов и разработке устройства позиционирования. Объектом исследования при ее выполнении является оптоды а рабочей зоной – лабораторная комната № 212, 4 корпус, ИНК, ТПУ, кафедра ТПС.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности НТИ, оценка его эффективности, уровня возможных рисков, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Оценить коммерческий потенциал и перспективность разработки НТИ;
2. Осуществить планирование этапов выполнения исследования;
3. Рассчитать бюджет затрат на исследования;
4. Произвести оценку научно–технического уровня исследования и оценку рисков.

К научно–исследовательским работам относятся работы поискового, теоретического и экспериментального характера, которые выполняются с целью расширения, углубления и систематизации знаний по определенной научной проблеме и создания научного задела.

5.1. Техничко–экономическое обоснование НИР

В настоящее время активно развивается промышленность, что влечет за собой немислимое загрязнение окружающей среды. Отходы сбрасываются

различными способами: в виде дыма или со стоками, поэтому необходимо постоянно контролировать статус загрязнений, водоочистку, водоподготовку. Контроль состава и загрязненности жидкостей необходим не только в районе заводов и фабрик, он играет огромную роль и в исследовательских работах.

Без химического анализа невозможно представить медицинскую диагностику, биотехнологию, фармацевтику. В связи с увеличением количества выполняемых анализов и числа изучаемых веществ, потребность в подобной информации возрастает. Химический анализ позволяет максимально точно определять состав сложных соединений, но в некоторых случаях является недостаточным. Так происходит потому, что при химическом анализе важно получить определяемое вещество в индивидуальном состоянии. Если выделить вещество невозможно, или затруднительно, то данный метод является нецелесообразным.

В подобных случаях применяют физические методы исследования. Изучив физические изменения и свойства вещества в той или иной системе по мере состава или внешних условий, в большинстве случаев удастся не только отследить наличие химических превращений, но и наблюдать за их протеканием, получая определенные данные касаясь их характера и состава. Исследование протекающих в системе химических реакций при исследовании ее физических свойств является предметом физико-химического анализа.

Наиболее эффективным и экономически выгодным в последнее десятилетие является химический количественный цифровой цветометрический анализ, в котором в качестве первичных измерительных преобразователей используются оптические сенсоры – оптоды.

Целью данной работы является разработка обеспечения цифрового цветометрического анализа, включая его химическую и инструментальную составляющую.

Коммерческого потенциала у данного исследования нет, поскольку оно выполняется в рамках ВКР и в большей степени олицетворяет теоретическую значимость полученных результатов.

Произведем также в данном разделе SWOT–анализ НТИ, позволяющий оценить факторы и явления способствующие или препятствующие продвижению проекта на рынок. [5] В таблице 5.1.описаны сильные и слабые стороны проекта, выявлены возможности и угрозы реализации НТИ, которые могут появиться в его внешней среде.

Таблица 5.1 – SWOT–анализ НИР

Сильные стороны	Возможности во внешней среде
С1. Метод измерения с помощью оптода является довольно экспрессным; С2. Метод, описанный в работе, несет в себе экономичность и ресурсоэффективность; С3. Данный метод является энергосберегающим; С4. Актуальность метода; С5. Наличие опытного руководителя.	В1.Простая адаптация научного исследования под иностранные языки; В2.Большой потенциал применения метода в России и других странах;
Слабые стороны	Угрозы внешней среды
Сл1. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с данным методом.	У1.Отсутствие спроса на новый метод; У2.Появление новых более сильных методов.

Далее выявим соответствия сильных и слабых сторон научно–исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Таблица 5.2 – сильные стороны проекта

Возможности проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	В1	+	–	+	+	–
	В2	+	+	+	–	–

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и возможности: В1С1С3С4, В2С1С2С3.

Таблица 5.3 – слабые стороны проекта

Возможности проекта		Сл1
	B1	0
	B2	0

Таблица 5.4 – сильные стороны проекта

Угрозы		C1	C2	C3	C4	C5
	Y1	+	+	0	–	0
	Y2	+	0	0	+	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и угроз: Y1C1C2, Y2C1C4.

Таблица 5.5 – слабые стороны проекта

Возможности проекта		Сл1
	Y1	–
	Y2	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить, что коррелирующих слабых сторон нет.

Итак, самой большой угрозой для проекта является отсутствие спроса, что на данном этапе не прогнозируется, поскольку аналогов данному методу нет. Также среди угроз можно отметить появление новых методов измерения концентрации или состава вещества тяжелых металлов.

Что касается слабых сторон, то для данного метода, во избежание их влияния, требуется привлечение опытных кадров, обеспечить обучение нового персонала со знаниями вихретокового контроля, электроники и физики.

Таким образом, несмотря на то, что коммерческого потенциала у данного исследования нет и оно в большей степени олицетворяет теоретическую значимость полученных результатов, результаты НТИ актуальны для предприятий, заинтересованных в познании более выгодного метода измерения концентрации вещества.

5.2 Планирование работ по научно–техническому исследованию

Для правильного планирования, а также финансирования и определения трудоемкости выполнения НИР необходимо ее разбить на этапы. Под этапом понимается крупная часть работы, которая имеет самостоятельное значение и является объемом планирования и финансирования. НИР имеет:

1. Подготовительный этап. Сбор, изучение и анализ, имеющийся информации. Определение состава исполнителей и соисполнителей, согласование с ними частных задач. Разработка и утверждение задания.

2. Разработка теоретической части.

3. Проведение численного эксперимента

4. Выводы и предложения по теме, обобщение результатов разработки.

5. Завершающий этап. Рассмотрение результатов исследования. Утверждение результатов работы. Подготовка отчетной документации.

Данную НИР можно разделить на следующие этапы (Таблица 1):

- а) Разработка задания на НИР;
- б) Выбор направления исследования;
- в) Теоретические и экспериментальные исследования;
- г) Обобщение и оценка результатов;
- д) Оформление отчета НИР.

Работу выполняло 2 человека: руководитель, студент–дипломник.

Трудоемкость выполнения НИР оценивается экспертным путем в человеко–днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Разделим выполнение дипломной работы на этапы, представленные в таблице 5.6:

Таблица 5.6 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка задания на НИР	1	Составление и утверждение задания	Баранов П.Ф.– руководитель;

		НИР	Рудьковский Д.Н. – студент–дипломник.
Проведение НИР			
Выбор направления исследования	2	Изучение методов измерения концентрации состава вещества	Рудьковский Д.Н.
	3	Разработка метода измерения концентрации состава вещества с помощью оптодов	Баранов П.Ф. Рудьковский Д.Н.
	4	Календарное планирование работ	Баранов П.Ф. Рудьковский Д.Н.
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Планирование проведения численных экспериментов	Баранов П.Ф. Рудьковский Д.Н.
	6	Снятие показаний	Баранов П.Ф. Рудьковский Д.Н.
	7	Обработка полученных данных	Баранов П.Ф. Рудьковский Д.Н.
Обобщение и оценка результатов	8	Анализ полученных результатов, выводы	Рудьковский Д.Н.
	9	Оценка эффективности полученных результатов	Баранов П.Ф. Рудьковский Д.Н.
Оформление отчета НИР	10	Составление пояснительной записки	Рудьковский Д.Н.

5.2.1 Определение трудоемкости этапов НИР

Расчет трудоемкости осуществляется опытно–статистическим методом, основанным на определении ожидаемого времени выполнения работ в человеко–днях по формуле

$$t_{ож\ i} = \frac{3 \cdot t_{\min i} + 2 \cdot t_{\min i}}{5}, \quad (2)$$

Где $t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i –ой работы, чел.–дн.;

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

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

Рассчитаем значение ожидаемой трудоёмкости работы:

Для установления продолжительности работы в рабочих днях используем формулу:

$$T_{pi} = \frac{t_{ож i}}{Ч_i}, \quad (3)$$

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

$t_{ож i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.–дн.;

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

Для удобства построения календарного план–графика, длительность этапов в рабочих днях переводится в календарные дни и рассчитывается по следующей формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k, \quad (4)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения одной работы, календ. дн.;

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

k – коэффициент календарности, предназначен для перевода рабочего времени в календарное.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$k = \frac{T_{кг}}{T_{кг} - T_{вд} - T_{пд}}, \quad (5)$$

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

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

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

Определим длительность этапов в рабочих днях и коэффициент календарности:

$$k = \frac{T_{кг}}{T_{кг} - T_{вд} - T_{пцд}} = \frac{365}{365 - 104 - 10} = 1,45,$$

тогда длительность этапов в рабочих днях, следует учесть, что расчетную величину продолжительности работ T_k нужно округлить до целых чисел. [22]
Результаты расчетов приведены в таблице 4.2.

5.2.2 Техническая готовность темы

Определение технической готовности темы позволяет дипломнику точно знать, на каком уровне выполнения находится определенный этап или работа. Показатель технической готовности темы характеризует отношение продолжительности работ, выполненных на момент исчисления этого показателя, к общей запланированной продолжительности работ, при этом следует учесть, что период дипломного проектирования составляет примерно 6 месяцев, дипломник выступает в качестве основного исполнителя.

Для начала следует определить удельное значение каждой работы в общей продолжительности работ:

$$Y_i = \frac{T_{pi}}{T_p} \cdot 100\%, \quad (6)$$

где Y_i – удельное значение каждой работы в %;

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

T_p – суммарная продолжительность темы, раб.дн.

Тогда техническую готовность темы Γ_i , можно рассчитать по формуле:

$$\Gamma_i = \frac{\sum_{i=1} T_{pi}}{T_p} \cdot 100\%, \quad (7)$$

где $\sum T_{pi}$ – нарастающая продолжительность на момент выполнения i -той работы. [22]

Результаты расчетов приведены в таблице 4.2.

Таблица 5.7 – Временные показатели проведения НИР

№ раб.	Исполнители	Продолжительность работ						
		$t_{\min}$ чел– дн.	$t_{\max}$ чел–дн	$t_{\text{ож}}$ чел–дн	T_p раб.дн	T_k кал.дн	Y_i , %	Γ_i , %
1	Баранов П.Ф. Рудьковский Д.Н.	1	5	2,6	1,3	2	2,20	0,02
2	Рудьковский Д.Н.	5	15	9	9	39	15,20	17,40
3	Баранов П.Ф. Рудьковский Д.Н.	16	30	21,6	10,8	4	18,24	35,64
4	Баранов П.Ф. Рудьковский Д.Н.	4	12	7,2	3,6	5	6,08	41,72
5	Баранов П.Ф. Рудьковский Д.Н.	12	16	13,6	6,8	2	11,49	53,21
6	Баранов П.Ф. Рудьковский Д.Н.	6	12	8,4	4,2	6	7,09	60,30
7	Баранов П.Ф. Рудьковский Д.Н.	6	9	7,2	3,6	5	6,08	66,39
8	Рудьковский Д.Н.	5	9	6,6	6,6	3	11,15	77,53
9	Баранов П.Ф. Рудьковский Д.Н.	7	15	10,2	5,1	4	8,61	86,15
10	Рудьковский Д.Н.	5	13	8,2	8,2	9	13,85	100,00
ИТОГО					59,2	79		

5.2.3 Построение графика работ

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

[23]

Таблица 5.8 – Календарный график проведения НИР

Этапы	Вид работы	Исполнители	T_k	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
1	Составление и утверждение задания НИР	Баранов П.Ф. Рудьковский Д.Н.	3					
2	Изучение методов диагностики металлорежущих станков	Рудьковский Д.Н.	39					
3	Разработка метода диагностики, на основе имитирующего устройства	Баранов П.Ф. Рудьковский Д.Н.	4					
4	Календарное планирование работ	Баранов П.Ф. Рудьковский Д.Н.	5					
5	Планирование проведения численных экспериментов	Баранов П.Ф. Рудьковский Д.Н.	2					
6	Снятие показаний	Баранов П.Ф. Рудьковский Д.Н.	6					
7	Обработка полученных данных	Баранов П.Ф. Рудьковский Д.Н.	5					
8	Анализ полученных результатов, выводы	Рудьковский Д.Н.	3					
9	Оценка эффективности полученных результатов	Баранов П.Ф. Рудьковский Д.Н.	4					
10	Составление пояснительной записки, Сдача результатов НИР	Рудьковский Д.Н.	9					

– руководитель, – студент–дипломник.

В результате видно, что для выполнения работы требуется всего 2 человека и работа выполняется в течении 79 дней.

5.3 Смета затрат на разработку проекта

Затраты представляют собой все производственные формы потребления денег и измеримых в денежном измерении материальных ценностей, которые служат непосредственной производственной целью.

Рассчитываем смету расходов, включая затраты на приобретение необходимого оборудования для разработки проекта и текущие расходы. Затраты, образующие себестоимость продукции (работ, услуг), группируются в соответствии с их экономическим содержанием по следующим элементам:

$$K_{\text{проекта}} = I_{\text{мат}} + I_{\text{ам.техн}} + I_{\text{зп}} + I_{\text{соц.отч.}} + I_{\text{накл.расх}} + I_{\text{прочие}}$$

Материальные затраты отражают стоимость приобретенных материалов и сырья, которые входят в состав вырабатываемой продукции, образуя ее основу, или являются необходимыми компонентами при изготовлении продукции. [23]

В данной работе моделирование проводится на компьютере поэтому материальных затрат нет.

Для проведения научно–исследовательской работы требуется компьютер, цифровой преобразователь, 3D–принтер и устройство управления принтером и одновременно обработки информации.

Срок полезного использования: компьютер – по третьей группе (техника электронно– вычислительная): 15 лет. [24]

Рассчитываем материальные затраты используется один компьютер стоимостью 40000 рублей.

Рассчитываем материальные затраты используется один цифровой преобразователь стоимостью 20000 рублей, 3D–принтер 20000 рублей и устройство управления принтером и одновременно обработки информации 30000 рублей.

Амортизация основных фондов – сумма амортизационных отчислений на полное восстановление основных производственных фондов, вычисленная

исходя из их балансовой стоимости и утвержденных норм амортизации. Корректно при расчете затрат учитывать в году приобретения и в последующие годы только ту часть затрат, которая происходит от старения основных фондов в каждом году. [23]

Рассчитаем амортизацию оборудования техники $I_{\text{ам.обор}}$, по следующей формуле

$$I_{\text{ам. обор}} = \left(\frac{T_{\text{исп. обор}}}{365} \right) \times K_{\text{обор}} \times H_a,$$

где $T_{\text{исп.обор}}$ – время использования оборудование;

365 дней – количество дней в году;

$K_{\text{обор}}$ – стоимость оборудования;

H_a – норма амортизации.

$$H_a = \frac{1}{T_{\text{с.с. обор.}}},$$

где $T_{\text{с.с.обор.}}$ – срок службы оборудования

$$I_{\text{ам.комп}} = \left(\frac{T_{\text{исп.комп}}}{365} \right) \cdot K_{\text{комп}} \cdot H_a = \left(\frac{70}{365} \right) \cdot 110000 \cdot \frac{1}{15} = 1406$$

Так как для исследования нужен только компьютер и цветометрический преобразователь, то $I_{\text{ам.комп}} = I_{\text{ам.обор}}$

Расчет заработной платы – заработная плата рассчитывается в соответствии с занятостью исполнителей, с учетом районного и тарифного коэффициентов исполнителей.

В состав затрат на оплату труда включаются:

- выплаты заработной платы за фактически выполненную работу;
- выплаты стимулирующего характера по системным положениям;
- выплаты по районным коэффициентам;
- компенсации за неиспользованный отпуск;
- другие виды выплат. [25]

Примем, что полный фонд заработной платы ($\Phi_{зп}$):

$$\Phi_{зп} = 28000 \text{руб},$$

Отчисления на социальные нужды выражаются в виде единого социального налога, который включает в себя: обязательные отчисления по установленным законодательством нормам органам государственного социального страхования, пенсионного фонда, государственного фонда занятости и медицинского страхования.

Единый социальный налог – 30%.

Рассчитываем отчисления на социальные нужды ($I_{соц.отч.}$):

$$I_{соц.отч} = ЕСН = 0,3 \cdot \Phi_{зп} = 0,3 \cdot 28000 = 8400$$

Накладные расходы используют на следующее:

- 1) затраты на текущий ремонт;
- 2) амортизацию основных производственных фондов;
- 3) затраты на охрану труда и пожарную безопасность.

Для проектных отделов накладные затраты составляют 200% от полного фонда заработной платы Тогда:

$$I_{накл.расх.} = 2 \cdot \Phi_{зп} = 2 \cdot 28000 = 56000 \text{руб},$$

Рассчитываем себестоимость проекта ($K_{проекта}$).

$$K_{проекта} = I_{ам.обор} + \Phi_{зп} + I_{накл.расх} + I_{соц.отч} = 1406 + 28000 + 56000 + 8400 = 93806$$

Рассчитываем плановые накопления (ПП). Стоимость проекта включает в себя 30% прибыли, таким образом:

$$ПП = 0,3 \cdot K_{проекта} = 0,3 \cdot 93806 = 28141,9$$

Рассчитываем стоимость проекта (Ц).

$$Ц = K_{проекта} + ПП = K_{проекта} + ПП = 93806 + 28141,9 = 121947,9$$

Таблица 5.9 – Смета затрат на научно–исследовательскую работу

Виды затрат	Обозначение	Сумма затрат, руб.
Амортизация оборудования	$I_{\text{ам,обор}}$	1406
Затраты на оплату труда	ЗП	28000
Отчисления на социальные нужды	$I_{\text{соц.отч}}$	8400
Накладные расходы	$I_{\text{накл.расх}}$	56000
Себестоимость проекта	$K_{\text{проекта}}$	93806
Плановые накопления (прибыль)	ПР	28141,9
Стоимость проекта (цена)	Ц	121947,9

Исходя из расчетов и полученных результатов приведенных в таблице 4, можно сделать вывод, что данная научно исследовательская работа входит в обозначенные бюджетные ограничения, так как стоимость проекта равная 121947,9 рублей, меньше приблизительной суммы затрат равной 150 тысяч рублей.

5.4 Оценка целесообразности исследования

5.4.1 Оценка научно–технического уровня следования

Для определения научно – технического уровня проекта, его научной ценности, технической значимости и эффективности необходимо, рассчитать коэффициент научно–технического уровня (НТУ).

Коэффициент НТУ рассчитывается при помощи метода балльных оценок. Суть метода состоит в присвоении каждому из признаков НТУ определенного числа баллов по принятой шкале. Общую оценку приводят по сумме баллов по всем показателям с учетом весовых характеристик.

Формула для определения общей оценки:

$$\text{НТУ} = \sum_{i=1}^n k_i * \Pi_i$$

где k_i – весовой коэффициент i – го признака;

Π_i – количественная оценка i – го признака.

Таблица 5.4.1 – Весовые коэффициенты НТУ

Признаки НТУ	Весовой коэффициент
Уровень новизны	0,7
Теоретический уровень	0,6

Возможность реализации	0,5
------------------------	-----

Таблица 5.4.2 – Шкала оценки новизны

Баллы	Уровень
1–4	Низкий НТУ
5–7	Средний НТУ
8–10	Сравнительно высокий НТУ
11–14	Высокий НТУ

Таблица 5.4.3 – Значимость теоретических уровней

Характеристика значимости теоретических уровней	Баллы
Разработка нового метода	10
Глубокая разработка проблем, многосторонний анализ	8
Разработка численных экспериментов	6
Элементарный анализ результатов исследования	3

Таблица 5.4.4 – Возможность реализации по времени и масштабам

Время реализации	Баллы
В течение первых лет	10
От 5 до 10 лет	5
Свыше 10 лет	3

Расчет НТУ:

$$\text{НТУ} = \sum_{i=1}^n k_i * \Pi_i$$

где $k_1 = 0,8$; $k_2 = 0,6$; $k_3 = 0,5$;

$\Pi_1 = 9$; $\Pi_2 = 6$; $\Pi_3 = 4$;

$$\text{НТУ} = 0,7*9+0,6*6+0,5*4 = 11,9.$$

По полученным значениям коэффициент научно–технического уровня (НТУ) можно сказать о достаточно высоком научно – техническом уровне исследования, его научной ценности, технической значимости и эффективности.

5.4.2 Оценка возможных рисков

Произведем оценку рисков. Определение рисков является одним из важнейших моментов при создании проекта. Учет рисков даст возможность избежать опасные факторы, которые негативно отражаются на внедрении в жизнь проекта.

При оценке важности рисков оценивается вероятность их наступления (P_i). По шкале от 0 до 100 процентов: 100 – наступит точно, 75 – скорее всего наступит, 50 – ситуация неопределенности, 25 – риск скорее всего не наступит, 0 – риск не наступит. Оценка важности риска оценивается весовым коэффициентом (w_i). Важность оценивается по 10– балльной шкале b_i . Сумма весовых коэффициентов должна равняться единице. Оценка важности рисков приведена в таблицах 1.2–1.6.

Таблица 5.4.5 – Социальные риски

№	Риски	P_i	b_i	w_i	$P_i \cdot w_i$
1	Низкая квалификация персонала	0	2	0,061	0
2	Непросвещенность предприятий о данном методе	50	4	0,168	8,928
3	Несоблюдение техники безопасности	25	6	0,23	6,25
4	Увеличение нагрузки на персонал	50	4	0,168	8,928
	Сумма		16	0,627	24,1

Таблица 5.4.6 – Экономические риски

№	Риски	P_i	b_i	w_i	$P_i \cdot w_i$
1	Инфляция	100	2	0,029	1,960
2	Экономический кризис	25	3	0,049	0,980
3	Непредвиденные расходы в плане работ	25	5	0,126	5,862
4	Сложность выхода на мировой рынок	75	6	0,136	10,29
	Сумма		16	0,34	19,92

Таблица 5.4.7 – Технологические риски

№	Риски	P_i	b_i	w_i	$P_i \cdot w_i$
1	Возможность поломки оборудования	25	6	0,24	5,25
2	Низкое качество поставленного оборудования	25	8	0,313	7,0357
	Сумма		14	0,553	12,2857

Таблица 5.4.8 – Научно–технические риски

№	Риски	P_i	b_i	w_i	$P_i \cdot w_i$
1	Развитие конкурентных методов	50	5	0,135	8,936
2	Отсутствие результата в установленные сроки	25	6	0,123	6,25
3	Несвоевременное патентование	25	8	0,176	3,657
	Сумма		19	0,434	18,843

Таблица 5.4.9 – Общие риски

№ п/п	Риски	b_i	w_i	$b_i \cdot w_i$
1	Социальные	16	0,627	10,03
2	Экономические	16	0,34	5,44
3	Технологические	14	0,553	7,742
4	Научно–технические	19	0,434	8,246
Итого				31,458

Расчет рисков дает общую оценку в 31,458. Эта цифра говорит, что проект имеет право на жизнь, хотя и не лишен вероятных препятствий.

В ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» были решены следующие задачи:

1) Проведена оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования на примере SWOT–анализа, результат которого показал большой потенциал применения методики.

2) Определен полный перечень работ, проводимых при компьютерном моделировании. Определена трудоемкость проведения работ. Ожидаемая трудоемкость работ для научного руководителя и студента–исполнителя составила 95 чел–дней. Общая максимальная длительность выполнения работы составила 79 календарных дней.

3) Суммарный бюджет затрат НИР составил – 121947,9 рублей.

4) Определена целесообразность и эффективность научного исследования путем оценки научно–технического уровня проекта, а также оценки возможных рисков. В результате проводимое исследование имеет высокую значимость теоретического уровня и приемлемый уровень рисков.

Следует отметить важность для проекта в целом, проведенных в данной главе работ, которые позволили объективно оценить эффективность проводимого научно–технического исследования.