

**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 Ядерная физика и технологии  
Отделение школы Отделение ядерно-топливного цикла

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ РАДИОАКТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ НА ГИПОТЕТИЧЕСКОМ ОБЪЕКТЕ</b>

УДК 621.039.58:621.039.3.001.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0А4Г	Лозовский М.А.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОЯТЦ	Селиваникова О.В.	к.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Черепанова Н.В.	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

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

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ядерная физика и технологии	Бычков П.Н.	к.т.н.		

**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  
Отделение школы Отделение ядерно-топливного цикла

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
\_\_\_\_\_ 23.04.2018 Бычков П.Н.  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврская работа
---------------------

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

Студенту:

Группа	ФИО
0А4Г	Лозовский Марк Александрович

Тема работы:

Обеспечение безопасности радиоактивных источников на гипотетическом объекте	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№957/с от 16.02.2018 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	04.06.2018 г.
--	---------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– гипотетический медицинский центр;</li> <li>– требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта и технологического процесса;</li> <li>– оборудование центра;</li> <li>– список источников ИИ;</li> <li>– модель нарушителя.</li> </ul>
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Обзор литературы</li> <li>– Создание системы УиК на объекте</li> <li>– Проектирование СФЗ объекта</li> </ul>
<b>Перечень графического материала</b>	Схема гипотетического объекта с оснащением
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Черепанова Н. В.
Социальная ответственность	Гоголева Т.С.
1 Обзор литературы 2 Проектирование систем учета и контроля и физической защиты в гипотетическом УМЦ 3 Результаты проведенного исследования 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 5 Социальная ответственность	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	23.04.2018
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ОЯТЦ ИЯТШ	Селиваникова О.В.			23.04.2018

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0А4Г	Лозовский Марк Александрович		23.04.2018

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
0А4Г	Лозовский Марк Александрович

<b>Школа</b>	<b>ИЯТШ</b>	<b>Отделение</b>	<b>ОЯТЦ</b>
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	14.03.02 Ядерные физика и технологии

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	– затраты на НИР – стоимость ресурсов
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	– количество требуемых ресурсов
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	– ставки руководителя и студента

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. <i>Разработка устава научно-технического проекта</i>	– составление плана
2. <i>Планирование процесса управления НИИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	– проведение работ – выбор оптимальных вариантов
3. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	– расчет эффективности – оценка конкурентоспособности

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. Сегментирование рынка
2. Оценка конкурентоспособности технических решений
3. Матрица SWOT
4. График проведения и бюджет НИИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИИ

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	23.04.2018
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Черепанова Н.В.	к.ф.н.		23.04.2018

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
0А4Г	Лозовский Марк Александрович		23.04.2018

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
0А4Г	Лозовский Марк Александрович

<b>Школа</b>	<b>ИЯТШ</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>ОЯТЦ</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	14.03.02 Ядерные физика и технологии/ Безопасность и нераспространение ядерных материалов

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

<i>1. Описание рабочего места (рабочей зоны) на предмет возникновения:</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– вредных проявлений факторов производственной среды (микроклимат, освещение, шумы, вибрации, ионизирующее излучение);</li> <li>– опасных проявлений факторов производственной среды (электрической, пожарной и взрывной природы).</li> </ul>
<i>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– электробезопасность;</li> <li>– пожаровзрывобезопасность;</li> <li>– требования охраны труда при работе на ПЭВМ;</li> </ul>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<i>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты (коллективные и индивидуальные).</li> </ul>
<i>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</li> </ul>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	23.04.2018
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Ассистент отделения ЯТЦ	Гоголева Т.С.	к.ф.-м.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
0А4Г	Лозовский Марк Александрович		

**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 (специальность) 14.030.02 Ядерные физика и технологии  
Уровень образования бакалавриат  
Отделение школы (НОЦ) Отделение ядерно-топливного цикла  
Период выполнения весенний семестр 2017/2018 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа
---------------------

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	04.06.2018
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
23.04.2018	<i>Выдача задания</i>	
26.04.2018	<i>Моделирование объекта</i>	
30.04.2018	<i>Проведение измерений и анализ полученных результатов</i>	
05.05.2018	<i>Проведение анализу уязвимости радиационного объекта</i>	
11.05.2018	<i>Оснащение объекта</i>	
04.06.2018	<i>Сдача работы</i>	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ОЯТЦ	Селиваникова О.В.			

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ядерные физика и технологии	Бычков П.Н.			

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 60 страницы, 14 таблиц, 25 источников, 3 приложения.

Ключевые слова: радиационный объект, радиоактивные вещества, система физической защиты, система учета и контроля, комплекс инженерно-технических средств физической защиты, анализ уязвимости, модель нарушителя.

Объектом исследования являются вопросы организации и функционирования систем физической защиты, учета и контроля радиоактивных веществ.

Целью работы является создание методического подхода для описания и построения гипотетического объекта и его систем безопасности, с дальнейшим его применением в учебных целях по специальности Безопасность и нераспространение ядерных материалов.

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 инженерно-технических средств физической защиты ЯО.

В результате были получены: концептуальная модель ядерного объекта и системы физической защиты, учебная программная среда и методические рекомендации.

## **Список обозначений**

ВУ – внешняя угроза

ЗРИ – закрытый радионуклидный источник

КИТС – комплекс инженерно-технических средств

КТИ – контрольная точка измерений

КПП – контрольно-пропускной пункт

МН – модель нарушителя

НСД – несанкционированное действие

ОРИ – открытый радионуклидный источник

ПР – пропускной режим

ПУ – пломбировочное устройство

ПУ СФЗ – пункт управления системы физической защиты

ПФЗ – предмет физической защиты

ПХ – пункт хранения

РАО – радиоактивные отходы

РВ – радиоактивное вещество

СБ – служба безопасности

СО – средство обнаружения

СОС – система охранной сигнализации

ТВС – тревожно-вызывная сигнализация

УМЦ – университетский медицинский центр

ФБ – физический барьер

ФЗ – физическая защита

ЯМ – ядерный материал



## Содержание

Введение.....	6
1 Обзор литературы .....	8
2 Проектирование систем учета и контроля и физической защиты гипотетического объекта .....	12
2.1 Описание гипотетического объекта .....	12
2.2 Техническая спецификация гамма-облучателей.....	19
2.3 Категорирование ЗРИ в соответствии с НП-067-16 .....	19
2.4 Категорирование объекта .....	20
3. Результаты проведенного исследования .....	21
3.1 Рекомендации по построению системы физической защиты .....	23
3.2 Модель нарушителя .....	24
4 Финансовый менеджмент.....	26
4.1 Анализ конкурентных технических решений .....	26
4.2 SWOT-анализ.....	27
4.3 Планирование научно-исследовательских работ.....	30
4.4 Определение трудоемкости выполнения НИР.....	32
4.5 Разработка графика проведения научного исследования .....	33
4.6 Бюджет научно-технического исследования .....	34
4.6.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования .....	35
4.6.2 Основная заработная плата исполнительной системы.....	36
4.6.3 Отчисления во внебюджетные фонды .....	37
4.6.4 Накладные расходы.....	38
4.6.5 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта .....	38
5 Социальная ответственность .....	43
5.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	43
5.2 Условия безопасной работы.....	48
5.3 Электробезопасность .....	50
5.4 Пожарная и взрывная безопасность .....	51

Заключение .....	54
Список публикаций студента.....	55
Список использованной литературы.....	56
Приложение А .....	58
Приложение Б.....	59
Приложение В.....	60

## **Введение**

В связи с нарастающей террористической активностью различных радикальных групп, в настоящее время в мире возникает опасность краж ЯМ и РВ.

Угроза использования террористами оружия массового уничтожения (ОМУ), в том числе ядерного, заставила государства, обладающие этим оружием, принять дополнительные меры по его защите и контролю за его распространением. Совершенствование и модернизация физической защиты ядерных материалов и радиоактивных веществ происходили и происходят постоянно не только в местах производства и хранения собственно ядерного оружия или его компонент, но и в местах, где производится качественный анализ таких ЯМ и РВ.

Именно поэтому учет и контроль ядерных материалов и радиоактивных веществ, а также физическая защита – неотъемлемая часть всех предприятий ЯТЦ.

Одним из главных условий функционирования любого предприятия является защита от возможных угроз, среди которых особую опасность представляют несанкционированные действия потенциальных нарушителей. Возможными последствиями действий нарушителей могут являться хищение РВ или создание чрезвычайной ситуации на предприятии.

Физическая защита является основным элементом политики безопасности на предприятии, который направлен на обеспечение сохранности имущества, жизни и здоровья персонала, а также финансовых ценностей. В концепцию физической защиты предприятия входят:

– идентификация потенциальных угроз, вероятных исполнителей угроз (нарушителей); выделение уязвимых мест на предприятии, которыми являются вероятные предметы физической защиты;

- соответствие существующей системы безопасности определенным угрозам, т.е. оценка уязвимости;

- разработка совершенствований для существующей системы и проведение необходимых мероприятий по обеспечению безопасности предприятия.

Физическая защита объекта – деятельность в области атомной энергии, целью которой является предотвращение несанкционированных действий по отношению к ЯМ, ЯУ и ПХ. Несанкционированными действиями являются хищение и диверсия. Физическая защита функционирует с помощью системы физической защиты. В данной работе СФЗ строится вокруг радиоактивных веществ, пунктов хранения РВ в виде ЗРИ и радиационных источников.

Руководство радиационного объекта обеспечивает создание системы физической защиты, её совершенствование и функционирование. СФЗ включает в себя персонал ФЗ, комплекс инженерно-технических средств, а также организационные мероприятия, направленные на совершенствование СФЗ.

Цель написания дипломной работы – проектирование системы физической защиты гипотетического Университетского медицинского центра

Цель работы обусловила постановку и решение следующих задач:

- определить группу сохранности для каждого источника в гипотетическом УМЦ;

- определить, какие меры сохранности требуются для каждого источника;

- проанализировать организацию систем обеспечения физической защиты на объекте исследования.

Объект исследования – гипотетический УМЦ.

Предмет исследования – система физической защиты предприятия.

## 1 Обзор литературы

Вся деятельность, связанная с использованием атомной энергии, регламентируется Федеральным Законом 170, принятым в 1995 году. В данном документе определена правовая основа и принципы регулирования отношений, которые возникают при использовании атомной энергии. Основопологающими задачами документа являются защита здоровья и жизни людей, охрана окружающей среды и защита собственности при использовании атомной энергии[7].

Главными документами в области систем учета и контроля ядерных материалов и радиоактивных веществ являются НП–030–12 (Основные правила учета и контроля ядерных материалов) и НП–067–16 (Основные правила учета и контроля радиоактивных веществ и радиоактивных отходов в организации). Данные документы разработаны в соответствии с Федеральным Законом №170. В правилах установлены основные принципы, критерии и требования государственного УиК ЯМ, РВ, специальных неядерных материалов и РАО в любых химических соединениях и физических формах. С помощью НП-067-16 производится категорирование источников для каждой установки[1].

Основными документами в области физической защиты ЯМ и РВ, использованными в работе, являются НП-083-15 (Требования к системам физической защиты ядерных материалов, ядерных установок и пунктов хранения ядерных материалов) и НП-034-15 (Правила физической защиты радиоактивных веществ, радиационных источников и пунктов хранения). В данных документах установлены основные требования к СФЗ ЯМ, РВ, ЯУ и ПХ на ЯО, где используются ЯМ и РВ, а также требования к обеспечению ФЗ ЯМ, РВ, ЯУ и ПХ. Благодаря НП-034-15 производится категорирование радиационного объекта[2].

Физическая защита – деятельность в области атомной энергии, целью которой является предотвращение несанкционированных действий по отношению к ЯМ, ЯУ и ПХ. Несанкционированными действиями являются хищение и диверсия. Физическая защита функционирует с помощью системы физической защиты. В данной работе СФЗ строится вокруг радиоактивных веществ, пунктов хранения РВ в виде ЗРИ и радиационных источников.

Руководство радиационного объекта обеспечивает создание системы физической защиты, её совершенствование и функционирование. СФЗ включает в себя персонал ФЗ, комплекс инженерно-технических средств, а также организационные мероприятия, направленные на совершенствование СФЗ.

СФЗ служит для реализации таких задач, как:

- своевременное обнаружение НСД;
- предупреждение НСД;
- задержка нарушителей;
- реагирование и нейтрализация нарушителя.

Системе физической защиты необходим такой критерий, как высокая эффективность. СФЗ должна быть способна препятствовать действиям потенциальных нарушителей в отношении предметов физической защиты. При этом должны учитываться различные виды угроз и моделей нарушителя, которые выделяются в процессе проведения анализа уязвимости.

Существует ряд принципов, которых нужно придерживаться для создания эффективной системы физической защиты, ими являются:

- принцип адаптивности;
- принцип адекватности
- принцип зонального построения;
- принцип регулярности контроля функционирования;
- принцип обеспечения надежности и живучести;
- принцип равнопрочности[4].

Система физической защиты имеет свою структуру, в нее входят:

- комплекс инженерно-технических средств;
- персонал СФЗ;
- организационные мероприятия[5].

Комплекс инженерно-технических средств необходим для достижения цели и решения задач системы физической защиты. КИТСФЗ состоит из инженерных и технических средств, а также физических барьеров.

Что касается управления средствами физической защиты – оно осуществляется службой безопасности с пунктов управления СФЗ.

Существует ряд задач, которые выполняются с помощью КИТСФЗ, ими являются:

- управление СФЗ;
- установление режима доступа на РО;
- создание барьеров на пути потенциальных нарушителей;
- правильная выдача сигналов на ПУ в случае фиксирования НСД;
- отработка основных маршрутов следования нарушителей;
- организация дистанционного наблюдения по периметрам охраняемых зон, в охраняемых помещениях, зданиях, сооружениях с целью оценки обстановки;
- установка границ охраняемых зон;
- защита персонала во время дежурства на пунктах управления, на КПП, на караульных постах, а также при осуществлении задач по задержанию лиц, причастных к несанкционированным действиям [8].

### **Учет и контроль радиоактивных веществ на радиационном объекте**

Еще одной составляющей обеспечения безопасного использования радиоактивных веществ и радиоактивных отходов является их учет и контроль в организации.

К задачам УиК РВ и РАО на предприятии относятся:

- учет производства;
- получение РВ и РАО от иных организаций;
- передача РВ и РАО другим организациям;
- учет и контроль РВ и РАО в ПХ;
- обеспечение должного уровня достоверности информации о РВ и РАО

в организации;

- своевременный перевод РВ в категорию РАО;
- выявление НСД в отношении РВ и РАО и информирование центра государственной системы учета и контроля РВ и РАО;
- расследование инцидентов, связанных с РВ и РАО;
- предоставление учетно-отчетной документации[9].

Существует ряд принципов для обеспечения учета и контроля РВ и РАО, к ним относятся:

- принцип непрерывности;
- принцип периодичности проведения инвентаризаций;
- идентификация фактически наличного количества;
- документирование результатов;
- идентификация нарушений;
- подтверждение достоверности информации о РВ и РАО;
- внесение изменений;
- дифференцированный подход к определению процедур учета и контроля ЗРИ с учетом их категорий по потенциальной радиационной опасности[3].



## 2 Проектирование систем учета и контроля и физической защиты гипотетического объекта

### 2.1 Описание гипотетического объекта

Университетский медицинский центр, представленный на рисунке 1, располагает банком крови с двумя облучателями крови Gammacell 1000 Модель В. Каждый из них весит около 1135 кг и содержит единственный источник  $Cs^{137}$  активностью около 900 кюри. Источник (порошок хлорида цезия, впрессованный в таблетки) дважды герметизирован в капсулы из нержавеющей стали с заглушками, приваренными посредством оплавления. Каждый источник герметизирован внутри установки и ни разу не менялся. Каждая установка размещается внутри огнестойкого шкафа шириной 76 см, длиной 66 см и высотой 142 см.

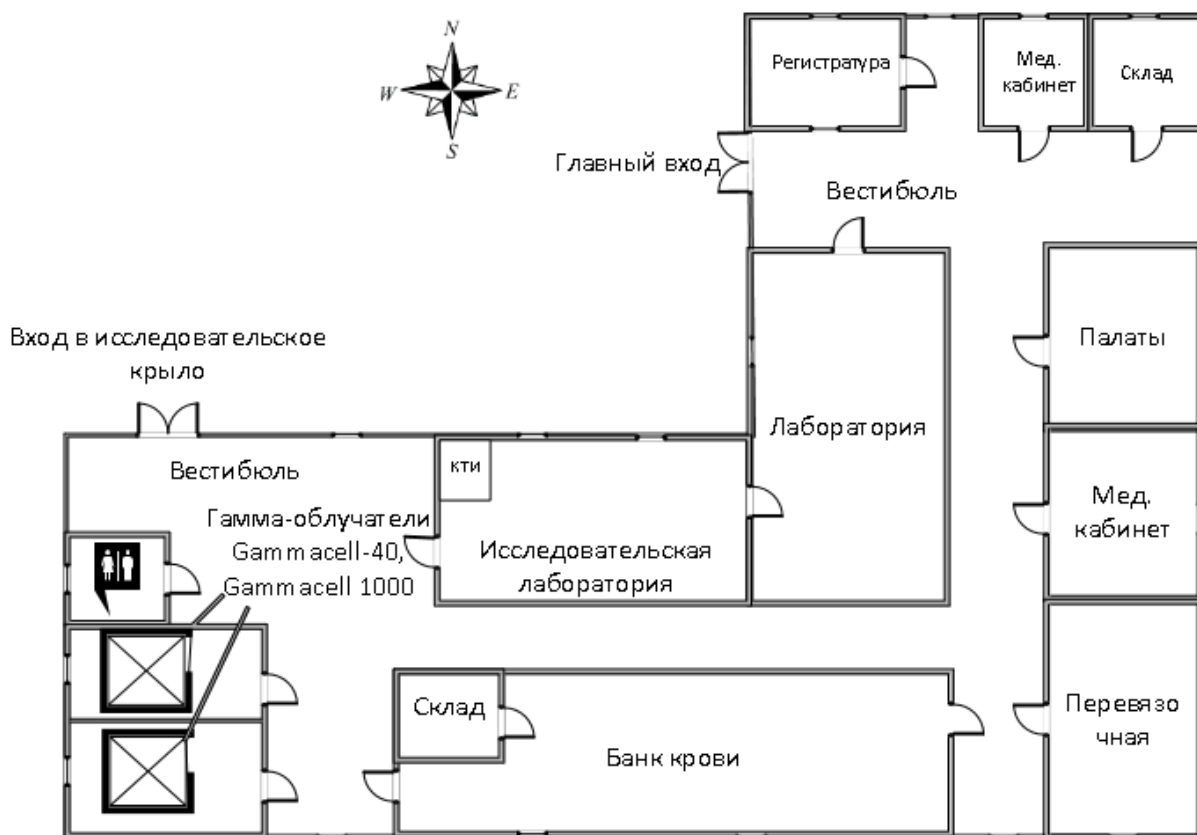


Рисунок 1 – Схема гипотетического УМЦ

Ключ, необходимый для включения облучателя находится в открытом шкафу непосредственно под установкой. Камеру для образцов невозможно открыть без ключа. Для получения доступа для загрузки образцов камеру для образцов необходимо повернуть по часовой стрелке. Доступ к источнику Cs<sup>137</sup> из камеры для образцов отсутствует.

Банк крови работает круглосуточно 364 дня в году (они закрываются только на Рождество), и здесь работает следующий персонал:

- Дневная смена: 12-18 человек
- Вторая смена: 6 человек
- Ночная смена: 3 человека

GammaCell-40 и GammaCell 1000 являются облучателями банка крови, в которых используется РВ в виде Cs137. В исследовательской лаборатории ведутся работы с РВ, поэтому внутри расположена контрольная точка измерений.

Вход в исследовательское крыло находится с северной стороны УМЦ. В лаборатории ведутся работы по исследованию радиоактивного Cs137. Раз в год проводится инвентаризация.

Гипотетический объект, УМЦ, расположен в центральной части города рядом с большим университетом, и в нем работают около 200 человек. Население города составляет 500 тысяч жителей, а в университете учится более 20 тысяч студентов. В пределах 200 м на восток, запад и север от УМЦ расположены жилые многоквартирные. На юге через 100 метров расположены корпуса университета.

УМЦ расположен на участке размером 150 м x 150 м на углу улицы савиных и проспекта Ленина. Территория вокруг центра представляет собой открытую зону с практически прямым доступом к зданию автомобилей со всех сторон. Университетский медицинский центр представляет собой многоэтажное здание, но исследовательское крыло имеет только один этаж. Почти вся исследовательская работа в исследовательском крыле проводится на первом этаже.

**Системы обнаружения, оценки и контроля доступа.** В банк крови ведут два входа: обычный и контролируемый. Поскольку в этой зоне постоянно кто-то присутствует, а для больничного персонала требуется постоянный доступ в банк крови, обычный вход никогда не закрывается на ключ даже на праздники (в праздничные дни работа идет по расписанию второй смены или меньше) за исключением рождества. Второй контролируемый вход ведет непосредственно в зону облучателя и всегда закрыт на ключ. Доступ через эти двери контролируется устройством считывания идентификационной карты, которое управляет электронным ключом. Обе двери оборудованы защитными дугами, и ни одна из дверей не имеет аварийной сигнализации.

В помещениях банка крови отсутствуют камеры кабельного телевидения или датчики охранной сигнализации. Работники имеют идентификационные карты и хорошо знают друг друга, и поэтому предполагается, что они спросят любого незнакомого, кого они встретят в лабораторной зоне без сопровождения, и вызовут охрану (только сотрудникам разрешено проходить около стола секретаря в банк крови). Поскольку в этой зоне постоянно находится много сотрудников, шансы на обнаружение человека с подозрительным поведением или нарушителя и вызова охраны в дневное время повышаются, а во время поздних смен – понижаются.

Кроме дверей в зоне банка крови нет никаких значительных барьеров. Основная задержка для кражи будет связана с самим облучателем. Вероятнее всего это устройство является слишком тяжелым, для того чтобы украсть его целиком. Нарушитель должен будет изъять источники из устройства, что вполне возможно. Время на выполнение этой задачи будет зависеть от набора инструментов, используемых для извлечения источников из устройства. Ближайшие двери для выхода из помещения находятся приблизительно в 20 метрах от облучателей.

**Облучатель для медицинских исследований.** Университетский медицинский центр использует другой облучатель, который расположен в подвале исследовательского крыла, для облучения клеток, тканей, животных и

других биологических образцов контролируемой дозой ионизирующего излучения. Этим облучателем является Gammacell-40 с пневматическим приводом. Эта установка очень большая и не проходит через существующий дверной проем. Она весит 2700 кг. Установка содержит два герметизированных источника Cs<sup>137</sup>, которые размещаются в задней части установки. В среднем помещение облучателя используется раз в неделю в течение примерно 3 часов.

Если помещение облучателя не используется, то оно всегда закрыто на ключ, а выдача ключа контролируется под роспись. Ключи хранятся на специальной доске, висящей внутри лаборатории ближнего инфракрасного излучения на первом этаже. В журнал выдачи записывается фамилия, объяснение причины использования оборудования, и плановое время использования облучателя. Перед получением ключей и использованием облучателя (без сопровождения) все пользователи должны пройти обучение по его использованию и быть включены в список утвержденных пользователей.

**Системы задержки.** На облучателе или вокруг него отсутствуют специализированные системы задержки времени или барьерные системы. Основная задержка возникнет за счет времени, необходимого для демонтажа части установки с целью изъятия источников. Это возможно, если имеется подходящий инструмент и достаточно времени.

Кроме дверей в зоне банка крови нет никаких значительных барьеров. Основная задержка для кражи будет связана с самим облучателем. Вероятнее всего это устройство является слишком тяжелым, для того чтобы украсть его целиком. Нарушитель должен будет изъять источники из устройства, что вполне возможно. Время на выполнение этой задачи будет зависеть от набора инструментов, используемых для извлечения источников из устройства. Ближайшие двери для выхода из помещения находятся приблизительно в 20 метрах от облучателей.

## **Общая информация о системе охраны госпиталя**

### *Персонал охраны (реагирования)*

Действия по реагированию проводятся и управляются охраной университета. Все охранники университета являются полностью подготовленными и сертифицированными офицерами полиции. Здесь постоянно дежурят 4 невооруженных офицера охраны, нанятых госпиталем, и 2 вооруженных офицера полиции университета посменно (на праздники их количество уменьшается вдвое). Из двух назначенных офицеров полиции один осуществляет патрулирование, а второй постоянно находится в отделении скорой помощи. Из четырех охранников госпиталя два находятся на входе и обычно не покидают свой пост в ответ на вызовы или в случае срабатывания сигнализации. Два других охранника патрулируют здание, отвечают на вызовы и выясняют причины срабатывания сигнализации. Все шестеро сотрудников охраны экипированы рациями.

Охрана госпиталя получает указания от оператора громкой связи госпиталя. Если требуется дополнительная вооруженная поддержка, один из полицейских вызывает по рации помощь. Если этой помощи недостаточно, оператор громкой связи (или персонал охраны) вызовет дополнительный персонал полиции университета с помощью службы 911. Охрана госпиталя отвечает за запираение входных дверей исследовательского крыла (которые запираются каждый вечер в 18:00) и их отпираение утром (каждое утро в 06:00). Основной вход госпиталя и вход для скорой помощи открыты круглосуточно и без выходных, но после 19:00 посетители (лица, не имеющие идентификационных карт) должны записаться на входе на информационной стойке / посту охраны, где им выдается гостевой пропуск.

Поскольку охрана и офицеры полиции располагаются непосредственно на объекте, время реагирования на объявление по радио или звонок должно быть относительно небольшим в зависимости от места происшествия и

ситуации. Учитывая размер госпиталя и то, что офицеры осуществляют обход, среднее ожидаемое время реакции составляет 5-8 минут.

**Оценка и наблюдение.** В госпитале имеется 6 фиксированных камер, которые осуществляют наблюдение за входами, включая входы в исследовательскую лабораторию и в комнаты с облучателями. Они соединены с системой аварийной сигнализации для проведения оценки причин срабатывания сигнализации только для активной сигнализации (большая часть аварийной сигнализации в течение дня отключена). По этой причине камеры используются прежде всего для проведения оценки в ночное время и для целей сдерживания и последующей оценки инцидентов, которые произошли в течение дня. Изображения записываются, просматриваются в помещении камер слежения университета (подразделение университетской полиции) и хранятся в течение 3 недель, после чего на это место записываются новые изображения.

**Идентификационные карты/пропуска.** Служащие госпиталя и исследовательский персонал университета имеют идентификационные карты, которые они должны постоянно носить во время пребывания в госпитале или в исследовательской зоне. Это идентифицирует служащих, которые имеют разрешение на работы в разных зонах, несмотря на то, что специальной проверки удостоверений не проводится.

**Проверка биографии служащих.** Перед приемом на работу частная фирма проводит проверку биографии потенциальных служащих УМЦ. Эти проверки включают в себя проверки уголовного характера, гражданства, предыдущих мест работы и учебы, кредитные данные, а также проверки на склонность к приему наркотиков и алкоголя. Проверки проводятся только перед приемом на работу. Периодические проверки после этого не осуществляются. Проверка на склонность к употреблению наркотиков или алкоголя проводится в самом начале, а затем только при наличии оснований (аварии, инциденты и т.д.).

**Правила и процедуры в области безопасности.** В госпитальной и исследовательской зоне хранятся копии правил и процедур в области

безопасности. Правила и процедуры пересматриваются и обновляются ежегодно, примерно за 4 недели до прибытия аудиторов штата. Не проводятся собеседования с руководством, персоналом, подрядчиками, посетителями и т.д. с целью определения того, насколько правила и процедуры понимаются и выполняются, и есть ли какие-либо последствия в случае нарушения этих правил/процедур.

**Обучение персонала.** Новые служащие проходят обучение по вопросам безопасности и защиты в первый день работы (обычно обучение проводится один на один с начальником или руководителем по этим вопросам). Все остальные служащие ежегодно проходят переподготовку по безопасности и защите, в ходе которой проводится повторение вопросов, представляющих интерес. Не существует никакого формального механизма для определения эффективности обучения.

### **Исторические угрозы**

В общей зоне существует значительный уровень уголовной деятельности в ночное время, поскольку она расположена в городской черте неподалеку от различных мест развлечения, ночных клубов и студенческих общежитий. Среди местных жителей хорошо известно о существовании гамма-облучателей и о том, какие радионуклиды они используют, но до сих пор к этому вопросу никто не проявлял интереса, и никто не задавал вопросов за исключением студентов университета.

Некоторые иностранцы (студенты университета или служащие госпиталя), работающие в медицинском комплексе, были предметом особого внимания администрации госпиталя после событий 11 сентября 2000 года, но в данное время они больше не вызывают озабоченности.

## 2.2 Техническая спецификация гамма-облучателей

В таблицах 1 и 2 представлены основные характеристики гамма-облучателей, а так же информация об активностях используемых ЗРИ.

Таблица 1 – характеристики гамма-облучателя Gammacell 1000.

Gammacell 1000 (Cs <sup>137</sup> )	
Расположение	Фиксированный ЗРИ
Модель и номинальная активность	Model B = 1300 Ки, 48,1·10 <sup>12</sup> Бк
Внешняя доза	≤10мкЗв/ч

Таблица 2 – Характеристики гамма-облучателя Gammacell-40.

Gammacell-40 (Cs <sup>137</sup> )	
Номинальная активность источника	Model 1 = 300 Ки, 11,1·10 <sup>12</sup> Бк
Внешняя доза	≤8мкЗв/ч
Расположение	Фиксированный ЗРИ

В облучателе Gammacell-40 используется сразу 2 источника Cs<sup>137</sup>. Максимально допустимое значение активности ЗРИ для данных источников 708 Ки.

Оба облучателя являются предметами физической защиты, вокруг которых должна быть построена соответствующая СФЗ.

## 2.3 Категорирование ЗРИ в соответствии с НП-067-16

В соответствии с НП-067-16 определяем категорию ЗРИ. Согласно активностям Cs<sup>137</sup>, используемого в облучателях, которые равны 11,1 ТБк и 48,1 ТБк, ЗРИ относится ко второй категории опасности закрытых радионуклидных источников, а именно очень опасно для человека.

Период полураспада цезия равен 30 лет, поэтому за время работы облучателей категория остается такой же.



Так же в гипотетическом УМЦ ведутся исследовательские работы с радиоактивным цезием в лаборатории. Номинальная активность данного нуклида 0,1 ТБк, что соответствует третьей категории опасности ЗРИ.

## **2.4 Категорирование объекта**

В соответствии с НП-034-15 гипотетический университетский медицинский центр относится к категории Б, т.е. существует возможность хищения радиоактивных веществ, закрытых радионуклидных источников категории 1 или 2 по потенциальной радиационной опасности[1].

## 4 Финансовый менеджмент

Создание эффективной системы физической защиты радиационного объекта является одной из самых важных частей обеспечения безопасности в области мирного использования атомной энергии. С точки зрения финансового менеджмента, перед началом проектирования системы физической защиты должны быть рассчитаны затраты на ресурсы, необходимые для создания данной системы.

### 4.1 Анализ конкурентных технических решений

Для описания качества новой разработки и ее перспективности на рынке, принятия решения целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект используется технология QuaD.

Для упрощения процедуры проведения QuaD используется оценочная карта, составляемая в табличной форме представленная в таблице 3.

Показатели оцениваются по 100 бальной шкале, в соответствии с данной технологией, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная.

Таблица 3 – 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. Способствует росту производительности труда пользователя	0,20	90	100	0,90	18
2. Удобство в эксплуатации	0,15	100	100	1,00	15
3. Помехоустойчивость	0,15	95	100	0,95	14,25

Продолжение таблицы 3.

4. Энергосбережение	0,20	80	100	0,80	16
5. Надежность	0,25	85	100	0,85	21,25
6. Материалоемкость	0,25	97	100	0,97	24,25
Итого	1	547	600	4,2	108,75

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

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

где  $P_{cp}$  – средневзвешенное значение показателя качества;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя.

Значение  $P_{cp}$  говорит о перспективах разработки, а также о качестве исследования. Если значение показателя  $P_{cp}$  находится в диапазоне от 100 до 80, то у данной разработки высокие перспективы. В диапазоне от 79 до 60 – потенциальная перспектива находится на уровне выше среднего. В диапазоне от 69 до 40 – уровень перспективы средний. В диапазоне от 39 до 20 – перспектива на уровне ниже среднего. От 19 и ниже – малоперспективная разработка.

В данном случае средневзвешенное значение показателя качества  $P_{cp}$  находится в диапазоне от 100 до 80 и разработка считается высоко перспективной.

## 4.2 SWOT-анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT – такой тип анализа используют для исследования внешней и внутренней среды потенциального проекта.

Сильные стороны – это факторы, которые характеризуют конкурентоспособность научно-технического исследования.

Сильные стороны указывают на отличительные преимущества или особые ресурсы, которые являются персональными 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 нужно рассматривать сильные стороны как с точки зрения руководства исследования, так и с точки зрения исполнителей.

**Слабые стороны.** Слабость – это недостаток, упущение или ограниченность проекта, которая может препятствовать достижению его целей. Например, в данном случае слабыми сторонами являются узкая специализация проекта, необходимость защиты информации о СФЗ и защиты её функционирования, отсутствие достаточного количества сертифицированных специалистов, дороговизна создания СФЗ, высокая стоимость оборудования СФЗ.

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.

На втором этапе устанавливается соответствие проекта внешним условиям окружающей среды и сильных слабых сторон. Это должно помочь при выявлении степени необходимости проведения изменений стратегии. В рамках данного этапа происходит построение интерактивной матрицы исследования. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Данная матрица может быть использована как основа для оценки вариантов стратегий. Факторы помечаются либо знаком «+», что означает весомое соответствие сильных сторон возможностям, либо знаком «-», что означает слабое соответствие; «0» – в случае, если есть сомнения в выборе знака.

В рамках третьего этапа составляется итоговая матрица SWOT-анализа, которая приводится в данной бакалаврской работе.

В Таблице 4 представлен SWOT-анализ разрабатываемой СФЗ.

Таблица 4 – SWOT-анализ.

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>С1. Соответствие нормативно-правовым документам</p> <p>С2. Высокий уровень квалификации специалистов</p> <p>С3. Высокая степень контроля со стороны государства</p> <p>С4. Использование современного оборудования</p> <p>С5. Высокая эффективность взаимодействия персонала</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>Сл1. Узкая специализация проекта</p> <p>Сл2. Необходимость защиты информации о СФЗ и её Функционировании</p> <p>Сл3. Малое количество сертифицированных технических средств</p> <p>Сл4. Дороговизна</p> <p>Сл5. Высокая стоимость оборудования СФЗ</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Сотрудничество с международными организациями</p> <p>В2. Финансирование из государственного бюджета</p> <p>В3. Применение на объектах развивающейся отрасли</p> <p>В4. Использование современных ИТ</p> <p>В5. Работа с консультирующими органами в сфере атомной энергетики</p>	<p>Обмен опытом с иностранными специалистами</p> <p>Создание и совершенствование эффективной системы физической защиты</p> <p>Проведение учений персонала в случае несанкционированных действий на объекте</p>	<p>Большие затраты на обеспечение защиты информации</p> <p>Необходимость ограничения доступа на объект</p> <p>Невозможность применения широкого спектра оборудования для реализации на объекте</p>

Продолжение таблицы 4.

<b>Угрозы:</b> У1. Совершение акта ядерного терроризма У2. Неустойчивая экономическая ситуация в стране У3. Использование делящихся продуктов У4. Неумышленное совершение НСД У5. Вариативность моделей нарушителя	Возможность пресечения НСД  Потребность в высококвалифицированных специалистах  Частичное финансирование со стороны государства	Утечки информации о СФЗ  Хищение персональных данных сотрудников объекта
---	---	--

### 4.3 Планирование научно-исследовательских работ

Для планирования комплекса предполагаемых работ существует следующий порядок:

- выделение структуры работ в рамках научного исследования;
- назначение исполнителей для каждой работы;
- определение срока работ;
- построение графика проведения работ.

Для того чтобы провести научные исследования создается специальная рабочая группа, которая включает в себя научных сотрудников и преподавателей, инженеров, техников и лаборантов, численность групп способна меняться. По каждому виду запланированных работ происходит распределение по должности исполнителей.

В этом разделе происходит составление перечня этапов и работ в рамках проведения научного исследования, а также распределение исполнителей по видам работ. Перечень этапов, работ и распределение по виду работы представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ Работы	Содержание работ	Должность исполнителей
Разработка технического задания на НИР	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель, Студент
	3	Выбор направления исследования	Руководитель
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, Студент
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Ознакомление с особенностями создания СФЗ	Студент
	6	Освоение систем ФЗ	Руководитель, Студент
	7	Проведение экспериментов	Студент
	8	Проведение расчетов и анализ полученных данных	Студент
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, Студент
	10	Определение целесообразности	Руководитель, Студент
Оформление отчета НИР	11	Составление пояснительной записки и подготовка к защите	Студент

#### 4.4 Определение трудоемкости выполнения НИР

Стоимость разработки в большинстве случаев формируется из трудовых затрат, исходя из этого требуется определение трудоемкости работ каждого участника 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 следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot t_{min i} + 2 \cdot t_{max i}}{5}, \quad (3.1)$$

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.

В зависимости от ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой  $T_p$ , которая числится в рабочих днях. Она учитывает одновременное исполнение работ разными людьми. Данное вычисление нужно для корректного расчета заработной платы, потому что удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{ч_i}, \quad (3.2)$$

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.



#### 4.5 Разработка графика проведения научного исследования

Длительность этапов в рабочих днях переводится в календарные дни, что сделано для обеспечения удобства построения календарного плана, и рассчитывается по следующей формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k, \quad (3.3)$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;  
 $T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;  
 $k$  – коэффициент календарности, предназначен для перевода рабочего времени в календарное.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k = \frac{T_{кг}}{T_{кг} - T_{вд} - T_{пд}}, \quad (3.4)$$

где  $T_{кг}$  – количество календарных дней в году;  
 $T_{вд}$  – количество выходных дней в году;  
 $T_{пд}$  – количество праздничных дней в году.

В данной работе число праздничных и выходных дней принимается равным 116 дней. Поэтому расчетный коэффициент календарности равен:

$$k = \frac{365}{365 - 116} = 1.47$$

Длительность этапов в календарных днях сведена в Таблице 6.

Таблица 6 – Временные показатели проведения НИР

	Исполнители	$t_{min}$	$t_{max}$	$t_{ож}$	$T_p$ , раб.дн.	$T_k$ , кал.дн.	$Y_i$ , %	$\Gamma_i$ , %
1	Руководитель	4	8	5,6	5,6	8	6,64	6,64
2	Руководитель, Студент	12	20	15,2	7,6	11	9,02	15,66
3	Руководитель	2	5	3,2	3,2	5	3,80	19,45
4	Руководитель, Студент	2	4	2,8	1,4	2	1,66	21,12
5	Студент	4	7	5,2	5,2	8	6,17	27,28

#### **4.6 Бюджет научно-технического исследования**

При планировании бюджета НТИ необходимо обеспечивать полное и достоверное отражение всех видов расходов, которые связаны с его выполнением. При формировании бюджета НТИ используются следующие принципы затрат по статьям:

- Материальные затраты НТИ;
- Затраты на необходимое оборудование для научных работ;
- Основная заработная плата исполнителей работы;
- Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- Перечень затраты на научные и производственные командировки;
- Контрагентные расходы;
- Накладные расходы.

#### 4.6.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Основные затраты для ВКР проводились при работе на персональном компьютере. Потребление электроэнергии ПК в месяц: 19,2 кВт\*ч. Работа велась в течение 4 месяцев.

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$C = C_{\text{эл}} \cdot P \cdot F_{\text{об}} = 19,2 \cdot 3 \cdot 2,93 = 168,8 \quad (3.5)$$

где  $C_{\text{эл}}$  – тариф на промышленную электроэнергию (2,93 руб. за 1 кВт\*ч);

$P$  – мощность оборудования, кВт;

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

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в Таблицу 7.

Таблица 7 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., Руб.	Затраты на материалы, руб.
Электроэнергия	кВт*ч	19,2	2,93	168,8
Канц. товары				1500
Доступ в интернет	месяц	4	350	1400
Итого, руб				3068,8

#### 4.6.2 Основная заработная плата исполнительской системы

В данный раздел включается основная зарплата научного руководителя и исполнителя работ. Для расчета зарплаты нужно придерживаться системы ТПУ. Основная заработная плата руководителя (от ТПУ) рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда. Для научного руководителя на должности старший преподаватель отделения ЯТЦ должностной оклад составляет 23000 руб. Месячный должностной оклад работника с учетом районного коэффициента (1,3 для г. Томск) составляет 29900. Для студента 3000 руб., с учетом районного коэффициента – 3900 руб.

Среднедневная заработная плата определяется по формуле:

$$Z_{зпi} = \frac{(D+D \cdot K)}{F}, \quad (3.6)$$

где D – месячный оклад работника;

K – районный коэффициент (для Томска – 30%);

F – количество рабочих дней в месяце (в среднем 22 дня);

Для руководителя:

$$C_{зп1} = \frac{29900 + 29000 \cdot 0,3}{22} = 1766 \text{ руб.}$$

Для студента:

$$C_{зп2} = \frac{3000 + 3000 \cdot 0,3}{22} = 177,2 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата исполнителей, непосредственно участвующих в проектировании разработки:

$$C_{осн.зп} = \sum t_i \cdot C_{зпi}, \quad (3.7)$$

где  $t_i$  – затраты труда, необходимые для выполнения i-го вида работ, в рабочих днях

$C_{зпi}$  – среднедневная заработная плата работника, выполняющего i-ый вид работ, (руб./день).

В Таблице 8 отображены затраты на заработную плату, посчитанные выше.

Таблица 8 – Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад	Средняя заработная плата, руб/дн.	Трудоемкость, раб.дн.	Основная заработная плата, руб
Руководитель	29900	1766	30,1	53156,6
Студент	3900	177,2	75,5	13378,6
Итого				66535,2

#### 4.6.3 Отчисления во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отображаются 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 формы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (3.8)$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

На 2015 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 № 212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в Таблице 9.

Таблица 9 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Руководитель	Студент
Основная заработная плата, руб.	53156,6	13378,6
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды, %	30,2	30,2
Сумма отчислений	15946,8	4013,6
Итого, руб.:		19960,4

#### 4.6.4 Накладные расходы

В данную статью входят расходы, которые необходимы для содержания аппарата управления и общехозяйственных служб. В данной статье учитывается оплата труда персонала, содержание знаний, оргтехники и хозяйинвентаря, амортизация имущества, расходы по охране труда и подготовке кадров.

Накладные расходы в ТПУ составляют 25% – 30% от суммы заработной платы, которые участвуют в реализации проекта. Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$P_{\text{накл}} = (Z_{\text{внеб}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{осн}}) \cdot k_{\text{накл}}, \quad (3.9)$$

где  $k_{\text{накл}}$  – коэффициент накладных расходов, равный 25%

Накладные расходы составят:

$$C_{\text{накл}} = (19960,4 + 53156,6 + 13378,4) \cdot 0,25 = 21623,85$$

#### 4.6.5 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в Таблице 10.

Таблица 10 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
Материальные затраты НИИ	3068,8
Затраты по основной заработной плате исполнителей работы	66535,2
Отчисления во внебюджетные фонды	19960,4
Накладные расходы	21623,85
Бюджет затрат НИИ	111188,25

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

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. При его нахождении необходимо определить две средневзвешенных величины, которыми являются финансовая эффективность и ресурсоэффективность.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.[18]

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{фин}}^{\text{исп}} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (3.10)$$

где  $I_{\text{фин}}^{\text{исп}}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

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

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в том числе 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).

Так как разработка имеет одно исполнение, то

$$I_{\text{фин}}^{\text{исп}i} = \frac{111188,25}{111188,25} = 1$$

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (3.11)$$

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

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i$  – балльная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в Таблице 11.

Таблица 11 – Оценка характеристик исполнения проекта

	Весовой коэффициент параметра	Оценка
1. Энергоэффективность	0,1	5
2. Точность результатов	0,1	5
3. Оперативность	0,1	4
4. Унифицированность	0,1	5
5. Надежность	0,1	4
6. Помехоустойчивость	0,05	5
7. Безопасность	0,15	5
8. Конкурентоспособность	0,05	3
9. Цена	0,1	4
10. Финансовая эффективность научной работы	0,05	4
11. Простота эксплуатации	0,05	4
12. Уровень материалоемкости	0,05	4
Итого	1	52



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

$$I_{исп1} = \frac{I_{рисп1}}{I_{фин1}}, I_{исп2} = \frac{I_{рисп2}}{I_{фин2}} \text{ и т. д.}$$

Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{ср}$ ):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп1}}{I_{исп2}}, \quad (3.12)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта, представленную в Таблице 12.

Таблица 12 – Эффективность разработки

Показатели	Оценка
Интегральный финансовый показатель	1
Интегральный показатель ресурсоэффективности и разработки	4,45
Интегральный показатель эффективности	0,22

В результате реализации поставленных задач по разделу, можно сделать следующие выводы: в результате проведения SWOT-анализа были выявлены сильные и слабые стороны проекта, проведена оценка надежности и возможностей проекта. Были определены главные преимущества проекта, которые обеспечивают повышение эффективности системы физической защиты, а также экономичности технологических процессов. Помимо этого, высокая надежность при выполнении проекта обеспечивается низкими вероятностями угроз.

Были составлены календарный план и диаграмма Ганта, которая позволяет оценить и лучше спланировать рабочее время исполнителей.

При оценке ресурсоэффективности проекта, которая проводилась по интегральному показателю, получен высокий результат, что свидетельствует об эффективности реализации научного проекта. С учетом вышеперечисленного,

можно сказать, что выполнение проекта, позволяет увеличить эффективность производства, как социальную, путем совершенствования системы физической защиты объекта, так и ресурсосберегающую, благодаря внедрению универсального оборудования, которое требует меньше затрат при эксплуатации.

## Список публикаций студента

1. Лозовский, М. А. Исследование на радиоактивность продуктов питания [Электронный ресурс] / М. А. Лозовский, О. В. Селиваникова // VIII Школа-конференция молодых атомщиков Сибири: сборник тезисов докладов, 17-19 мая 2017 г., г. Томск / Росатом [и др.]. — Томск: Изд-во ТУСУР, 2017. — [1 с.]. — Заглавие с экрана. — Свободный доступ из сети Интернет.

Режим доступа: <http://earchive.tpu.ru/handle/11683/42457>

2. Лозовский, М.А. Исследование на радиоактивность продуктов питания [Электронный ресурс] / М. А. Лозовский, О. В. Селиваникова // Инновационный конвент «КУЗБАСС: ОБРАЗОВАНИЕ, НАУКА, ИННОВАЦИИ»: сборник тезисов докладов, 15 декабря 2017 г., г. Кемерово, Кузбасс [и др.]. — Кемерово: Изд-во КемГУ, 2017. — [1 с.]. — Заглавие с экрана. — Свободный доступ из сети Интернет.

Режим доступа: <http://www.sibsiu.ru/downloads/public/inn-conv/2017.pdf>

3. Lozovskiy, M. A. Floating nuclear power plant [Electronic resource] / M. A. Lozovskiy, S. S. Chursin // Физико-технические проблемы в науке, промышленности и медицине : сборник тезисов докладов VIII Международной научно-практической конференции, г. Томск, 1-3 июня 2016 г. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) ; под ред. О. Ю. Долматова [и др.]. — Томск: Изд-во ТПУ, 2016. — [С. 21]. — Заглавие с экрана. — Свободный доступ из сети Интернет.

Режим доступа: <http://earchive.tpu.ru/handle/11683/31193>

