

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

Институт Физико-технический
Направление подготовки 14.03.02 Ядерная физика и технологии
Кафедра Физико-энергетических установок

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Обеспечение безопасности при обращении с ядерными материалами на объекте с исследовательским реактором

УДК 621.039-58:621.039.55

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0А3Г	Давтян С.Г.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ФЭУ ФТИ	Степанов Б.П.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. менеджмента ИСГТ	Меньшикова Е.В.	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ПФ ФТИ	Гоголева Т.С.	к.ф.-м.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Заведующий кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ФЭУ ФТИ	Долматов О.Ю.	к.ф.-м.н., доцент		

Томск – 2017 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Общекультурные компетенции	
P1	Демонстрировать культуру мышления, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения; стремления к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства; владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыки работы с компьютером как средством управления информацией; способность работы с информацией в глобальных компьютерных сетях.
P2	Способность логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь; критически оценивать свои достоинства и недостатки, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков.
P3	Готовностью к кооперации с коллегами, работе в коллективе; к организации работы малых коллективов исполнителей, планированию работы персонала и фондов оплаты труда; генерировать организационно-управленческих решения в нестандартных ситуациях и нести за них ответственность; к разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений; осуществлению и анализу исследовательской и технологической деятельности как объекта управления.
P4	Умение использовать нормативные правовые документы в своей деятельности; использовать основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач, анализировать социально-значимые проблемы и процессы; осознавать социальную значимость своей будущей профессии, обладать высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности.
P5	Владеть одним из иностранных языков на уровне не ниже разговорного.
P6	Владеть средствами самостоятельного, методически правильного использования методов физического воспитания и укрепления здоровья, готов к достижению должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
Профессиональные компетенции	
P7	Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
P8	Владеть основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий; И быть готовым к оценке ядерной и радиационной безопасности, к оценке воздействия на окружающую среду, к контролю за соблюдением экологической безопасности, техники безопасности, норм и правил производственной санитарии, пожарной, радиационной и ядерной безопасности, норм охраны труда; к контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям, требованиям безопасности и другим нормативным документам; за соблюдением технологической дисциплины и обслуживанию технологического оборудования; и к организации защиты объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок как коммерческой тайны предприятия; и понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны).
P9	Уметь производить расчет и проектирование деталей и узлов приборов и установок в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования; разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформление законченных проектно-конструкторских работ; проводить предварительного технико-экономического обоснования проектных расчетов установок и приборов.
P10	Готовность к эксплуатации современного физического оборудования и приборов, к освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новых материалов, приборов, установок и систем; к наладке, настройке, регулировке и опытной проверке оборудования и программных средств; к монтажу, наладке, испытанию и сдаче в эксплуатацию опытных образцов приборов, установок, узлов, систем и деталей.
P11	Способность к организации метрологического обеспечения технологических процессов, к использованию типовых методов

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	контроля качества выпускаемой продукции; и к оценке инновационного потенциала новой продукции.
P12	Способность использовать информационные технологии при разработке новых установок, материалов и приборов, к сбору и анализу информационных исходных данных для проектирования приборов и установок; технические средства для измерения основных параметров объектов исследования, к подготовке данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций; к составлению отчета по выполненному заданию, к участию во внедрении результатов исследований и разработок; и проведения математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований.
P13	Уметь готовить исходные данные для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа; использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и базы данных в своей предметной области; и выполнять работы по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов;
P14	Готовность к проведению физических экспериментов по заданной методике, составлению описания проводимых исследований и анализу результатов; анализу затрат и результатов деятельности производственных подразделений; к разработки способов применения ядерно-энергетических, плазменных, лазерных, СВЧ и мощных импульсных установок, электронных, нейтронных и протонных пучков, методов экспериментальной физики в решении технических, технологических и медицинских проблем.
P15	Способность к приемке и освоению вводимого оборудования, составлению инструкций по эксплуатации оборудования и программ испытаний; к составлению технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет, заявок на материалы, оборудование), а также установленной отчетности по утвержденным формам; и к организации рабочих мест, их техническому оснащению, размещению технологического оборудования.

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

Институт Физико-технический
Направление подготовки 14.03.02 Ядерная физика и технологии
Кафедра Физико-энергетические установки

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой ФЭУ

О. Ю. Долматов

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
0А3Г	Давтян С. Г.

Тема работы:

Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	
---	--

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект с исследовательским реактором; план объекта; требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта и технологического процесса; угроза: хищение; оборудования лаборатории неразрушающего контроля;
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	анализ нормативно-правовых документов по вопросам организации и функционирования систем физической защиты, учета и контроля ядерных материалов на ядерном объекте; формирование и выделение требований к оснащению элементами комплекса инженерно- технических средств физической защиты на основе определения модели нарушителя и сценариев совершения несанкционированных действий; мероприятия в рамках систем учета и контроля ЯМ (выделение объекта зон исходя из

	требований организации охраняемых зон к СФЗ и ЗБМ для СУиК ЯМ) анализ спектральных характеристик неизвестного образца. определение категории ЯМ.
Перечень графического материала	схема ядерного объекта – обязательный чертеж.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы:	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Меньшикова Е. В.
Социальная ответственность	Гоголева Т. С.
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	
нет	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0А3Г	Давтян С. Г.		

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

Студенту:

Группа	ФИО
0А3Г	Давтян С.Г.

Институт		Кафедра	
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	14.03.02 Ядерные физика и технологии/ Безопасность и нераспространение ядерных материалов

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	1. <i>Стоимость расходных материалов 58 руб</i> 2. <i>Зарботная плата у руководителя 26300 руб и у инженера 1 разряда 9893 руб</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	1. <i>Тариф на промышленную электроэнергию 5,8 руб за 1 кВтч</i> 2. <i>Амортизация 20%</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	1. <i>Отчисления во внебюджетные фонды (27,1%)</i> 2. <i>Районный коэффициент 30%</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Планирование потребности в человеческих ресурсах</i>	1. <i>Оценка количества и качества сотрудников</i> 2. <i>Характеристика управленческого и производственного персонала</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета на разработку и внедрение инженерных решений</i>	1. <i>Структура работ в рамках оснащения КИТС ФЗ объекта</i> 2. <i>Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения работ</i> 3. <i>Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения инженерно-технических решений и расчет материальных затрат</i>
3. <i>Конкурентный анализ экономической эффективности фирм-подрядчиков</i>	1. <i>Определение интегрального финансового показателя</i> 2. <i>Определение интегрального показателя ресурсоэффективности</i> 3. <i>Определение интегрального показателя эффективности</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. *Оценка конкурентоспособности технических решений*
2. *Матрица SWOT*

- | |
|--|
| 3. График проведения и бюджет НИ |
| 4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ |

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента ИСГТ	Меньшикова Е.В.	к.ф.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0А3Г	Давтян С.Г.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
0А3Г	Давтян Смбат Гамлетовичу

Институт	ФТИ	Кафедра	ФЭУ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	14.03.02

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. <i>Описание рабочего места (рабочей зоны) на предмет возникновения:</i>	<ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (микроклимат, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующее излучение); – опасных проявлений факторов производственной среды (электрической, пожарной и взрывной природы).
2. <i>Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i>	<ul style="list-style-type: none"> – электробезопасность; – пожаровзрывобезопасность; – требования охраны труда при работе на ПЭВМ.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i>	<ul style="list-style-type: none"> – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (коллективные и индивидуальные).
2. <i>Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности:</i>	<ul style="list-style-type: none"> – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ПФ ФТИ	Гоголева Т.С.	к.ф.-м.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0А3Г	Давтян С.Г.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 82 страниц, 28 рисунков, 8 таблиц, 25 источников, 3 приложений.

Ключевые слова: ядерный объект, ядерный материал, система физической защиты, система учета и контроля, комплекс инженерно-технических средств физической защиты, защищенная зона ядерного объекта, защита информации, анализ уязвимости, гамма-спектрометрический анализ.

Объектом исследования являются вопросы организации и функционирования систем физической защиты, учета и контроля ядерных материалов.

Цель работы – формирование условий безопасной эксплуатации ядерного объекта.

В процессе исследования проводился анализ нормативно-правовых документов по вопросам организации и функционирования системы физической защиты и системы учета и контроля ядерных материалов на ядерном объекте, формирование требований к оснащению элементами комплекса инженернотехнических средств физической защиты особо важной зоны. Был осуществлен анализ спектральных характеристик неизвестного источника ионизирующего излучения.

В результате был получен проект по оснащению комплексом инженернотехнических средств физической защиты особо важной зоны ядерного объекта. Определен изотопный состав исследуемого источника, ионизирующего излучения.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ,
НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

- АКПП – автомобильный контрольно-пропускной пункт;
- АЦП – аналого-цифровой преобразователь;
- ВЗ – внутренняя зона;
- ГСУиК ЯМ – Государственная система учета и контроля ядерных материалов;
- ЗБМ – зона баланса материалов;
- ЗЗ – защищенная зона;
- ИТСФЗ – инженерно-технические средства физической защиты;
- КИТСФЗ – комплекс инженерно-технических средств физической защиты;
- КПП – контрольно-пропускной пункт;
- КТИ – ключевая точка измерений;
- ЛПУ – локальный пульт управления;
- МАГАТЭ – Международное агентство по атомной энергии;
- МВД – Министерство внутренних дел Российской Федерации;
- МКА – многоканальный анализатор;
- НРА – неразрушающий анализ;
- НСД – несанкционированное действие;
- НСД – несанкционированный доступ;
- ОВЗ – особо важная зона;
- ОТВС – облученная тепловыделяющая сборка;
- ПК – персональный компьютер;
- ПНСД – последствия несанкционированных действий;
- ПФЗ – предмет физической защиты;
- ПХЯМ – пункт хранения ядерных материалов;
- РВ – радиоактивные вещества;
- СБ – служба безопасности;
- СКУД – система контроля и управления доступом;

СО – средство обнаружения;
СОС – система охранной сигнализации;
СОСО – система оперативной связи и оповещения;
СОЭН – система оптико-электронного наблюдения;
СТК – система телекоммуникаций;
СФЗ – система физической защиты;
ТВС – тепловыделяющая сборка;
ТВС – тревожно-вызывная сигнализация,
ТСФЗ – технические средства физической защиты;
ТУК – транспортный упаковочный контейнер
УИК ЯМ – учет и контроль ядерных материалов;
ФБ – физический барьер;
ФЗ – физическая защита;
ФСБ – Федеральная служба безопасности Российской Федерации;
ЦПУ – центральный пульт управления;
ЭВМ – электронно-вычислительная машина;
ЯМ – ядерный материал;
ЯО – ядерный объект;
ЯУ – ядерная установка.

Оглавление

РЕФЕРАТ	9
Введение	14
1 Организация и функционирование системы физической защиты, учета и контроля ядерных материалов	16
1.1 Принципы построения системы физической защиты ядерного объекта.....	16
1.1.1 Структура системы физической защиты	17
1.1.2 Оснащение периметра ядерного объекта КИТСФЗ.....	20
1.2 Проведение процедур учета и контроля ядерных материалов на ядерном объекте	22
2 Описание методов проведения исследования.....	26
2.1 Проведение анализа уязвимости объекта.....	26
2.1.1 Этапы проведения анализа уязвимости	27
2.1.2 Выделение угрозы.....	28
2.2 Спектрометрическое оборудование для измерений характеристик излучения.....	30
2.2.1 Виды детекторов для гамма-спектрометрического анализа	30
2.2.2 Оборудование спектрометрического тракта	34
3 Результаты проектирования и измерений	37
3.1 Описание производственного предприятия «исследовательский реактор».....	37
3.2 Оснащение периметра инженерными и техническими средствами физической защиты .	40
3.3 Результаты проведения гамма-спектрометрического анализа неизвестного образца	44
4 Финансовый менеджмент	51
4.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	51
4.2 Технология QuaD	51
4.3 SWOT-анализ	53
4.4 Планирование научно-исследовательских работ.....	56
4.4.1 Структура работ в рамках научного исследования	56
4.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ	58
4.4.3 Разработка графика проведения научного исследования	59
4.4.4 Расчет материальных затрат научно-технического исследования.....	61
4.4.5 Основная заработная плата исполнителей темы.....	65

4.4.7 Отчисления во внебюджетные фонды	67
4.4.8 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	67
4.5 Сравнительная эффективность разработки	68
5 Социальная ответственность	71
5.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов	71
5.2 Обоснование и разработка мероприятий по снижению уровней опасного и вредного воздействия и устранению их влияния при работе на ПВЭМ и спектрометре	73
5.2.1. Технические мероприятия	73
5.2.2. Условия безопасной работы	76
5.3 Электробезопасность.....	78
5.4 Пожарная и взрывная безопасность.....	79
Заключение.....	81
Список литературы.....	82
Приложение А.....	
Приложение Б	
Приложение В	

Введение

В настоящее время атомная энергетика считается одной из наиболее перспективных и быстро развивающихся отраслей энергетики. В современных условиях широкого разнообразия террористических угроз и различных несанкционированных действий по отношению к ядерным материалам и ядерным установкам вопросы безопасности и нераспространения ядерных материалов имеют важнейшее значение.

Одним из средств обеспечения безопасного использования ядерных материалов на объектах ядерного топливного цикла является осуществление государственной системы учета и контроля ядерных материалов. Данная система является элементом системы государственного регулирования атомной энергетики и предназначена для выполнения таких важных задач, как ведение учетных и отчетных документов, предотвращение и предупреждение несанкционированных действий в отношении ядерного материала. Еще одним инструментом обеспечения безопасности в отношении ядерных материалов и ядерных установок является система физической защиты. Для обеспечения безопасного использования атомной энергии на объектах ядерного топливного цикла, в России создана и действует Государственная система физической защиты.

Системой физической защиты включает в себя совокупность организационных и технических мероприятий, которые проводятся администрацией ядерного объекта, его службой безопасности, подразделениями охраны с применением инженерно-технических средств физической защиты для предотвращения несанкционированных действия на ядерном объекте.

Целью выпускной квалификационной работы является формирование условий для безопасного обращения с ядерными материалами на исследовательском реакторе.

В рамках достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

- проанализировать нормативно-правовые документы в области СФЗ и УиК ЯМ;
- сформировать комплекс мероприятий СУиК ЯМ;
- выделить требования к оснащению элементами КИТСФЗ границ ЗЗ;
- провести анализ спектральных характеристик образца;
- составить бюджет на выполнение работы;
- описать рабочее место студента на предмет возникновения вредных и опасных факторов работы.

1 Организация и функционирование системы физической защиты, учета и контроля ядерных материалов

1.1 Принципы построения системы физической защиты ядерного объекта

Для обеспечения надежности защиты на конкретных ядерных объектах и предотвращения несанкционированных действий в отношении на них функционирует государственная система физической защиты. Данная система представляет собой единую систему планирования, координации, контроля и реализации комплекса технических и организационных мер для осуществления физической защиты. А для осуществления физической защиты на каждом ядерном объекте создается индивидуальная система физической защиты.

СФЗ является частью общей системы организационных и технических мер, осуществляемых на ЯО, в целях обеспечения безопасности ядерной деятельности и сохранности ЯМ.

Основной целью ФЗ является предотвращение несанкционированного действия по отношению к ЯМ, ЯУ и другим предметам физической защиты на ЯО. ФЗ на ЯО предназначена для выполнения следующих основных задач:

- предупреждение несанкционированных действий;
- своевременное обнаружение несанкционированных действий;
- задержка (замедление) проникновения (продвижения) нарушителя;
- реагирование на несанкционированные действия и нейтрализация нарушителя для пресечения несанкционированных действий.

Для выполнения задач СФЗ руководство ЯО обеспечивает:

- проведение анализа уязвимости;
- оценку последствий НСД в отношении ПФЗ;
- категорирование ПФЗ, помещений, зданий, сооружений, ЯО в целом;
- выделение охраняемых зон и зон ограниченного доступа (ЗОД);
- определение мест размещения ПФЗ;

- создание системы охраны ЯО;
- разработку требований к СФЗ;
- оценку эффективности СФЗ;
- разработку документов по организации и обеспечению ФЗ ЯО;
- функционирование СФЗ;
- эксплуатацию ИТСФЗ;

Согласно правилам ФЗ создание, совершенствование и функционирование системы физической защиты на ядерном объекте обеспечивается руководством ядерного объекта. На ядерных объектах, охраняемых внутренними войсками Министерства внутренних дел Российской Федерации или вневедомственной охраной при органах внутренних дел Российской Федерации, указанная деятельность осуществляется совместно с руководством соответствующих воинских частей или подразделений, а так же при необходимости с привлечением специализированные организации.

Организационные и технические мероприятия в СФЗ включают в себя комплекс мер, проводимых органами, осуществляющими управление в системе ФЗ на всех этапах создания, функционирования и совершенствования СФЗ для достижения цели и решения задач СФЗ мероприятия, проводимые на ЯО, являются составной частью деятельности по обеспечению его ФЗ, в том числе, осуществляемой на федеральном и отраслевом уровнях, правоохранительными органами и специализированными организациями в соответствии с требованиями нормативных правовых актов по обеспечению физической защиты. К организационным мероприятиям в СФЗ относится разработка нормативных документов на уровне объекта, которые учитывают особенности функционирования СФЗ конкретного ЯО - категорию ЯО, организационно-штатную структуру СБ и подразделений охраны, оснащенность ИТСФЗ, особенности охраняемых зон и другие особенности ЯО.

1.1.1 Структура системы физической защиты

Современная СФЗ ядерных объектов имеет собственную:

- Функциональную структуру;
- Топологическую структуру;
- Структуру управления;
- Информационную структуру.

Функциональная типовая структура включает в себя следующие разделы представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Функциональная структура СФЗ

Раздел	Задачи
Силы охраны	Обеспечивают охрану ЯО
Служба безопасности ЯО	Осуществляют управление и координацию всей деятельности по физической защите на ЯО
Комплекс физических барьеров и инженерных сооружений	Затрудняют преодоление границ охраняемых зон и обеспечивают силам охраны необходимый резерв времени на пресечение несанкционированных действий
Комплекс технических и программно-технических средств и систем	Предназначенных для обнаружения нарушителя, замедления, наблюдения за обстановкой обеспечения КУД и учета пребывания персонала в определенных зонах ЯО, сбора обработки и отображения информации, обеспечения связи

На ЯО Российской Федерации действует трехзональная структура охраняемых зон СФЗ.

К ним относятся:

- Защищенная зона (ЗЗ);
- Внутренняя зона (ВЗ);
- Особо важная зона (ОВЗ);

А так же зоны ограниченного доступа (ЗОД).

Предметы физической защиты, в соответствии с присвоенными им категориями, должны размещаться в соответствующих охраняемых зонах которые представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 - Топологическая структура СФЗ ЯО

Когда на ЯО существуют все охраняемые зоны, управление СФЗ ЯО в целом осуществляется с центрального пункта управления (ЦПУ).

Управление отдельными компонентами СФЗ можно осуществлять с локальных пунктов управления (ЛПУ), имеющих связь с ЦПУ.

Пункты управления должны обеспечивать защиту находящихся в них сотрудников от стрелкового оружия. Доступ в помещения пунктов управления должен осуществляться с применением средств контроля и управления доступом.

Для организации управления ФЗ должна быть предусмотрена система двусторонней связи между пунктами управления, а также между пунктами управления и силами реагирования.

Типовая информационная структура определяется потоками информации полученной между различными системами СФЗ и средствами вычислительной техники (СВТ), установленными в пунктах управления, на которых концентрируется основная информация со средств и систем охранной сигнализации, телевизионного наблюдения, управления и контроля доступа персонала в охраняемые зоны, обнаружения проноса (провоза) ЯМ, взрывчатых

веществ и предметов из металла, мнемосхемами охраняемых зон, средствами проводной и радиосвязи со службой безопасности, силами охраны, органами МВД, ФСБ, МЧС и Минобороны России.

1.1.2 Оснащение периметра ядерного объекта КИТСФЗ

Система физической защиты включает в себя комплекс инженерно-технических средств, а также определенные организационные мероприятия, направленные на их применение и совершенствование.

В состав комплекса инженерно-технических средств физической защиты (ИТСФЗ) должны входить инженерные средства и ТСФЗ (технические средства физической защиты). В таблице 2 отражены составляющие данных систем.

Таблица 1 - Технические и инженерные средства СФЗ

Инженерные средства	ТСФЗ
<ul style="list-style-type: none"> – физические барьеры; – посты охраны; – инженерное оборудование охраняемых зон и постов охраны 	<ul style="list-style-type: none"> – охранная сигнализация; – тревожно-вызывная сигнализация; – контроль и управление доступом; – опико-электронное наблюдение и оценка ситуации; – оперативная связь и оповещение (в том числе средства проводной связи и радиосвязи); – защита информации; – обеспечение электропитания, освещения

Комплекс ИТСФЗ должен решать следующие задачи:

- обеспечение оперативного, устойчивого и непрерывного управления системой физической защиты;
- обеспечение установленного режима доступа персонала к ядерным материалам, на ядерную установку, в пункт хранения;
- выдача сигналов на пункты управления системы физической защиты о проникновении в охраняемые зоны, здания, сооружения, помещения или в грузовые отсеки транспортных средств, перевозящих ядерные материалы и ядерные установки, лиц, не имеющих на это права, или с нарушением установленного;

- определение на периметрах охраняемых зон времени и места несанкционированных проникновений, а на периметре защищенной зоны - направления движения нарушителей;
- задержка (замедление) проникновения (продвижения) нарушителей;
- создание подразделениям охраны благоприятных условий для выполнения служебных задач и обеспечение возможности действий по задержанию нарушителей;
- обзорное наблюдение за охраняемыми зонами, охраняемыми зданиями, сооружениями, помещениями с целью оценки ситуации;
- регистрация (документирование) сигналов от ИТСФЗ, распоряжений и команд, отдаваемых органами управления системы физической защиты, и докладов операторов пунктов управления системы физической защиты.

Таким образом, комплекс ИТСФЗ выполняет основные функции физической защиты, а именно: обнаружение, задержка при проникновении (продвижении) и реагирование. При реализации данного комплекса следует учитывать особенности охраняемого объекта.

При отказе или выводе из строя каких-либо элементов комплекса инженерно-технических средств физической защиты не должен нарушаться функционирование системы физической защиты в целом. Исходя из этого предусмотрено резервирование элементов и функций комплекса инженерно-технических средств физической защиты. При отключении основного электропитания обеспечение бесперебойной работы технических средств физической защиты производится за счет автоматического переключения на резервные источники питания.

Таким образом, ИТСФЗ должны:

- обеспечивать надежную и непрерывную работу во всех заданных режимах работы;

- обеспечивать контроль наличия неисправностей (пропадание видеосигнала, вскрытие оборудования, попытки доступа к линиям связи и т.п.), информирование об этом оператора и архивирование данной информации;
- обеспечивать дистанционный контроль состояния работоспособности ИТСФЗ;
- сохранять работоспособность в случае отключения основного электропитания, что должно обеспечиваться наличием резервных источников электропитания и осуществляться путем автоматического переключения основного электропитания на резервное;
- отображать информацию на соответствующий ЛПУ и ЦПУ с обязательной регистрацией перехода ИТСФЗ или их элементов на резервное питание.

1.2 Проведение процедур учета и контроля ядерных материалов на ядерном объекте

УиК ЯМ обязательная составная часть функционирования любого предприятия, осуществляющего деятельность с ЯМ. Учет ЯМ представляет собой совокупность мер и технических средств, которые позволяют с достаточной надежностью определять наличные количества ЯМ и потоки ЯМ. Система учета и контроля ЯМ позволяет не только повысить достоверность всех данных о ЯМ, но и сдерживать потенциальные несанкционированные действия с ЯМ.

«Основные правила учета и контроля ядерных материалов» (ОПУК) (НП-030-12) является главным нормативным документом, который устанавливает все требования и критерии учета и контроля ЯМ. Эти правила обязательны для всех лиц которые осуществляют деятельность с ЯМ.

ОПУК устанавливают перечень и минимальное количество для ЯМ, которые подлежат учету и контролю. В Правилах сформулированы основные

принципы УиК, такие как принцип непрерывности знаний о ЯМ, принцип категоризации ЯМ и принцип измеряемого материального баланса ЯМ.

Система УиК ЯМ подразумевает административный контроль за наличием и перемещением ЯМ с целью предотвращения их несанкционированного использования и определение количества ЯМ, составление, регистрация и ведение учетных и отчетных документов.

Система учета и контроля выполняет следующие задачи:

- определение имеющегося в наличии количества ядерных материалов в местах их нахождения;
- составление, регистрация и ведение учетных и отчетных документов;
- предотвращение потерь, несанкционированного использования и хищения ядерных материалов;
- предоставление федеральным органам исполнительной власти информации о наличии и перемещении ядерных материалов.

Данные задачи системы обеспечиваются за счет:

- установления персональной ответственности за организацию и ведение учета и контроля ядерных материалов;
- деления ядерных материалов на категории;
- регистрации изменений инвентарного количества ядерных материалов;
- ведения материально-балансовых, учетных и отчетных документов по зоне баланса материалов и ключевым точкам измерений;
- проведения проверок имеющегося в наличии количества ядерных материалов с подведением баланса и определением инвентаризационной разницы;
- анализа данных об учете и контроле ядерных материалов;
- принятия мер по контролю доступа к ядерным материалам и наблюдению за ядерными материалами;

— незамедлительного расследования фактов утраты, хищения или несанкционированного использования ядерных материалов.

Учету и контролю в качестве ЯМ подлежат следующие элементы: плутоний, уран, торий; нуклиды: U^{233} , U^{235} , Np^{237} , Am^{241} , Am^{243} , Cf^{252} и специальные неядерные материалы:

— дейтерий, содержащийся в тяжелой воде, если его относительное изотопное содержание превышает 50 % (атомных долей), за исключением дейтерия, содержащегося в тяжелой воде, находящейся в ядерных реакторах, критических и подкритических стендах, а также на установках по получению и детритизации тяжелой воды;

— тритий во всех соединениях, если отношение числа атомов трития к числу атомов других изотопов водорода (дейтерия и протия) более 1000;

— Li^6 в любых соединениях, если содержание Li^6 в литии превышает его природную распространенность.

Все ЯМ, указанные выше, подлежат учету и контролю вне зависимости от вида химических соединений и агрегатного состояния.

Учету и контролю подлежат ЯМ, содержащиеся во всех продуктах, за исключением:

— урана и тория, содержащихся в руде, а также в промежуточных продуктах, перерабатываемых на горно-металлургических предприятиях (учету 25 на этих предприятиях подлежат уран и торий, содержащиеся в готовом продукте - оксиде или соли урана, тория);

— ЯМ, содержащихся в ЗРИ, если по паспортным данным суммарная масса ЯМ в единичном ЗРИ не превышает минимальное количество обедненного урана, используемого в качестве носителя изотопов водорода, а также содержащегося в защитных контейнерах транспортных упаковочных комплектов, радиационных головках гамма-дефектоскопов, облучательных головках гамма-терапевтических аппаратов, транспортно-перезарядных контейнерах

и других подобных им специфических изделиях, применяемых для радиационной защиты;

— U 233 , Np237 , Am241 , Am243 , Cf252 в облученных продуктах, а также Am241 в плутоний-содержащих продуктах (указанные ЯМ подлежат учету после их выделения);

ЯМ, содержащихся в РАО и в хранилище РАО, из которых невозможно их возвращение в основной технологический процесс без специальных организационно и технических мероприятий.

В соответствии с «Основными правилами учета и контроля ядерных материалов» НП-030-12 к объектам с ЯМ необходимо применять средства контроля доступа.

Учет ЯМ должен основываться на результатах учетных измерений характеристик ЯМ. Все результаты измерений регистрируются в качестве учетных данных.

Аналогично СФЗ, организация и функционирование СУиК ЯМ регулируется нормативно-правовой базой в области использования атомной энергии, которая определяет общую структуру системы и правила осуществления процедур учета и контроля на предприятиях.

2 Описание методов проведения исследования

2.1 Проведение анализа уязвимости объекта

Для построения эффективной СФЗ необходимо конкретизировать все потенциальные угрозы для данных ЯМ или ЯУ. Анализ уязвимости – организованный на ядерном объекте процесс выявления уязвимых мест, определения угроз, вероятных способов их осуществления и моделей нарушителей.

Отдельным фрагментом анализа уязвимости объекта является оценка эффективности СФЗ. На этапе разработки (для создаваемого объекта) оценка эффективности является инструментом для определения степени достаточности СФЗ. На этапе модернизации (для функционирующего объекта) она проводится в обязательном порядке с целью выявления уязвимых (слабых) мест существующей системы.

Оценка эффективности – это процедура (исследование) которая направленная на определение качественных и/или количественных показателей эффективности, выявление критических элементов СФЗ, а также определение интегрального показателя эффективности системы в целом. При системном подходе к созданию СФЗ результаты оценки эффективности служат исходными данными для этапа рабочего проектирования системы.

Требуемый уровень эффективности СФЗ должен обеспечиваться с учетом критерия «эффективность-стоимость». Оптимизация по критерию «эффективность – стоимость» есть оптимизация по цене с наложением ограничений на показатель эффективности системы. Показателем эффективности является величина, характеризующая степень достижения системой какой-либо из стоящей перед ней задач.

Реализация описанной процедуры проверки достаточности (определения уязвимых мест) осуществляемых мер по защите объекта от террористических действий по отношению к предварительно заданным требованиям позволяет повысить достоверность принимаемых решений о состоянии

антитеррористической защищенности объектов, рационально распределять выделяемые на цели защиты ресурсы.

2.1.1 Этапы проведения анализа уязвимости

Задачами АУ являются:

- анализ технологического процесса на ЯО, выявление уязвимых мест ЯУ и местонахождения ЯМ;
- определение потенциально опасных мест на маршрутае транспортировки;
- определение угрозы и способов их осуществления для ПФЗ ЯО, МО, ТС и объектов транспортной инфраструктуры;
- определение модели нарушителей для ЯО, МО, ТС и объектов транспортной инфраструктуры, используемых при транспортировании ЯМ и ЯУ.

Основные этапы проведения АУ представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Этапы проведения АУ

Сбор информации	<ol style="list-style-type: none">1. географические, природные и топологические характеристики ЯО и маршрутов МО, ТС, перевозящих ЯУ и ЯМ;2. основные характеристики ЯО, МО и ТС, а также производимого, используемого, хранимого ЯМ и транспортируемых ЯМ и ЯУ;3. особенности эксплуатации ЯУ и МО, технологических линий и процессов, полномочия сотрудников ЯО; виды и характеристики возможных угроз и способов их осуществления;4. сведения о полномочиях лиц, участвующих в транспортировании ЯМ и ЯУ, и экипажей МО;5. социальная и экономическая ситуация в районе расположения ЯО или вдоль маршрута транспортирования; отношения с государствами, граничащими с районом расположения ЯО.
-----------------	--

Продолжение таблицы 1

<p>Описание ЯО и МО, транспортируемых ЯМ и ЯУ, процесса транспортирования ЯМ и ЯУ</p>	<p>1. описание технологического процесса в части обращения с ЯМ, включая обеспечение технологической безопасности, краткое описание ЯУ, имеющих на ЯО и МО;</p> <p>2. описание ЯМ, используемых в технологическом процессе;</p> <p>3. описание контейнеров, в которых осуществляется хранение ЯМ;</p> <p>4. описание ЯО, МО и ТС;</p> <p>особенности территориального расположения ЯО или вероятного нахождения МО, влияющие на масштаб последствий несанкционированных действий (ПНСД);</p> <p>описание транспортируемых ЯМ и ЯУ, маршрутов транспортирования ЯМ и ЯУ и процесса транспортирования.</p>
---	--

2.1.2 Выделение угрозы

Таблица 2 – Модель нарушителя

Угроза	Диверсия
Количество	6 человек
Вооружение	6 ПМ
Взрывчатка	10 кг пластида, взрывные устройства для вскрытия дверей
Инструменты	<p>1. Кусачки</p> <p>2. Лом</p> <p>3. Саперная лопата</p>

Продолжение таблицы 2

Транспорт	Пожарная машина со стрелой 25м
Технические навыки	1. Взлом замков 2. Установка и использование взрывчатых устройств
Финансирование	Террористические организации
Сговор с внутренними нарушителями	Отсутствует
Уровень осведомленности о ЯО	Высокий

Сценарий действия

Боевая группа из 6 человека, заранее подготовленная и осведомленная о расположении зданий и помещение на территории ЯО, действует с применением всех возможных технических средств и своих боевых навыков. Группа разделена на 2 подгруппы. Подгруппы заходят с двух сторон: с западной со стороны автомагистрали с использованием пожарной машины и с севера через небольшой лес, используя лестницы.

Группы начинают действовать в темное время суток одновременно засвечивая внешние камеры видеонаблюдения. Пожарная машина подъезжает близко к внешнему ограждению, выдвигают стрелу и затем преодолевают бетонное ограждение. Лестницы закидываются непосредственно на бетонное ограждение. Затем, используя резак по металлу, разрезают металлическое сетчатое ограждение. Так обе группы попадают на объект.

Через 4 минуты обе группы устремляются к цели. Цели диверсии – подрыв ЯУ и электроподстанции, так как подрыв хранилища повлечет за собой радиационную аварию, что сильно дестабилизирует обстановку в регионе, а

подрыв подстанции обеспечит более легкий путь к отступлению в виду отсутствия нормального освещения и функционирования всех систем. Также, выбор данных целей обусловлен их равной удаленностью от караульных помещений, что позволит в короткий срок беспрепятственно достичь целей. Обе группы достигают своих целей примерно за 2-3 минуты.

Через 7 минут нарушители через эвакуационные выходы проникают к целям и устанавливают заряды. Заряды приводятся в действие по нажатию на дистанционный детонатор. Группы нарушителей покидают объект тем же путем. Охрана к этому времени будет на месте, поэтому на отход преступники будут использовать дымовые завесы.

2.2 Спектрометрическое оборудование для измерений характеристик излучения.

2.2.1 Виды детекторов для гамма-спектрометрического анализа

Для обнаружения гамма-кванта необходима регистрация акта его взаимодействия с веществом. Вследствие своей электромагнитной природы гамма-кванты взаимодействуют с электронами на электронных оболочках атомов, передавая им свою энергию, что приводит к ионизации вещества за счет вторичных заряженных частиц.

Работа большинства детекторов гамма-излучения, используемых в НРА, основана на регистрации ионизационных процессов, происходящих в веществе детектора при попадании в него гамма-квантов. Другими словами, в таких детекторах напрямую или косвенно собирается освобожденный заряд в виде первичных и вторичных заряженных частиц и на выходе детектора формируется полезный сигнал, представляющие собой импульс электрического тока, амплитуда которого прямо пропорциональна энергии гамма-кванта, потерянной в веществе детектора (детектирующей среде). Пропорциональность импульс-энергия является одним из важнейших факторов в выборе детектора как инструмента НРА. Поэтому в НРА в большинстве случаев применяются такие типы детекторов как:

— Газонаполненные детекторы;

- Сцинтилляционные детекторы;
- Твердотельные (полупроводниковые) детекторы.
- Газонаполненные детекторы.

В общем виде газонаполненные детекторы представляют собой некоторый объем газа, заключенный между двумя электродами. В данном случае газ является детектирующей средой. Ядерное излучение, попавшее в чувствительный объем газа, вызывает в нем процессы ионизации, либо напрямую – за счет потери энергии заряженными частицами ионизирующего излучения, либо косвенно – через ионизацию объема газа заряженными частицами, высвобожденными нейтральными частицами ионизирующего излучения, такими как гамма-кванты. К электродам детектора приложено некоторое напряжение, поэтому пары заряженных частиц разделяются и накапливаются на электродах, что приводит к образованию на выходе детектора электрического импульса. В целях НРА целесообразно использовать такие типы газонаполненных детекторов, как ионизационная камера и пропорциональный счетчик, в которых амплитуда выходного электрического импульса пропорциональна энергии, потерянной частицей ионизирующего излучения в чувствительной среде.

Сцинтилляционные детекторы.

Работа сцинтилляционных детекторов основана на применении нестимулированной люминесценции (сцинтилляции). Сцинтилляция – это процесс испускания веществом-сцинтиллятором света под действием ионизирующего излучения, в котором можно выделить следующие стадии:

Поглощение телом энергии ионизирующего излучения и его последующий переход в неравновесное состояние;

Преобразование поглощенной энергии в световую, испускание света;

Переход тела в равновесное состояние.

Сцинтилляторы могут быть органические (пластики, кристаллы, жидкости) и неорганические (кристаллы, стекла).

В сцинтилляционных детекторах сцинтиллятор окружен отражающим материалом и оптически соединен с фотокатодом фотоэлектронного умножителя (ФЭУ). ФЭУ – это фотоэлектронный приемник светового излучения, который преобразует световой сигнал в электрический. В ФЭУ поток электронов, испускаемый фотокатодом под действием светового излучения сцинтиллятора (фототок), усиливается в умножительной системе в результате вторичной электронной эмиссии; ток в цепи анода (коллектора вторичных электронов) значительно превышает первоначальный фототок (как правило в 10^5 раз и выше).

Схема ФЭУ с присоединенным сцинтиллятором показана на рисунке 1.



Рисунок 1 - Схема ФЭУ с присоединенным сцинтиллятором

Твердотельные (полупроводниковые детекторы).

Полупроводниковые детекторы по своему принципу действия схожи с газонаполненными детекторами с тем отличием, что полупроводниковый детектор представляет собой кристалл полупроводникового материала, размещенный между двух электродов. Обедненная область полупроводникового кристалла играет роль чувствительного объема. Общий вид схемы включения полупроводникового детектора показан на рисунке 2.

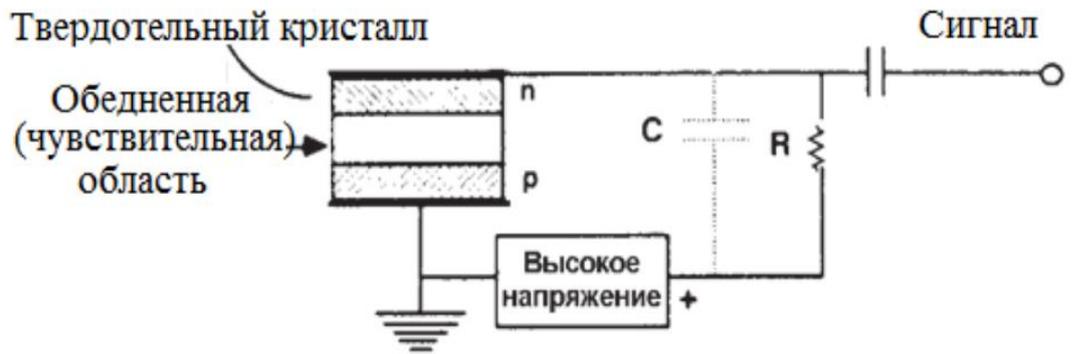


Рисунок 2- Общий вид схемы включения полупроводниковых детекторов

Попадание ионизирующего излучения в чувствительный объем полупроводникового детектора вызывает в нем образование пар разноименных носителей электрического заряда – дырок, несущих положительный заряд, и электронов, несущих, соответственно, отрицательный заряд. Другими словами, воздействие ионизирующего излучения на кристалл приводит к повышению его проводимости. К полупроводниковому кристаллу приложено внешнее напряжение, создающее электрическое поле внутри него. Под действием этого поля электроны и дырки разделяются и начинают дрейфовать к электродам. В результате на электродах возникают импульсы тока, амплитуда которых пропорциональна энергии, которую частица ионизирующего излучения потеряла в чувствительном объеме детектора. Далее импульсы тока поступают на обработку в спектрометрический тракт, устройство которого рассмотрено далее.

Широко распространены два типа исполнения полупроводниковых детекторов:

- Планарные – представляют собой кристалл с прямоугольным или круглым поперечным сечением;
- Коаксиальные – могут быть с открытым концом (истинные коаксиальные) и с закрытым концом.

Планарные детекторы малого диаметра и емкости используются для получения высокого энергетического разрешения при низких энергиях.

Планарные детекторы большого диаметра нашли применение в регистрации низкоэнергетических фотонов. Коаксиальные детекторы вследствие своего большого объема используются для регистрации высокоэнергетических фотонов и обладают достаточно высоким энергетически разрешением.

2.2.2 Оборудование спектрометрического тракта

Ранее было отмечено, что в целях НРА используются те детектора, амплитуда выходного сигнала которых пропорциональна энергии частицы ионизирующего излучения, потерянной ей в чувствительном объеме детектора.

Совокупность выходных сигналов детектора образует амплитудно-импульсный спектр – основной источник информации об ядерном материале в НРА. Амплитудно-импульсный спектр представляет собой серию пиков полного поглощения (фотопиков), расположенных на непрерывном комптоновском распределении.

Система устройств, подключенных к детектору обеспечивающих точное представление амплитудно-импульсного спектра и выделение из него информации об энергии и интенсивности ядерного гамма-излучения называется гамма-спектрометрической системой.

Гамма-спектрометрические системы бывают двух видов:

- На базе одноканального анализатора;
- На базе многоканального анализатора.

Целям НРА наиболее полно соответствуют системы на базе многоканального анализатора (МКА), которые и будут рассмотрены далее. Блок-схема гамма-спектрометрической системы на базе МКА представлена на рисунке 3.



Рисунок 3 - Блок-схема гамма-спектрометрической системы на базе МКА

Высоковольтный источник напряжения смещения

Высоковольтный источник напряжения смещения предназначен для создания электрического поля, в котором собирается заряд, образованный при

Взаимодействии гамма-излучения с детектором. Источник напряжения не является частью гамма-спектрометрической системы, через которую проходит сигнал, но он необходим для работы детектора.

Обычно для полупроводниковых детекторов источник напряжения обеспечивает напряжение до 5 кВ, которое можно непрерывно изменять, и ток до 100 мкА.

Предусилитель

Выходной сигнал детектора обычно является коротким по времени импульсом тока, обладающий к тому же малой амплитудой. Поэтому в гамма-спектрометрических системах используются предусилители. Предусилитель (предварительный усилитель) – это электронный усилитель, использующийся для подготовки слабого сигнала на выходе детектора к дальнейшему усилению и обработке.

Усилитель

Усилитель предназначен для усиления импульса низкого напряжения, получаемого с предусилителя, чтобы подготовить его к дальнейшей обработке в многоканальном анализаторе.

Многоканальный анализатор

Многоканальный анализатор (МКА) – это устройство, основным назначением которого является анализ амплитуды импульсов, выбор уровней напряжений и многоканальное масштабирование.

МКА накапливает и сортирует импульсы, полученные при регистрации детектором гамма-квантов и поступающие от усилителя, для построения визуального и цифрового представления амплитудно-импульсного спектра.

Ядром МКА является аналогово-цифровой преобразователь (АЦП), расположенный на его входе и производящий основной анализ амплитуды импульсов. Цель АЦП заключается в преобразовании амплитудного сигнала в цифровой.

ЭВМ

Заключительным устройством в гамма-спектрометрической системе является ЭВМ.

Среди важнейших функций ЭВМ как части гамма-спектрометрического тракта можно выделить следующие:

- Хранение данных, полученных в результате анализа на запоминающих устройствах;
- Вывод данных в удобном для восприятия человеком виде – на дисплей или на бумажный носитель (в случае наличия подключенного принтера);
- Управление параметрами и работой гамма-спектрометрической системы, а также обработка полученных данных с помощью специализированной программной среды.

4 Финансовый менеджмент

4.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В ходе выполнения данной работы были сформированы требования к обеспечению безопасности при обращении с ЯМ на исследовательском реакторе. Разработанный проект в силу своей специфики будет иметь своим целевым рынком госкорпорации по атомной энергетике. Примером могут служить такие госкорпорации как Росэнергоатом (Россия), Минэнерго (Беларусь), Энергоатом (Украина) и т.п.

4.2 Технология QuaD

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

В основе технологии QuaD лежит нахождение средневзвешенной величины следующих групп показателей:

1. Показатели оценки коммерческого потенциала разработки:

- конкурентоспособность продукта;
- уровень проникновения на рынок;
- перспективность рынка;
- цена;
- послепродажное обслуживание;
- финансовая эффективность научной разработки;
- срок выхода на рынок;
- наличие сертификации разработки.

2. Показатели оценки качества разработки:

- энергоэффективность;
- помехоустойчивость;
- надежность;

- унифицированность;
- уровень шума;
- безопасность;
- функциональная мощность;
- простота эксплуатации;
- качество интеллектуального интерфейса;
- ремонтпригодность.

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации.

Для упрощения процедуры проведения QuaD рекомендуется оценку проводить в табличной форме, таблица 1. В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по сто-бальной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (3x2)
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
1. Эффективность СФЗ	0,15	60	100	0,6	9
2. Помехоустойчивость	0,1	90	100	0,9	9
3. Надежность	0,1	55	100	0,55	5,5
4. Унифицированность	0,05	50	100	0,5	2,5
5. Уровень материалоемкости разработки	0,05	15	100	0,15	0,75
6. Безопасность	0,15	80	100	0,8	12
7. Потребность в ресурсах памяти	0,05	30	100	0,3	15

Продолжение таблицы 1

8. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,05	20	100	0,2	10
9. Простота эксплуатации	0,	70	100	0,7	7
10. Качество интеллектуального интерфейса	0,1	30	100	0,3	3
11. Ремонтопригодность	0,1	40	100	0,4	4
Итого	1	540		5,4	77,75

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot \Phi_i, \quad (1)$$

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

B_i – вес показателя (в долях единицы);

Φ_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 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

Из средневзвешенного значения показателя качества и перспективности научной разработки $P_{cp}=77,75$ можно сделать вывод что перспективность разработки средняя.

4.3 SWOT-анализ

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

Он проводится в несколько этапов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде. Дадим трактовку каждому из этих понятий.

1. 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. При этом важно рассматривать сильные стороны и с точки зрения руководства проекта, и с точки зрения тех, кто в нем еще задействован. При разработке проекта были выявлены следующие сильные стороны:

- проект соответствует требованиям нормативно-правовых документов;
- высокий уровень квалификации специалистов;
- высокая степень контроля со стороны государства;
- использование современного оборудования.

2. Слабость – это недостаток, упущение или ограниченность научноисследовательского 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. В ходе разработки проекта были выявлены следующие слабые стороны:

- узкая специализация проекта (применим только к ядерному объекту);
- необходимость защиты информации о СФЗ и ее функционировании;
- недостаток сертифицированных технических средств реализации проекта на рынке;

- необходимость дорогостоящего этапа лицензирования;
- высокая стоимость оборудования СФЗ и комплектующих элементов.

3. 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. Также является необходимым рассмотрение нижеперечисленных возможностей разрабатываемого проекта:

- сотрудничество с международными организациями в области атомной энергетики;
- финансирование со стороны государства;
- применение на объектах развивающейся отрасли (атомная энергетика);
- возможность использования современных информационных технологий;
- возможность работы с консультирующими органами в сфере ядерной энергетики.

4. 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. Однако, при разработке проекта были выявлены следующие угрозы:

- возможность совершения акта ядерного терроризма;
- неустойчивая экономическая ситуация в стране;
- недостаток квалифицированных кадров в области атомной энергетики;
- вероятность совершения неумышленных действий персоналом;
- изменение модели нарушителя.

После того как сформулированы четыре области SWOT переходят к реализации второго этапа.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Анализ интерактивных таблиц представляется в форме записи сильно коррелирующих сильных сторон и возможностей, или слабых сторон и возможностей и т.д. следующего вида: B1C1C2C5; B4C1C4. Каждая из записей представляет собой направление реализации проекта.

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

В рамках **третьего этапа** должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа, которая приводится в бакалаврской работе в приложении Б.

4.4 Планирование научно-исследовательских работ

4.4.1 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.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой входят преподаватели и инженер. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей. В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение

исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень этапов, работ и распределения исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Выбор направления исследования	Руководитель
	3	Календарное направление работ по теме	Руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	4	Рассмотрение и анализ нормативно-правовых документов по вопросам организации и функционирования СФЗ, УиК ЯМ на ЯО	Студент
	5	Формирование и выделение требований по оснащению охраняемых зон	Студент
	6	Выбор ИТСФЗ для оснащения охраняемых зон	Студент
	7	Анализ спектральных характеристик ядерных радиоактивных материалов с целью категорирования и постановки на учет	Студент

Продолжение таблицы 2

	8	Сопоставление результатов экспериментов теоретическими исследованиями	Студент, Руководитель
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель
	10	Выбор угрозы	Руководитель
Выполнение практической части			
Проектирование СФЗ	11	Разработка схемы ЯО	Студент
	12	Проведение анализа уязвимости ЯО	Студент
	13	Выделение охраняемых зон	Студент
	14	Оснащение охраняемых зон	Студент
Измерение параметров ЯМ для делец УиК	15	Выбор спектрометрического тракта	Студент
	16	Анализ результатов	Студент
Составление отчета	17	Оформление реферата, пояснительной записки, приложений	Студент

4.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

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 1:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (1)$$

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. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65%.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (2)$$

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

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

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

4.4.3 Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта. 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 формулой 3:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (3)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;
 T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;
 $k_{кал}$ – коэффициент календарности. Коэффициент календарности определяется по формуле 4:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \quad (4)$$

$$k_{кал} = \frac{365}{365 - 66} = 1,22, \quad (5)$$

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

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

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

Результаты расчета представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Трудоемкость работ

Название работ	Трудоемкость работ						Длительность в раб. днях		Длительность работ в календарных днях,	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ож}$, чел-дни					
	с	р	с	р	с	р	с	р	с	р
1	-	1	-	3	-	1,8	-	1,8	-	2
2	-	1	-	3	-	1,8	-	1,8	-	2
3	-	1	-	3	-	1,8	-	1,8	-	2
4	5	-	7	-	5,8	-	5,8	-	7	-
5	5	-	7	-	4,8	-	5,8	-	7	-
6	7	-	9	-	7,8	-	7,8	-	10	-
7	10	-	12	-	10,8	-	10,8	-	13	-
8	1	1	3	3	1,8	1,8	0,9	0,9	1	1

Продолжение таблицы 3

9	-	1	-	3	-	1,8	-	1,8	-	2
10	-	1	-	3	-	1,8	-	1,8	-	2
11	2	-	3	-	2,4	-	2,4	-	3	-
12	2	-	3	-	2,4	-	2,4	-	3	-
13	3	-	4	-	3,4	-	3,4	-	4	-
14	3	-	5	-	3,8	-	3,8	-	5	-
15	2	-	4	-	2,8	-	2,8	-	3	-
16	5	-	7	-	5,8	-	5,8	-	7	-
17	8	-	12	-	8,6	-	9,6	-	12	-
Итого										

На основе этой таблицы строится календарный план-график, который представлен в приложении В. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

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 научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

4.4.4 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

– приобретаемые со стороны сырье и материалы, необходимые для создания научно-технической продукции;

– покупные материалы, используемые в процессе создания научнотехнической продукции для обеспечения нормального технологического процесса и для упаковки продукции или расходуемых на другие производственные и хозяйственные нужды (проведение испытаний, контроль, содержание, ремонт и эксплуатация оборудования, зданий, сооружений, других основных средств и прочее), а также запасные части для ремонта оборудования, износа инструментов, приспособлений, инвентаря, приборов, лабораторного оборудования и других средств труда, не относимых к основным средствам, износ спецодежды и других малоценных и быстроизнашивающихся предметов;

– покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, подвергающиеся в дальнейшем монтажу или дополнительной обработке;

– сырье и материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые в качестве объектов исследований (испытаний) и для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий

– объектов испытаний (исследований); В материальные затраты, помимо вышеуказанных, включаются дополнительно затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.п. Однако их учет ведется в данной статье только в том случае, если в научной организации их не включают в расходы на использование оборудования или накладные расходы. В первом случае на них определяются соответствующие нормы расхода от установленной базы. Во втором случае их величина учитывается как некая доля в коэффициенте накладных расходов. Расчет материальных затрат осуществляется по формуле 6:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m \Pi_i \cdot N_{расч i} , \quad (6)$$

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

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

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

Значения цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями изготовителями (либо организациями-поставщиками). Затраты на освещение вычисляются по формуле 7:

$$Z_{осв} = \frac{15 * S * M * t}{1000} * C, \quad (7)$$

где S – площадь пола (40 м²);

M – количество часов искусственного освещения в сутки (6 ч);

t – число рабочих дней (111);

C – стоимость 1 кВт/ч электроэнергии (5,8 руб.).

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле 8:

$$C_{элект} = Ц_{эл} \times P \times F_{об}, \quad (8)$$

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

P – мощность оборудования. кВт;

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

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 4.

Таблица 4 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Зм), руб.
1. Бумага	шт.	100	0,4	40
2. Карандаш	шт.	1	8	8
3. Ластик	шт.	1	10	10
Итого				58

Специальное оборудование, используемое для работы, входит в виде амортизационных отчислений за период использования.

Расчет амортизационных отчислений ведется по формуле:

$$A = \frac{H_a \cdot C \cdot T_0}{365 \cdot 100\%} = \frac{20 \cdot 35000 \cdot 61,3}{356 \cdot 100\%} = 1175,61$$

где A – амортизационные отчисления, руб.;

C – стоимость оборудования, руб.;

H_a – годовая норма амортизации 20%;

T_0 – время использования оборудования, д.

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д.

Таблица 5 – Прочие затраты организации

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Зм), руб.
1. Электроэнергия	кВт·ч	183,9	5,8	1066,62
2. Печать на листе А4	шт.	100	1,5	150
3. Доступ в интернет	месяц	2	550	1100
Итого			2316,62	

Из затрат на материальные ресурсы, включаемых в себестоимость продукции, исключается стоимость возвратных отходов.

Под возвратными отходами производства понимаются остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, теплоносителей и других видов материальных ресурсов, образовавшиеся в процессе производства научно-технической продукции, утратившие полностью или частично потребительские качества исходного ресурса (химические или физические свойства) и в силу этого

используемые с повышенными затратами (понижением выхода продукции) или вовсе не используемые по прямому назначению.

4.4.5 Основная заработная плата исполнителей темы

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, и дополнительную заработную плату, рассчитанной по формуле 9:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (9)$$

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

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

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по формуле 10:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} + T_p, \quad (10)$$

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

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

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб. Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле 11:

$$Z_{\text{дн}} = Z_m \cdot M / F_d, \quad (11)$$

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, таблица 4.5, раб. дн.

Таблица 6 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	52	52
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	
- невыходы по болезни	-	
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	299

Месячный должностной оклад работника вычисляется по формуле 11:

$$Z_m = Z_{tc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p, \quad (11)$$

где Z_{tc} – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

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

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2-0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20% от Z_{tc});

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Тарифная заработная плата Z_{tc} находится из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда $T_{ci} = 600$ руб. на тарифный коэффициент k_t и учитывается по единой для бюджетной организации тарифной сетке. Для предприятий, не относящихся к бюджетной сфере, тарифная заработная плата (оклад) рассчитывается по тарифной сетке, принятой на данном предприятии. Расчет основной заработной платы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Z_{tc} , руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2124,95	10	21249,56
Инженер	9893	-	-	1,3	12860,9	447,33	61	27287,47

4.4.7 Отчисления во внебюджетные фонды

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.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы 12:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (12)$$

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%. Расчет отчислений во внебюджетные фонды осуществлен в таблице 8.

Таблица 8 – Расчет отчислений во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Отчисления во внебюджетные фонды, руб.
Руководитель проекта	21249,56	5758,63
Студент-дипломник	27287,47	7394,9
Итого		13153,53

4.4.8 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) 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 9.

Таблица 9 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НИИ	58
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	48537,03
3. Отчисления во внебюджетные фонды	13153,53
4. Накладные расходы	2316,62
Бюджет затрат НИИ	64436

4.5 Сравнительная эффективность разработки

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по формуле 13:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (13)$$

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

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

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

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить по формуле (14):

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (14)$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

n – число параметров сравнения.

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп.i}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле 15:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}^{исп.1}}, \quad I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр}^{исп.2}} \text{ и т.д.} \quad (15)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (таблица 4.10) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}) находится по формуле 16:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} \quad (16)$$

Таблица 10 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,53	1,88
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	5,4	5,65
3	Интегральный показатель эффективности	10,18	3
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	3,39	0,29

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