

Школа Инженерная школа ядерных технологий
 Направление подготовки 14.03.02 Ядерные физика и технологии
 Отделение школы (НОЦ) Отделение ядерно-топливного цикла

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

| Тема работы |
|--|
| Разработка рекомендаций к системе учета и контроля ядерных материалов, радиоактивных веществ и радиоактивных отходов в Томском политехническом университете |

УДК 621.039.76

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|--------------------------------|---------|------|
| 0АМ82 | Бояров Александр Александрович | | |

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|---------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ОЯТЦ ИЯТШ | Кузнецов М.С. | к.т.н. | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|------------|------------------------|---------|------|
| Доцент | Кашук И.В. | к.т.н. | | |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------------|---------------|------------------------|---------|------|
| Ассистент ОЯТЦ ИЯТШ | Гоголева Т.С. | к.ф.-м.н. | | |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Руководитель ООП | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|---------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ОЯТЦ ИЯТШ | Кузнецов М.С. | к.т.н. | | |

**Планируемые результаты обучения по ООП.
Направление «Ядерные физика и технологии»**

| Код результата | Результат обучения (выпускник должен быть готов) | Требования ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон |
|--|--|--|
| <i>Профессиональные компетенции</i> | | |
| Р1 | Применять глубокие, математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для теоретических и экспериментальных исследований в области использования ядерной энергии, ядерных материалов, систем учета, контроля и физической защиты ядерных материалов, технологий радиационной безопасности, медицинской физики и ядерной медицины, изотопных технологий и материалов в профессиональной деятельности. | Требования ФГОС (ПК-1,2, 3, 6, ОК-1,3), Критерий 5 АИОР (п.1.1) |
| Р2 | Ставить и решать инновационные инженерно-физические задачи, реализовывать проекты в области использования ядерной энергии, ядерных материалов, систем учета, контроля и физической защиты ядерных материалов, технологий радиационной безопасности, медицинской физики и ядерной медицины, изотопных технологий и материалов. | Требования ФГОС (ПК-12,13,16, 17, 18, ОК-2, 3), Критерий 5 АИОР (пп.1.2) |
| Р3 | Создавать теоретические, физические и математические модели, описывающие конденсированное состояние вещества, распространение и взаимодействие ионизирующих излучений с веществом и живой материей, физику кинетических явлений, процессы в реакторах, ускорителях, процессы и механизмы переноса радиоактивности в окружающей среде. | Требования ФГОС (ПК-4,16, 25, ОК-3, 4), Критерий 5 АИОР (п.1.3) |
| Р4 | Разрабатывать новые алгоритмы и методы: расчета современных физических установок и устройств; исследования изотопных технологий и материалов; измерения характеристик полей ионизирующих излучений; оценки количественных характеристик ядерных материалов; измерения радиоактивности объектов окружающей среды; исследований в радиоэкологии, медицинской физике и ядерной медицине. | Требования ФГОС (5, 7, 9, 11, ОК-3, 4), Критерий 5 АИОР (п.1.4) |
| Р5 | Оценивать перспективы развития ядерной отрасли, медицины, анализировать радиационные риски и сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать меры по снижению рисков и обеспечению ядерной и радиационной безопасности руководствуясь законами и нормативными документами, составлять экспертное заключение. | Требования ФГОС (8, 10, 14, 15, ОК-3, 4), Критерий 5 АИОР (п.1.4) |
| Р6 | Проектировать и организовывать инновационный бизнес, разрабатывать и внедрять новые виды продукции и технологий, формировать эффективную стратегию и активную политику риск-менеджмента на предприятии, применять методы оценки качества и результативности труда персонала, применять знание основных положений патентного законодательства и авторского права Российской Федерации. | Требования ФГОС (ПК-19-24, 26), Критерий 5 АИОР (п.1.5) |
| <i>Общекультурные компетенции</i> | | |

| | | |
|-----|---|--|
| P7 | Демонстрировать глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов инновационной профессиональной деятельности. | Требования ФГОС (ОК-1,2,3), Критерий 5 АИОР (пп.2.4,2.5) |
| P8 | Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности. | Требования ФГОС (ОК-1,3,4), Критерий 5 АИОР (2.6) |
| P9 | Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать результаты профессиональной деятельности. | Требования ФГОС (ПК-14, 19, 20, ОК-2), Критерий 5 АИОР (п.2.2) |
| P10 | Эффективно работать индивидуально и в коллективе, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации. | Требования ФГОС (ПК-21, 26, ОК-4), Критерий 5 АИОР (пп.1.6, 2.3) |

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

Школа Инженерная школа ядерных технологий
Направление подготовки 14.04.02 Ядерные физика и технологии
Отделение школы Отделение ядерно-топливного цикла

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ Кузнецов М.С.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

| |
|--|
| Магистерской диссертации (бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации) |
|--|

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|-----------------------------------|
| 0AM82 | Боярову Александру Александровичу |

Тема работы:

| |
|---|
| Разработка рекомендаций к системе учета и контроля ядерных материалов, радиоактивных веществ и радиоактивных отходов в Томском политехническом университете |
| Утверждена приказом директора |

| | |
|--|--|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | |
|--|--|

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| | |
|---------------------------------|---|
| Исходные данные к работе | Федеральный закон «Об использовании атомной энергии», обязывающий создание и наличие системы учета и контроля ядерных материалов и радиоактивных веществ в организациях, осуществляющих деятельность в области использования атомной энергии; «Положение о системе государственного учета и контроля ядерных материалов», определяющий структуру системы государственного учета и контроля ядерных материалов и обязанности участвующих сторон. «Основные правила учета и контроля ядерных материалов», устанавливающие требования к государственному учету и контролю ядерных материалов при их производстве, использовании, переработке, хранении и транспортировании |
|---------------------------------|---|

| | |
|---|--|
| Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов | Аналитический обзор Федеральных Законов, нормативных актов и рекомендаций. На основе Федеральных Законов и нормативных актов разработать методические рекомендации по созданию новых, корректировке существующих систем учета и контроля в организации. Разработать схему системы государственного учета и контроля ядерных материалов |
| Перечень графического материала | Схема системы учета и контроля в организации. Презентация доклада. |
| Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы | |
| Раздел | Консультант |
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Кащук И.В. |
| Социальная ответственность | Гоголева Т.С. |
| Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке: | |
| Обзор литературы | |

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

Задание выдал руководитель:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|---------------|------------------------|---------|------------|
| Доцент ОЯТЦ ИЯТШ | Кузнецов М.С. | к.т.н. | | 27.04.2020 |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|--------------------------------|---------|------|
| 0AM82 | Бояров Александр Александрович | | |

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

| | |
|--------|-----------------------------------|
| Группа | ФИО |
| 0AM82 | Боярову Александру Александровичу |

| | | | |
|---------------------|---------|-------------|--|
| Институт | ФТ | Кафедра | ФЭУ |
| Уровень образования | магистр | Направление | 14.04.02 «Ядерные физика и технологии» |

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

| | |
|--|---|
| 1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих | Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ. |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов | Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование. |
| 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования | Отчисления во внебюджетные фонды 30 %. (НК РФ) |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|---|---|
| 1. Анализ конкурентных технических решений (НИ) | Анализ и оценка конкурентоспособности НИ. SWOT-анализ |
| 2. Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ) | Определение структуры выполнения НИ. Определение трудоемкости работ. Разработка графика проведения исследования. |
| 3. Составление бюджета инженерного проекта (НИ) | Расчет бюджетной стоимости НИ |
| 4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ) | Определение: интегрального финансового показателя; интегрального показателя ресурсоэффективности; интегрального показателя эффективности. |

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

| |
|---|
| 1. Оценка конкурентоспособности НИ |
| 2. Матрица SWOT |
| 3. Диаграмма Ганта |
| 4. Бюджет НИ |
| 5. Основные показатели эффективности НИ |

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

Задание выдал консультант:

| | | | | |
|-----------|-----------------------|------------------------|---------|------------|
| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
| Доцент | Кашук Ирина Вадимовна | к.т.н, доцент | | 10.02.2020 |

Задание принял к исполнению студент:

| | | | |
|--------|--------------------------------|---------|------------|
| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
| 0AM82 | Бояров Александр Александрович | | 10.02.2020 |

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

| | |
|---------------|-----------------------------------|
| Группа | ФИО |
| 0AM82 | Боярову Александру Александровичу |

| | | | |
|---------------------|-------------|------------------------|--|
| Школа | ИЯТШ | Отделение (НОЦ) | ОЯТЦ |
| Уровень образования | магистр | Направление | 14.03.02 Ядерные физика и технологии/Безопасность и нераспространение ядерных материалов |

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

| | |
|--|--|
| <p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) | <p>1. Описание рабочего места инженера, выполняющего расчеты на ПК, на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных факторов производственной среды: повышенный уровень электромагнитных излучений, ионизирующее излучение; – опасных факторов производственной среды: вероятность возникновения пожара, вероятность поражения электрическим током. |
| <p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p> | <p>2. Ознакомление с законодательной и нормативной документацией.</p> |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|--|---|
| <p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) | <p>1. Анализ выявленных вредных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> – повышенный уровень электромагнитных излучений, ионизирующее излучение; – средства защиты. |
| <p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) | <p>2. Анализ выявленных опасных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> – электробезопасность (статическое электричество, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) |
| <p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. | |
| <p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; | |

| | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий | |
| <p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны | |

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

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------------------------|---------------|------------------------|---------|------------|
| Ассистент отделения ЯТЦ ИЯТШ | Гоголева Т.С. | к.ф.-м.н. | | 27.04.2020 |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|--------------------------------|---------|------------|
| 0AM82 | Бояров Александр Александрович | | 27.04.2020 |

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

Школа Инженерная школа ядерных технологий
Направление подготовки 14.03.02 Ядерные физика и технологии
Уровень образования Магистр
Отделение школы (НОЦ) Отделение ядерно-топливного цикла
Период выполнения (весенний семестр 2019/2020 учебного года)

Форма представления работы:

магистерская диссертация

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:

| Дата контроля | Название раздела / вид работы | Максимальный балл раздела (модуля) |
|-----------------------|---|------------------------------------|
| 16.03.2020 | Разработка задания на ВКР | |
| 24.03.2020 | Теоретическое обоснование проблемы | |
| 25.03.2020-31.04.2020 | Выбор направления исследования и способов решения задач | |
| 1.04.2020-14.04.2020 | Ознакомление с теоретической частью и нормативной документацией | |
| 15.04.2020-30.04.2020 | Разработка нормативной документации | |
| 21.04.2020-10.05.2020 | Разработка общей схемы | |
| 21.04.2020-21.05.2020 | Разработка методических рекомендаций | |
| 21.05.2020-20.05.2020 | Анализ разработанных схемы и документации | |
| 21.05.2020-23.05.2020 | Анализ и обработка полученных результатов | |
| 24.05.2020 | Обобщение и оценка результатов | |
| 25.05.2020-02.06.2020 | Оформление пояснительной записки | |
| 02.06.2020-15.06.2020 | Подготовка к защите ВКР | |

Составил:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|---------------|------------------------|---------|------------|
| Доцент ОЯТЦ ИЯТШ | Кузнецов М.С. | к.т.н. | | 27.04.2020 |

Согласовано:

| Зав. кафедрой | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|-------------|------------------------|---------|------------|
| Доцент ОЯТЦ ИЯТШ | Бычков П.Н. | к.т.н. | | 27.04.2020 |

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 105 с., 1 рисунок, 17 источников, 18 таблиц, 1 приложение.

Ключевые слова: система учета и контроля ядерных материалов, зона баланса материалов, физическая инвентаризация.

Объектом исследования является разработка «Общей схемы системы государственного учета и контроля ядерных материалов» и описание ее элементов.

Целью работы является разработка методических рекомендаций по организации учета и контроля ядерных материалов для предприятий.

В результате исследования:

- разработана «Общая схема системы государственного учета и контроля ядерных материалов»;
- разработаны Рекомендации по организации учета и контроля ядерных материалов в подразделениях ТПУ;

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2013.

Обозначения и сокращения

- ГСУК – государственная система учета и контроля ядерных материалов
- ДНЯО – Договор о нераспространении ядерного оружия
- ЗБМ – зона баланса материалов
- ИР – инвентаризационная разница
- КТИ – ключевая точка измерений
- МАГАТЭ – Международного агентства по атомной энергии
- МБО – материально-балансовый отчет
- МБП – межбалансовый период
- МР – методические рекомендации
- ПУ – пломбировочные устройства
- РАО – радиоактивные отходы
- РВ – радиоактивные вещества
- СКД – средства контроля доступа
- СНК – список наличного количества
- СУ и К ЯМ – системы учета и контроля ядерных материалов
- СФНК – список фактического наличного количества
- УИВ – устройства индикации вмешательства
- УНЦ «ИЯР» – Учебно-научный центр «Исследовательский ядерный реактор»
- ФИ – физическая инвентаризация
- ЯМ – ядерный материал

| | |
|--|----|
| Введение | 14 |
| 1 Государственная система учета и контроля | 16 |
| 2 Описание системы учета и контроля ядерных материалов в организациях.. | 25 |
| 2.1 Основные изменения в правилах учета и контроля ядерных материалов.. | 29 |
| 2.2 Рекомендации по организации учета и контроля ядерных материалов в подразделениях ТПУ | 39 |
| 2.3 Принцип построения общей схемы системы государственного учета и контроля ядерных материалов | 41 |
| 2.4 Нормативные документы рекомендуемые к пересмотру | 44 |
| 3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение... | 48 |
| 3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения | 48 |
| 3.1.1 Анализ конкурентных технических решений | 48 |
| 3.1.2 SWOT–анализ | 50 |
| 3.2 Планирование научно-исследовательских работ..... | 53 |
| 3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования | 53 |
| 3.3 Бюджет научно технического исследования (НТИ) | 58 |
| 3.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы..... | 61 |
| 3.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)..... | 61 |
| 3.3.6 Накладные расходы..... | 62 |
| 3.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта | 63 |
| 3.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования а | 64 |
| 3.5 Выводы по разделу | 66 |
| 4 Социальная ответственность..... | 67 |
| 4.2 Анализ выявленных вредных факторов при работе на ПЭВМ | 67 |
| 4.3 Обоснование и разработка мероприятий по снижению уровней вредного воздействия и устранению их влияния при работе на ПЭВМ..... | 69 |
| 4.3.1 Организационные мероприятия | 69 |
| 4.3.2 Технические мероприятия..... | 69 |
| 4.3.3 Условия безопасной работы..... | 72 |

| | | |
|-----|--|-----|
| 4.4 | Электробезопасность | 74 |
| 4.5 | Пожарная и взрывная безопасность..... | 75 |
| | Заключение | 77 |
| | Список используемых источников..... | 78 |
| | Приложение А | 80 |
| | State system of material control and accounting..... | 80 |
| | Annotation..... | 81 |
| | Introduction | 82 |
| | 1. Nonproliferation of nuclear weapons | 83 |
| | A2. Nuclear weapons | 84 |
| | A3. Accounting and control of nuclear material | 87 |
| | Conclusion..... | 95 |
| | References..... | 99 |
| | Приложение А | 101 |
| | Общая схема системы государственного учета и контроля ядерных материалов | 101 |

Введение

В настоящее время система учета и контроля ядерных материалов активно совершенствуется и развивается. Усовершенствование проводится по следующим направлениям:

- совершенствование правовой и нормативной базы на федеральном, отраслевом и объектовом уровнях;
- разработка, производство и применение современных технических средств и систем;
- разработка и применение передовых методов анализа и проектирования системы физической защиты и системы учета и контроля ядерных материалов;
- совершенствование системы экспортного контроля;
- проведение мероприятий по обучению и повышению квалификации персонала.

Представляется принципиально важным в процессе создания системы государственного учета и контроля ядерных материалов исходить из положений Концепции системы государственного учета и контроля ядерных материалов и Правил организации системы государственного учета и контроля ядерных материалов, предусматривающих систематизацию сведений об учете и контроле ядерных материалов по зонам баланса материалов.

На данный момент положение по организации системы учета и контроля ЯМ не может быть признано удовлетворительным, по следующим причинам:

- под необоснованным предлогом секретности создаются препятствия для проведения инспекций наличия ядерных материалов, а также проверки на наличие ведения учета и контроля ЯМ в соответствии с требованиями;
- внедряемые в практику эксплуатирующих организаций методы учета ядерных материалов, основанные на измерениях современными отечественными и зарубежными приборами и учитывающие фактические

погрешности этих измерений, не находят адекватного отражения в функциональных возможностях создаваемой ГК «Росатом» федеральной информационной системы учета и контроля ядерных материалов;

- недостаточность существующих отраслевых нормативных мер учета и контроля ядерных материалов на уровне организаций.

Каждое предприятие имеет свою особенность в обращении с ядерными материалами, поэтому при модернизации и корректировки существующей СУ и К в целях соответствия норм и требований необходима разработка методов и средств организации учета и контроля с учетом специфики предприятий. Методы должны разрабатываться на основе современной нормативной базы государственного учета и контроля ЯМ, что является очень затруднительным в их многочисленном перечне и требует тщательный анализ и систематизацию всей нормативной базы, составляющей систему учета и контроля.

Таким образом, целью настоящей выпускной квалификационной работы является разработка методических рекомендаций по организации учета и контроля ядерных материалов для предприятий.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- Разработать общую схему системы государственного учета и контроля ядерных материалов.

- Изучить действующую на предприятии систему учета и контроля для проведения модернизации.

- Разработать подробные методические рекомендации по организации системы учета и контроля на предприятии.

1 Государственная система учета и контроля

Всякий раз, когда используется дорогостоящий, опасный или иначе важный материал, необходима система учета и контроля для отслеживания и своевременного обнаружения каких-либо его потерь или краж. Со времени первых ядерных исследовательских центров и промышленных ядерных объектов были разработаны и реализованы программы систем учета и контроля ядерных материалов. Очень часто система учета и контроля велась только в странах, где ядерный материал (ЯМ) являлся собственностью государства или государственного органа.

Во многих странах, где было разрешено частное владение ядерного материала и в странах, где материал находился в государственной собственности система учета и контроля ядерных материалов включала в себя:

- правовую структуру, в которой правительство учредило свою область управления;
- организационные и функциональные элементы;
- организационные и оперативные элементы.

Обеспокоенность по поводу возможности военного использования ядерного материала, безопасного развития международной торговли ядерных материалов и соответствующего оборудования привело к подписанию международных договоров и к созданию системы международных гарантий, которые предполагают применение системы учета и контроля ядерных материалов (СУ и К ЯМ), государствами.

Цели гарантий Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) изложены в Уставе МАГАТЭ и в документах INFCIRC/153 и INFCIRC/66/Rev.2. Документ INFCIRC/153 обеспечивает основу для соглашений о гарантиях между МАГАТЭ и государствами во исполнение договора о нераспространении ядерного оружия (ДНЯО) и INFCIRC/66/Rev.2 обеспечивает основу для других соглашений о гарантиях Агентства. В соответствии INFCIRC/153 «Структура и содержание соглашений между

Агентством и государствами, требуемых в связи с Договором о нераспространении ядерного оружия" требуется представить, что «... государство должна создать и поддерживать систему учета и контроля для всех ядерных материалов согласно условиям гарантий. Соглашения о гарантиях, отвечающей INFCIRC/66/Rev.2 не предусматривают обязательным для государства создавать и поддерживать «систему» учета и контроля ядерного материала, но тот факт, что документ предусматривает соглашение между МАГАТЭ и государством на «системе записи» и «системе отчетности» подразумевает необходимость создания системы [1].

Подход на государственном уровне к гарантиям нераспространения является подход к применению гарантий разработанные для конкретного государства, охватывающие все ядерные материалы, ядерные установки и все что связано с деятельностью ядерного топливного цикла в этом государстве. Подход к применению гарантий на уровне государства определяет применение мер, связанные с гарантиями на каждом объекте, что позволили бы МАГАТЭ сделать и поддерживать вывод об отсутствии незаявленных ядерных материалов и законной деятельности в этом государстве. Исторически сложилось так, что гарантии МАГАТЭ были созданы для конкретных объектов. Остальное переходит к гарантиям на государственный уровень государства для повышения эффективности, т. е. создание Государственной системы учета и контроля ядерных материалов.

Государственная система учета и контроля ядерного материала включает организационные мероприятия на национальном уровне, которые могут иметь как национальные цели для учета и контроля ядерных материалов в государстве, а также и международные цели для обеспечения основы применения гарантий МАГАТЭ в соответствии с соглашением между государством и МАГАТЭ. В соответствии с соглашением о всеобъемлющих гарантиях, государство обязано создать и поддерживать систему учета и контроля ядерного материала, подлежащую гарантиям в соответствии с соглашением. Система учета и контроля ядерных и учета должна включать в

себя меры, направленные на предотвращение несанкционированного использования ядерных материалов. Согласно «Структуре и содержанию соглашений между Агентством и государствами, требуемых в связи с Договором о нераспространении ядерного оружия» (Типовое соглашение о гарантиях МАГАТЭ, INFCIRC / 153), принятой в июне 1972 года статья 32 этого соглашения предусматривает, что "системы государства учета и контроля «должна основываться на структуре зон баланса материала» и должна «предусмотреть ... для создания таких мер, как:

- систему измерений для определения количеств ядерного материала, полученного, произведенного, переданного, потерянного или иным образом изъятого из инвентарного перечня по итогам инвентаризации;
- точность и достоверность измерений и минимальную погрешность измерений;
- наличие процедур измерений при получении/передачи;
- процедуры для постановки на учет;
- процедуры определения количества неизмеренных потерь;
- систему учета и отчетности, подтверждающую для каждой зоны баланса материала, наличного количество ядерного материала и его изменение, включая поступления и передачи в/из ЗБМ;
- инструкции и/или положения с описанием механизмов эксплуатации ЯМ;
- составление отчетности выше стоящему органу управления [2];
- специальные ядерные материалы не должны использоваться или храниться на объекте до тех пор, пока объект не будет зарегистрирован;
- периодически проводить тестирование СУ и К ЯМ на наличие ее недостатков и подтверждать эффективность при ее работе;
- для каждого объекта (в каждой организации) должно назначаться должностное лицо, ответственное за организацию учета и контроля ЯМ. Должностное лицо должно нести ответственность за использование ядерного

материала, в том числе производство ядерного материала, хранения, обработки, исследования и перемещения;

- для каждого ЯМ должны присваиваться идентификационные признаки;

- для каждого объекта, должны быть назначены материально ответственные лица ядерных материалов (МОЛ). МОЛ-отвечает за отчетность и предоставление данных о ядерных материалах;

- вести администрирование функций СУ и К ЯМ (например, систем учета, измерений, контроль измерений, кадастры, аудит, контроль доступа и наблюдения ядерных материалов) должны быть определены и документированы;

- реализация СУ и К должна облегчить, насколько это практически возможно и экономически эффективно обеспечить защиту окружающей среды, здоровья и безопасности персонала и общественности;

- персонал по учету и контролю ЯМ должен быть обучен и квалифицирован для выполнения своих функций и обязанностей. Должна быть создана программа обучения персонала в организации. Персонал должен быть хорошо ознакомлен с требованиями и процедурами, связанные с их функциями;

- СУ и К должна разрабатываться и поддерживаться для каждого объекта, обладающий ядерными материалами. СУ и К должна быть утверждена вышестоящим органом;

- СУ и К должна обеспечивать сохранность всех ядерных материалов, подлежащие учету и контролю. Для обеспечения этого СУиК должна включать, как минимум:

- а) элементы СУ и К, которые предназначены для сдерживания и обнаружения потерь, краж и утечек ядерных материалов и контроль за несанкционированным использованием ЯО, испытания устройств, или материалов, которые могут использоваться для самодельного ядерного устройства;

б) меры, обеспечивающие, что ядерные материалы находятся в положенном им месте и используются по назначению;

в) создание инструкции по учету и контролю в организации, содержащие все требования, связанные с учетом и контролем ядерных материалов, утвержденная руководителем организации;

г) должны быть установлены процедуры организации во время чрезвычайных ситуаций и периодов, когда СУ и К неработоспособна. Эти меры должны обеспечить обнаружение несанкционированного доступа или потерю ЯМ. СУ и К должна обеспечивать контроль ЯМ в чрезвычайных ситуациях и принятие мер до возобновления работоспособности СУ и К;

- требования для обеспечения гарантий зависят от уровня привлекательности материала;

- классифицирование ЯМ определяет уровень обеспечения гарантий;

- ЯМ, переведенный в категорию ядерных отходов передается под контроль Организации, отвечающей за их хранение и обеспечивающая сохранность в соответствии нормами и правилами обращения радиоактивными веществами (РВ) и радиоактивными отходами (РАО);

- объект/организация (здания или место, где была создана ЗБМ) при завершении эксплуатации, закрытие или неработоспособность не освобождают объект от соблюдения требований, изложенных выше. СУ и К должна поддерживаться на уровне, соизмеримом с категорией и привлекательности ядерного материала;

- СУ и К система должна быть интегрирована с системой физической защиты [3].

Чтобы установить государственную систему учета и контроля (ГСУК), государству следует:

- определить свои цели в создании ГСУК;

- создать независимый компетентный орган, который должен обеспечивать контроль за выполнение требований нормативно/законодательной базы, а также назначить орган управления по учету и контролю ядерных

материалов, ответственный за административный контроль и оказание помощи в реализации и создания системы учета и контроля согласно установленных положений, регулирующих владение, передачу и использование ядерных материалов, принимая во внимание обязательства государства по соглашениям о гарантиях МАГАТЭ;

– разработать, утвердить и реализовать процедуры по эксплуатации ядерных материалов, в целях выполнения обязательств гарантий государством по соглашениям о гарантиях МАГАТЭ, что сопровождается созданием своей законодательной/регулирующей основы для управления, учета и физической защиты ядерных материалов.

В России контроль за выполнение требований нормативно/законодательной базы в области учета и контроля ядерных материалов, а также ответственный за административный контроль и оказание помощи в реализации и создания системы учета и контроля согласно установленных положений, регулирующих владение, передачу и использование ядерных материалов осуществляет Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор). Ростехнадзор осуществляет функции по принятию нормативных правовых актов, контролю и надзору в сфере охраны окружающей среды в части, касающейся ограничения негативного техногенного воздействия (в том числе в области обращения с отходами производства и потребления), безопасного ведения работ, связанных с пользованием недрами, охраны недр, промышленной безопасности, безопасности при использовании атомной энергии (за исключением деятельности по разработке, изготовлению, испытанию, эксплуатации и утилизации ядерного оружия и ядерных энергетических установок военного назначения) [4].

В Российской Федерации ГСУК построена на трех основных документах федерального уровня:

– Федеральный закон «Об использовании атомной энергии», обязывающий создание и наличие системы учета и контроля ядерных

материалов и радиоактивных веществ в организациях, осуществляющих деятельность в области использования атомной энергии;

- «Положение о системе государственного учета и контроля ядерных материалов», определяющий структуру системы государственного учета и контроля ядерных материалов и обязанности участвующих сторон.

- «Основные правила учета и контроля ядерных материалов» (ОПУК), устанавливающие требования к государственному учету и контролю ядерных материалов при их производстве, использовании, переработке, хранении и транспортировании. ОПУК является наиболее важным положением в этом наборе, поскольку он определяет полный набор обязательных требований СУ и К для ядерных материалов в гражданских целях. Он используется в качестве основы для выдачи объектам лицензий на эксплуатации ЯМ, а также для проведения проверок, проводимых Ростехнадзором [5].

В соответствии с выше перечисленными документами организации, осуществляющие обращение с ядерными материалами:

- ведут учет и контроль ядерных материалов и проводят физические инвентаризации ядерных материалов в зонах баланса материалов;

- представляют отчеты о количестве и перемещении (изменении инвентарного количества) ядерных материалов в соответствии с порядком, установленным Государственной корпорацией по атомной энергии "Росатом";

- оснащают системы учета и контроля ядерных материалов методиками, техническими и программно-техническими средствами, обеспечивающими выполнение требований учета и контроля ядерных материалов;

- осуществляют подбор, подготовку и повышение квалификации персонала, осуществляющего учет и контроль ядерных материалов;

- обеспечивают сохранность ядерных материалов [6].

Выше перечисленные требования являются основными критериями при организации системы учета и контроля в организациях для осуществления

которых необходимо выполнить и организовать еще ряд норм и правил, устанавливающие требования к конкретным компонентам системы учета и контроля, в том числе зонам баланса материалов, системам измерений, переводу ядерных материалов в радиоактивные вещества и отходы, ведению учетной и отчетной документации, применению средств контроля доступа, обучению персонала и т.д. (требований) в зависимости от индивидуальности (особенности) технологических процессов организации (объекта), что требует особый подход к каждой. Одна из проблем при организации учета и контроля ЯМ состоит в том, что многочисленный разбросанный перечень требований, написанных в разной нормативной документации, не дает четкую картину построения системы учета и контроля ядерных материалов, что может являться причиной упущения составляющих ее элементов, начиная от создания учетных журналов до написания нормативной документации на уровне организации. Возникает проблема, для решения которой требуется разработка схемы организации СУ и К и ее описание, с помощью которой можно:

- определить структуру созданной или действующей СУ и К;
- провести анализ всех составляющих элементов СУ и К ЯМ;
- выявить несоответствия между фактическими и требуемыми составляющими СУ и К.

Для решения поставленных в работе задач необходимо разработать «Общую схему системы государственного учета и контроля ядерных материалов» и ее описание в соответствии федеральных законов, норм и требований для целей учета и контроля ЯМ, позволяющая:

- организовать учет и контроль ЯМ при организации новой зоне баланса материалов (ЗБМ) или действующей ЗБМ;
- выявить недостатки или недостающие элементы при организации новой ЗБМ или действующей ЗБМ;
- провести анализ и структурирование процессов, связанных с учетом и контролем ЯМ.

Также разработанная схема должна служить инструментом как для персонала в целях создания системы учета и контроля ЯМ так и для обучения будущих специалистов. Основная целью создания схемы – предоставить сотруднику или студенту структуру основных составляющих элементов учета и контроля ЯМ для быстрого и самостоятельного изучения.

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской работы.

Достижение коммерческой привлекательности обеспечивается решением следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

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

3.1.1 Анализ конкурентных технических решений

Результатом исследования является разработка системы физической защиты на заводе по регенерации топлива. Целевым рынком данного исследования будут являться государственная корпорация по атомной энергетике «Росатом», а также атомные компании России, входящие в её состав.

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

В основе технологии лежит нахождение средневзвешенной величины групп показателей. Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации. В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным

путем по стобалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок) представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1– Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

| Критерии оценки | Вес критерия | Баллы | Максимальный балл | Относительное значение (3/4) | Средневзвешенное значение (5x2) |
|---|--------------|-------|-------------------|------------------------------|---------------------------------|
| Показатели оценки качества разработки | | | | | |
| Унифицированность | 0,1 | 80 | 100 | 0,8 | 8 |
| Надежность | 0,12 | 85 | 100 | 0,85 | 10,2 |
| Уровень материалоемкости и разработки | 0,04 | 55 | 100 | 0,55 | 2,2 |
| Безопасность | 0,15 | 90 | 100 | 0,9 | 13,5 |
| Предоставляемые возможности | 0,05 | 65 | 100 | 0,65 | 3,25 |
| Простота эксплуатации | 0,12 | 85 | 100 | 0,85 | 10,2 |
| Конкурентоспособность продукта | 0,12 | 70 | 100 | 0,7 | 8,4 |
| Показатели оценки коммерческого потенциала разработки | | | | | |
| Уровень проникновения на рынок | 0,1 | 75 | 100 | 0,75 | 7,5 |
| Перспективность рынка | 0,1 | 80 | 100 | 0,8 | 8 |
| Стоимость разработки | 0,1 | 70 | 100 | 0,7 | 7 |
| Итого | 1 | | | | 78,25 |

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum V_i B_i = 78,25,$$

где P_{cp} – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Значение P_{cp} позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя P_{cp} получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 59 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

В данном случае, перспективность разработки считается выше средней, так как значение показателя качества и перспективности научной разработки 78,25.

3.1.2 SWOT–анализ

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

SWOT-анализ заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Сильные стороны – это факторы, характеризующие конкурентоспособную сторону научно-исследовательского проекта. Сильные стороны свидетельствуют о том, что у проекта есть отличительное преимущество или особые ресурсы, являющиеся особенными с точки зрения конкуренции. Другими словами, сильные стороны – это ресурсы или возможности, которыми располагает руководство проекта и которые могут быть эффективно использованы для достижения поставленных целей.

Сильными сторонами исследования можно назвать следующие свойства и особенности:

- актуальность исследования;
- согласованность с известными исследованиями;
- наличие квалифицированных кадров.

Слабые стороны – это недостаток, упущение или ограниченность научно-исследовательского проекта, которые препятствуют достижению его целей. Это то, что плохо получается в рамках проекта или где он располагает недостаточными возможностями или ресурсами по сравнению с конкурентами.

Слабыми сторонами исследования можно назвать следующие свойства и особенности:

- недостаточность условий для полного рассмотрения вопроса;
- отсутствие представления о реальном рынке поставщиков;
- закрытые сведения о реальных объектах исследования.

Возможности включают в себя любую предпочтительную ситуацию в настоящем или будущем, возникающую в условиях окружающей среды проекта, например, тенденцию, изменение или предполагаемую потребность, которая поддерживает спрос на результаты проекта и позволяет руководству проекта улучшить свою конкурентную позицию.

К возможностям данного проекта можно отнести:

- свободный доступ;
- простота в освоении;
- изменение внешней политики.

Угроза представляет собой любую нежелательную ситуацию, тенденцию или изменение в условиях окружающей среды проекта, которые имеют разрушительный или угрожающий характер для его конкурентоспособности в настоящем или будущем. В качестве угрозы может выступать барьер, ограничение или что-либо еще, что может повлечь за собой проблемы, разрушения, вред или ущерб, наносимый проекту.

К угрозам можно отнести:

- поломка ЭВМ;
- отсутствие коммерческого интереса к проекту;
- недостаточная точность расчетов.

В таблице 4.2 представлена интерактивная матрица проекта, в которой показано соотношение сильных сторон с возможностями, что позволяет более подробно рассмотреть перспективы разработки.

Таблица 4.2 – Интерактивная матрица проекта

| Сильные стороны проекта | | | | |
|-------------------------|----|----|----|----|
| Возможности проекта | | C1 | C2 | C3 |
| | B1 | - | + | - |
| | B2 | + | - | 0 |
| | B3 | + | 0 | - |

В матрице пересечения сильных сторон и возможностей имеется определенный результат: «плюс» – сильное соответствие сильной стороны и возможности, «минус» – слабое соотношение.

В таблице 4.3 представлен SWOT-анализ в виде таблицы, так же показаны результаты пересечений сторон, возможностей и угроз.

Таблица 4.3 – Матрица SWOT-анализа

| | | |
|--|---|--|
| | <p>Сильные стороны:</p> <p>C1 – актуальность исследования;</p> <p>C2 – согласованность с известными исследованиями;</p> <p>C3 – наличие квалифицированных кадров.</p> | <p>Слабые стороны:</p> <p>Сл1 – недостаточность условий для полного рассмотрения вопроса;</p> <p>Сл2 – отсутствие представления о реальном рынке поставщиков;</p> <p>Сл3 – закрытые сведения о реальных объектах исследования.</p> |
|--|---|--|

| | | |
|---|---|--|
| <p>Возможности:</p> <p>V1 – свободный доступ;</p> <p>V2 – простота в освоении;</p> <p>V3 – изменение внешней политики.</p> | <p>V1C1C2. Высокая вероятность успеха</p> <p>V2C1C2C3. Широкие возможности для получения консультации по работе</p> <p>V3C1. Использование международного опыта для повышения эффективности работы.</p> | <p>V1Cл1. «Оторванность» работы от реальных условий производства</p> <p>V3Cл1. Анализ заграничного опыта по созданию виртуальных тренажеров.</p> |
| <p>Угрозы:</p> <p>У1 – поломка ЭВМ;</p> <p>У2 – отсутствие коммерческого интереса к проекту;</p> <p>У3 – недостаточная точность расчетов.</p> | <p>У2У3C1C2. Возможность непригодности проекта.</p> <p>У1C2. Изменение уровней защиты, в т.ч., защиты информации.</p> | <p>У1У2Cл1Cл2. Контроль доступа к информации.</p> <p>У3Cл3. Высокая вероятность ошибочных действий</p> |

На основе результатов проведенного анализа можно сделать вывод, что наиболее оптимальной стратегией выхода разработки на рынок является стратегия совместной предпринимательской деятельности. Совместная предпринимательская деятельность – это стратегия, которая основана на соединении общих усилий фирмы с коммерческими предприятиями партнера для создания производственных и маркетинговых мощностей. Эта стратегия выбрана, так как необходимо найти стабильный рынок заказов и сбыта товара.

3.2 Планирование научно-исследовательских работ

3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблицу 4.4.

Таблица 4.4 – Этапы выполнения работ и распределение по исполнителям

| Основные этапы | № раб | Содержание работ | Должность исполнителя |
|--|-------|--|-----------------------|
| Разработка технического задания | 1 | Составление и утверждение технического задания | Руководитель |
| Выбор направления исследования | 2 | Подбор и изучение материалов по теме | Инженер |
| | 3 | Проведение патентных исследований | Инженер |
| | 4 | Выбор направления исследования | Руководитель, инженер |
| | 5 | Календарное планирование работ по теме | Руководитель, инженер |
| Теоретические и экспериментальные исследования | 6 | Рассмотрение подобных реализованных моделей | Инженер |
| | 7 | Выбор концепции, структурирование работы | Руководитель, инженер |
| | 8 | Проведение анализа | Инженер |
| | 9 | Организация взаимодействия | Инженер |
| Проведение моделирования | | | |
| Разработка технической документации и проектирование | 10 | Составление плана гипотетического объекта | Инженер |
| | 11 | Визуализация | Инженер |
| Испытание проекта | 12 | Оценка эффективности | Руководитель, инженер |
| Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР) | 13 | Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации) | Инженер |
| | 14 | Подготовка презентации | Инженер |

3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

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

$$t_{ожі} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5},$$

где $t_{ожі}$ – 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.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i},$$

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

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

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

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

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой (8):

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{кал},$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле :

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

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

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

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

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе представлены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Временные показатели осуществления комплекса работ

| № работы | Продолжительность работ, чел-дни | | | Исполнители | Длительность в раб днях, T_{pi} | Длительность работ в календарных днях, T_{ki} |
|----------|----------------------------------|------------|-----------------|-----------------------|-----------------------------------|---|
| | t_{\min} | t_{\max} | $t_{\text{ож}}$ | | | |
| 1 | 1 | 3 | 2 | Руководитель | 2 | 2 |
| 2 | 12 | 16 | 14 | Инженер | 14 | 17 |
| 3 | 1 | 3 | 2 | Инженер | 1 | 1 |
| 4 | 1 | 3 | 2 | Руководитель, инженер | 2 | 2 |
| 5 | 8 | 14 | 10 | Руководитель, инженер | 10 | 13 |
| 6 | 10 | 15 | 12 | Инженер | 6 | 7 |
| 7 | 2 | 5 | 3 | Руководитель, инженер | 2 | 2 |
| 8 | 1 | 3 | 2 | Инженер | 2 | 2 |
| 9 | 4 | 7 | 5 | Инженер | 5 | 6 |
| 10 | 15 | 20 | 17 | Инженер | 17 | 21 |
| 11 | 3 | 6 | 4 | Инженер | 2 | 2 |
| 12 | 7 | 10 | 8 | Руководитель, инженер | 8 | 10 |
| 13 | 5 | 8 | 6 | Инженер | 3 | 4 |
| 14 | 4 | 6 | 5 | Инженер | 5 | 6 |
| Итого | | | | | 73/14 | |

На основе полученных выше расчетов строится календарный план- график. График строится для максимального по длительности исполнения работы в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и неделям за период времени дипломирования. Календарный план-график проведения ВКР представлен

в таблице 4.6. Как видно из календарного план-графика проведения ВКР, выполнение работы проводилось в течение всего времени, которое выделили на выполнение ВКР.

Таблица 4.6 – План-график работ

| № работ | Исполнители | Длительность работ в календарных днях T_{ki} | Продолжительность выполнения работ | | |
|---------|-----------------------|--|------------------------------------|--------|--------|
| | | | Март, апрель, май | | |
| | | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Руководитель | 2 | ■ | | |
| 2 | Инженер | 4 | □ | | |
| 3 | Инженер | 2 | □ | | |
| 4 | Руководитель, инженер | 1;1 | ■ □ | | |
| 5 | Руководитель, инженер | 1;1 | ■ □ | | |
| 6 | Инженер | 2 | | □ | |
| 7 | Руководитель, инженер | 1;1 | | ■ □ | |
| 8 | Инженер | 4 | | □ | |
| 9 | Инженер | 2 | | | □ |
| 10 | Инженер | 2 | | | □ |
| 11 | Инженер | 4 | | | □ |
| 12 | Руководитель, инженер | 1;1 | | | ■ □ |
| 13 | Инженер | 4 | | | □ |
| 14 | Инженер | 2 | | | □ |

3.3 Бюджет научно технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

3.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле (10):

$$Z_{\text{мат}} = (1 + k_T) \sum \text{Ц}_i * N_{\text{расх}i}, \quad (10)$$

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

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

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

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Значения цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками).

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 4.7.

Основные работы для НИР проводились за рабочим местом. Время,

проведенное за работой: 100 часов. Мощность рабочих станций: 0,5 кВт.

Таблица 4.7 – Материальные затраты

| Наименование материалов | Цена за ед., руб. | Кол-во, ед. | Сумма, руб. |
|---------------------------------------|-------------------|-------------|-------------|
| Комплекс канцелярских принадлежностей | 340 | 4 | 1 200 |
| Картридж для лазерного принтера | 3 490 | 1 | 3 490 |
| Итого: | | | 8 290 |

3.3.2 Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

При выполнении научно-исследовательского проекта использовался ПЭВ. Срок полезного использования данного оборудования по паспорту составляет 3 года.

Таблица 4.8 – Затраты на оборудование

| № | Наименование оборудования | Кол-во, шт. | Срок полезного использования, лет | Цены единицы оборудования, тыс. руб. | Общая стоимость оборудования, тыс. руб. | Время использования, мес. | Амортизация, руб. |
|---|---------------------------|-------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---|---------------------------|-------------------|
| 1 | ПЭВМ | 1 | 3 | 65 | 30 | 2 | 3611 |

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации определяется по следующей формуле:

$$H_A = \frac{1}{n},$$

где n – срок полезного использования в годах.

Амортизация определяется по следующей формуле:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot m,$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.;

m – время использования, мес.

3.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую работу включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных

производств, непосредственно участвующих в выполнении работ. Расчеты включает основную заработную плату работников (таблица 4.9), непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} ,$$

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

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

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя рассчитывается по следующей формуле (12):

$$Z_{осн} = Z_{дн} + T_p ,$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле (13):

$$Z_{дн} = \frac{Z_m M}{F_d} ,$$

где Z_m – 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 4.9).

Таблица 4.9 – Баланс рабочего времени

| Показатели рабочего времени | Руководитель | Студент |
|--|--------------|---------|
| Календарное число дней | 365 | 365 |
| Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни | 66 | 66 |
| Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни | 55 | 45 |
| Действительный годовой фонд рабочего времени | 244 | 254 |

Месячный должностной оклад работника рассчитывается по формуле:

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

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по КПП, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{\text{тс}}$);

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

Таблица 4.10 – Расчёт основной заработной платы

| Исполнители | $Z_{\text{тс}}$, руб. | $k_{\text{пр}}$ | $k_{\text{р}}$ | $Z_{\text{м}}$, руб. | $Z_{\text{дн}}$, руб. | $T_{\text{р}}$, раб. дн. | $Z_{\text{осн}}$, руб. |
|--------------|------------------------|-----------------|----------------|-----------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Руководитель | 29300 | 0,3 | 1,3 | 49517 | 2060 | 14 | 28880 |
| Инженер | 12130 | - | 1,3 | 15769 | 657 | 73 | 47961 |
| Итого | | | | | | | 76841 |

3.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций. Расчет дополнительной заработной платы ведется по формуле (15):

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} Z_{\text{осн}}, \quad ($$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12-0,15).

Дополнительная заработная плата представлена в таблице 4.11.

Таблица 4.11 – Расчёт дополнительной заработной платы

| Исполнитель | $k_{\text{доп}}$ | $Z_{\text{осн}}$ | $Z_{\text{доп}}$ |
|--------------|------------------|------------------|------------------|
| Руководитель | 0,12 | 28880 | 3466 |
| Инженер | 0,12 | 47961 | 5755 |
| Итого | | | 9221 |

3.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам

государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников (таблица 4.12). Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы:

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

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

Для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2018 году водится пониженная ставка – 30,2%.

Таблица 4.12 – Отчисления во внебюджетные фонды

| Исполнитель | Руководитель | Инженер |
|---------------------------------------|--------------|---------|
| Основная заработная плата, руб. | 28880 | 47961 |
| Дополнительная заработная плата, руб. | 3466 | 5755 |

Продолжение таблицы 4.12

| Исполнитель | Руководитель | Инженер |
|--|--------------|---------|
| Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды | 0,302 | |
| Сумма отчислений | 9768 | 16222 |
| Итого | 25990 | |

3.3.6 Накладные расходы

Накладными расходами учитываются прочие затраты организации, такие как: печать и ксерокопирование проектировочных документов, оплата услуг связи.

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$C = Ц_{эл} F_{об} P = 5,8 * 0,5 * 100 = 290 \text{ руб.},$$

где $Ц_{эл}$ – тариф на промышленную электроэнергию (5,8 руб. за 1 кВт·ч);

P – мощность оборудования, кВт;

$F_{об}$ – время использования оборудования, ч.

Затраты на электроэнергию составили 290 рублей.

Все прочие затраты организации приведены в таблице 4.13.

Таблица 4.13 – Прочие затраты организации

| Наименование | Ед. измерения | Количество | Цена за ед., руб. | Затраты на материалы, (З _м), руб. |
|----------------------|---------------|------------|----------------------|---|
| Электроэнергия | кВт*ч | 50 | 5,8 | 290 |
| Печать | шт. | 200 | 3 | 600 |
| Доступ в интернет | месяц | 2 | 350 | 700 |
| Итого | | | | 1590 |

Накладные расходы в целом рассчитываются по формуле:

$$\begin{aligned}
 Z_{\text{накл}} &= k_{\text{нр}} (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{соц}} + Z_{\text{мат}} + A) \\
 &= 0.16 * (76841 + 9221 + 25990 + 8290 + 3611) \\
 &= 19832,48 + 1590 = 21422,48 \text{ руб.}
 \end{aligned}$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент накладных расходов.

3.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 4.14.

Таблица 4.14 – Расчет бюджета затрат НИИ

| Наименование статьи | Сумма, руб |
|--|------------|
| Материальные затраты НИИ | 8290 |
| Амортизация оборудования | 3611 |
| Затраты по основной заработной плате исполнителей темы | 76841 |
| Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы | 9221 |
| Отчисления во внебюджетные фонды | 25990 |
| Накладные расходы | 21422,48 |
| Затраты на научные и производственные командировки | - |
| Контрагентные расходы | - |
| Бюджет затрат НИИ | 146965,48 |

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

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности. Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

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

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

$\Phi_{\text{р}i}$ – стоимость i -го варианта исполнения;

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

Сравнение проводилось с уже имеющимся аналогом исследования, бюджет которого составил 189728 руб.

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{\text{р}i}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{146965,48}{189728} = 0,77$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает удешевление стоимости разработки. Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в форме таблицы (таблица 4.15).

Таблица 4.15 – Сравнительная оценка характеристик исполнения проекта

| Критерии | Объект исследования | | |
|--|-------------------------------|--------|-------|
| | Весовой коэффициент параметра | Исп. 1 | Исп.2 |
| Способствует росту производительности труда пользователя | 0,25 | 5 | 5 |
| Удобство в эксплуатации | 0,1 | 4 | 5 |
| Унифицированность | 0,05 | 2 | 3 |
| Безопасность | 0,2 | 4 | 5 |
| Критерии | Объект исследования | | |

| | Весовой коэффициент параметра | Исп. 1 | Исп.2 |
|-----------------|----------------------------------|--------|-------|
| Надежность | 0,25 | 4 | 4 |
| Перспективность | 0,15 | 3 | 4 |
| Итого | 1 | | |

$$I_{p-исп1} = 5 * 0,25 + 4 * 0,1 + 2 * 0,05 + 4 * 0,2 + 4 * 0,25 + 3 * 0,15 = 4$$

$$I_{p-исп2} = 5 * 0,25 + 5 * 0,1 + 3 * 0,05 + 5 * 0,2 + 4 * 0,25 + 4 * 0,15 = 4,5$$

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять и выбрать более эффективный вариант решения поставленной технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

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

$$I_{исп1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}}; I_{исп2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр}} \text{ и т. д.}$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (таблица 4.16) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{ср}$):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп1}}{I_{исп2}}$$

Таблица 4.16 – Эффективность разработки

| № п/п | Показатели | Исп. 1 | Исп. 2 |
|----------|---|--------|--------|
| 1 | Интегральный финансовый показатель разработки | 1 | 0,77 |
| 2 | Интегральный показатель эффективности разработки | 4 | 4,5 |
| 3 | Интегральный показатель эффективности | 4 | 7,9 |
| 4 | Сравнительная эффективность вариантов исполнения | 0,5 | 1,975 |

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять и выбрать более эффективный вариант решения поставленной технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности. Таким образом, вариант, приведенный в исследовании, является наиболее эффективным.

3.5 Выводы по разделу

В результате выполнения изначально сформулированных целей раздела, можно сделать следующие выводы:

1. Результатом проведенного анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации устройства, как наиболее предпочтительного и рационального, по сравнению с остальными;

2. При проведении планирования был разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера, позволяющий оценить и спланировать рабочее время исполнителей. Были определены: общее количество календарных дней для выполнения работы – 87 дней, общее количество календарных дней, в течение которых работал инженер – 73 и общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель – 14. Составлен бюджет проектирования, позволяющий оценить затраты на реализацию проекта, которые составляют 146965,48 руб;

3. По факту оценки эффективности ИР, можно сделать выводы:

- Значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,77 что является показателем того, что ИР является финансово выгодной, по сравнению с аналогами;

- Значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4.5, по сравнению с 4. Значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 7.9 по сравнению с 4 и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.