

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 Ядерные физика и технологии
Кафедра Физико-энергетические установки

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
"Обеспечение безопасности при обращении с ядерными материалами на атомной станции с реактором на быстрых нейтронах"

УДК 621.039.58:621.311..25:621.039.526

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0А3Г	Егорова Ольга Сергеевна		

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	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:

Зав. 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.

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
Р7	Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
Р8	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).
Р9	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.
Р11	Способность к организации метрологического обеспечения технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции; и к оценке инновационного потенциала новой продукции.
Р12	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

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	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 Ядерные 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	Егоровой Ольге Сергеевне

Тема работы:

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	<ul style="list-style-type: none">– Атомная станция с реактором на быстрых нейтронах БН-600;– план объекта;– требования к особенностям эксплуатации объекта и технологического процесса;– угроза: хищение;– оборудования лаборатории неразрушающего контроля;
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ul style="list-style-type: none">– 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 КИТСФЗ на основе определения модели нарушителя и сценариев совершения несанкционированных действий;– 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	Е.В. Меньшикова
Социальная ответственность	Т.С. Гоголева
Физическая защита ЯО	Б.П. Степанов
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
Доцент каф. ФЭУ ФТИ	Б.П. Степанов	К.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0А3Г	О.С.Егорова		

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

Студенту:

Группа	ФИО
0А3Г	Егоровой Ольге Сергеевне

Институт	ФТ	Кафедра	ФЭУ
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>	- Стоимость расходных материалов (2418 руб.) - Стоимость расхода электроэнергии (2450 руб.) - Заработная плата (76213 руб.)
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	- Тариф на электроэнергию (5,8 руб. за кВт/час)
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	- Отчисления во внебюджетные фонды (27,1 %) - Районный коэффициент (1,3) - Премияльный коэффициент (0,3) - Коэффициент доплат и надбавок (0,2)

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	- Потенциальные потребители результатов исследования - Анализ конкурентоспособности разработки
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	- Структура работ в рамках научного исследования - Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения научного исследования - Бюджет научно-технического исследования (НТИ)
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	- Определение интегрального финансового показателя разработки - Определения интегрального показателя ресурсоэффективности - Определение интегрального показателя эффективности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i>
2. <i>Матрица SWOT</i>
3. <i>Альтернативы проведения НИ</i>
4. <i>График проведения и бюджет НИ</i>
5. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. МЕН ИСГТ	Меньшикова Екатерина Валентиновна	Кандидат философских наук, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0А3Г	Егорова О.С.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
0А3Г	Егоровой Ольге Сергеевне

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочего места (рабочей зоны) на предмет возникновения:	<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. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	<ul style="list-style-type: none"> – электробезопасность; – пожаро- и взрывобезопасность; – требования охраны труда при работе на ПЭВМ.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:	<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. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:	<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	Егорова О.С.		

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

Институт Физико-технический
 Направление подготовки (специальность) 14.03.02 Ядерные физика и технологии
 Уровень образования высшее
 Кафедра Физико-энергетические установки
 Период выполнения (весенний семестр 2016/2017 учебного года) _____

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы: _____

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	<i>Выдача задания</i>	
	<i>Проведение анализу уязвимости ядерного объекта</i>	
	<i>Компоновка рубежей охраны</i>	
	<i>Проведение измерений и анализ полученных результатов</i>	
	<i>Сдача работы</i>	

Составил преподаватель:

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

СОГЛАСОВАНО:

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

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 85 страниц, содержит 5 рисунков, 18 таблиц и 20 источников.

Ключевые слова: ядерный объект, физическая защита, система физической защиты, внутренняя зона, технические средства.

Объектом исследования является вопрос организации и функционирования системы физической защиты и системы учета и контроля ядерных материалов.

Цель работы – формирование условий для безопасного обращения с ядерными материалами при эксплуатации атомной станции.

В ходе исследования проводился анализ нормативных документов по вопросам организации и функционирования системы физической защиты и системы учета и контроля ядерных материалов на атомной станции, формирование и выделение требований к оснащению элементами комплекса инженерно-технических средств физической защиты внутренней зоны ядерного объекта, анализ спектральных характеристик ядерного объекта.

Результатом является проект по оснащению комплексом инженерно-технических средств физической защиты защищенной и внутренних зон атомной станции с реактором на быстрых нейтронах БН-600.

Был определен изотопный состав представленного образца и его обогащение.

Обозначения и сокращения

- ЗЗ – защищенная зона;
- ВЗ – внутренняя зона;
- ЗБМ – зона баланса материалов;
- ИТСФЗ – инженерно-технические средства системы физической защиты;
- ОВЗ – особо важная зона;
- СХ – сухое хранилище;
- ЯУ – ядерные установки;
- ЯМ – ядерные материалы;
- ЯО – ядерный объект;
- ФЗ – физическая защита;
- ЦПУ – центральный пункт управления;
- ТСФЗ – технические средства физической защиты;
- ТВЭЛ – тепловыделяющий элемент;
- ТВС – тепловыделяющая сборка;
- СФЗ – система физической защиты;
- СО – средство обнаружения;
- СКУД – система контроля и управления доступом;
- СБ – служба безопасности;
- ПФЗ – предмет физической защиты;
- НСД – несанкционированное действие;
- ЛПУ – локальный пункт управления;
- КТИ – ключевая точка измерений;
- КПП – контрольно-пропускной пункт.

Оглавление

Введение.....	15
1 Организация систем физической защиты, учета и контроля ядерных материалов.....	17
1.1 Функционирование системы физической защиты на ядерном объекте....	17
1.1.1 Цели и задачи системы физической защиты.....	17
1.1.2 Комплекс инженерно-технических средств физической защиты.....	18
1.2 Выполнение процедур учета и контроля ЯМ.....	19
1.2.1 Характеристики ядерного топлива	21
1.2.2 Выполнение требований по проведению учета и контроля ЯМ.....	22
2 Технологические процессы при обращении топлива.....	30
2.1 Проведение анализа уязвимости ядерного объекта.....	32
2.1.1 Категорирование ЯМ на АЭС.....	33
2.1.2 Описание модели нарушителя	34
2.2 Методы измерения характеристик ядерного топлива.....	40
3 Обеспечение безопасности при обращении ядерного топлива на АЭС с быстрым реактором.....	42
3.1 Оснащение границ охраняемых зон на объекте.....	42
3.2 Обработка спектрометрических характеристик ядерного материала	47
3.2.1 Идентификация вида излучения неизвестного образца.....	47
3.2.2 Проведение анализа и расчетов.....	50
4 Финансовый менеджмент.....	52
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	52
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	52
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	54
4.1.3 SWOT-анализ.....	56
4.2 Планирование НИР.....	59
4.3 Определение трудоемкости выполнения НИР.....	59

4.4	Разработка календарного плана работ.....	60
4.5	Бюджет научно-технического исследования.....	63
4.5.1	Расчет материальных затрат НТИ.....	63
4.5.2	Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ.....	64
4.5.3	Основная заработная плата исполнителей темы.....	65
4.5.4	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	67
4.5.5	Накладные расходы.....	67
4.5.6	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта...	68
4.6	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	68
5	Социальная ответственность.....	71
5.1	Анализ опасных и вредных производственных факторов на АЭС.....	72
5.2	Обоснование и разработка мероприятий по снижению уровней опасного и вредного воздействия и устранению их влияния на работающих.....	73
5.2.1	Организационные мероприятия.....	73
5.2.2	Технические мероприятия.....	73
5.3	Безопасные условия работы.....	75
5.4	Электробезопасность.....	77
5.5	Пожарная и взрывная безопасность.....	79
	Заключение.....	81
	Список использованных источников.....	82
	Приложение А.....	84

Введение

На 2017 год по всему миру насчитывается 194 атомных станций. Суммарная мощность 436 энергоблоков составляет более 400 ГВт. На территории Российской Федерации эксплуатируются 35 энергоблоков с установленной мощностью около 27 ГВт, что составляет 16% электричества всей планеты. В стадии сооружения находятся 73 энергоблока, а также в ближайшем будущем планируется строительство еще около 150 реакторов. С ростом реакторов будет увеличиваться мощность АЭС в десятки раз, что способствует увеличению облученного ядерного топлива, радиоактивных отходов и делящихся веществ, являющихся основной любых ядерных материалов.

Использование атомной энергии предполагает не только ее мирное использование, но и увеличение потенциальной опасности незаконного хищения и использования ядерных материалов, которые в дальнейшем могут использоваться при создании ядерного оружия, использование которого может стать угрозой для жизни и здоровья большого количества людей.

Следовательно, первоочередной задачей мирного и безопасного использования ядерных технологий является обеспечение режима нераспространения ядерных материалов, что подразумевает под собой организацию физической защиты на ядерном объекте, а также учета и контроля ядерных материалов. Данная операция является неотъемлемой частью обеспечения безопасности не только на территории Российской Федерации, но и во всем мире[1].

Контроль ядерных материалов предполагает административный контроль над перемещением и наличием ядерных материалов с предотвращения их несанкционированного использования. Под учётом подразумевается определение количества ядерных материалов, а также составление, регистрация и ведение отчетной документации.

Чтобы предотвратить возникновение политических, экологических, социальных и экономических угроз на объекте организуется физическая защита. В целях ее осуществления на объекте реализуется система физической защиты (СФЗ), которая является единой системой планирования, контроля, реализации комплекса инженерно-технических мер и организационных мероприятий.

Система физической защиты состоит из целого ряда подсистем, а именно: система контроля и управления доступом, защита информации, охранная сигнализация, оптико-электронное наблюдение, тревожно-вызывная сигнализация.

Целью данной выпускной квалификационной работы является формирование условий для безопасного обращения с ядерными материалами при эксплуатации на атомной станции.

Для её достижения необходимо решить следующие задачи:

- анализ и обзор нормативно-правовых документов по вопросам организации и функционирования системы физической защиты, учета и контроля ядерных материалов на ядерном объекте;
- формирование и выделение требований к оснащению элементам комплекса инженерно-технических средств физической защиты внутренних и особо важных зон атомной станции;
- выбор устройств и анализ технических характеристик;
- анализ спектральных характеристик ядерных материалов с целью их последующей категоризации.

1 Организация систем физической защиты, учета и контроля ядерных материалов

1.1 Функционирование систем физической защиты на ядерном объекте

Физическая защита – это деятельность в области использования атомной энергии, которая направлена на предотвращение хищений и диверсий в отношении ядерных материалов, ядерных установок, и пунктов хранения. Данная деятельность осуществляется также на международном уровне, где в рамках международного сотрудничества производится обмен информацией и технологиями через международные организации и за счет реализации двусторонних международных и межведомственных соглашений.

Функционирование физической защиты обеспечивается с помощью системы физической защиты, реализованной на ядерном объекте. Система физической защиты включает в себя персонал физической защиты, комплекс инженерно-технических средств и организационные мероприятия, направленные на их применение и усовершенствование.

Руководство ядерного объекта обеспечивает совершенствование, создание и функционирование системы физической защиты на ядерном объекте.

1.1.1 Цели и задачи системы физической защиты

Система физической защиты предназначена для выполнения таких задач, как:

- предотвращение несанкционированного проникновения на территорию ядерных установок, радиационных источников и пунктов хранения;
- своевременное обнаружение и пресечение любых посягательств на

целостность и сохранность ядерных материалов и радиоактивных веществ, своевременное обнаружение и пресечение диверсионных и террористических актов, угрожающих безопасности ядерных установок, радиационных источников и пунктов хранения;

- задержание (замедление) проникновения (продвижения) нарушителей;
- быстро реагирование в случае незаконного проникновения нарушителя, а также его нейтрализации [2].

1.1.2 Комплекс инженерно-технических средств физической защиты

В соответствии с Федеральными нормами и правилами в области использования атомной энергии НП-083-07 СФЗ ядерного объекта имеет следующую структуру:

- персонал СФЗ;
- организационные мероприятия;
- комплекс инженерно-технических средств физической защиты (КИТСФЗ).

Комплекс инженерно-технических средств физической защиты, состоит из физических барьеров, технических и инженерных средств, которые используются для достижения целей и задач системы физической защиты.

Управление техническими и инженерными средствами физической защиты выполняется с центрального или локального пункта управления службой безопасности.

Задачи, решаемые с помощью комплекса инженерно-технических средств:

- непрерывное управление системой физической защиты;
- установление режима доступа для персонала ядерного объекта;

- предупреждение несанкционированного доступа для нарушителей, проникающих на территорию объекта;
- выявление возможных маршрутов движения нарушителей, а также расчет времени и определение места несанкционированного доступа;
- определение границ контролируемых и охраняемых зон;
- защита персонала во время работы на пунктах управления, на КПП, караульных постах, а также при осуществлении задач при несанкционированных действиях.

1.2 Выполнение процедур учета и контроля ЯМ

Когда осуществляется передача ядерного материала из или в зону баланса материалов выполняются следующие процедуры:

1. Передача ядерного материала, которая допускается только при наличии у отправителя и получателя лицензии на обращение с ядерными материалами и договора на передачу ядерного материала в использование.

2. Следом отправитель направляет получателю предупредительное уведомление об отправке ядерного материала, которое является неотъемлемой частью, так как любые размещения ядерного материала связаны с вопросами обеспечения радиационной и ядерной безопасности.

3. измеряет отправляемый материал, составляет соответствующие накладные документы. В них отправитель указывает атрибутивные признаки ядерного материала, массу контейнеров и др.

4. По прибытию ядерного материала снова осуществляется проверка его атрибутивных признаков:

- проверяются средства индикации вмешательства, применяемые к транспортному средству;
- проводится внешний осмотр и проверяется количество контейнеров с ядерным материалом;

- проводится соответствие идентификаторов контейнеров и устройств индикации для накладных документов.

5. В случае необходимости, на местах загрузки и погрузки ядерного топлива из транспортных средств, проводятся подтверждающие измерения веса контейнера с ядерным материалом и другие параметры ЯМ.

Проверка документов и пломб необходима возможными несанкционированными действиями по отношению к ядерному материалу.

Эффективность пломб, обуславливается следующими характеристиками:

- слабостью, то есть пломбы могут быть легко сорваны, тем самым, являясь средствами упреждения НСД с ядерным материалом;
- указателем вмешательства, то есть при разрушении пломбы ее невозможно восстановить, не оставляя следов вмешательства;
- неповторимостью, то есть пломбы должны обладать уникальными идентификационными признаками.

На рисунках 1 и 2 представлены схемы движения топлива на нашем объекте.

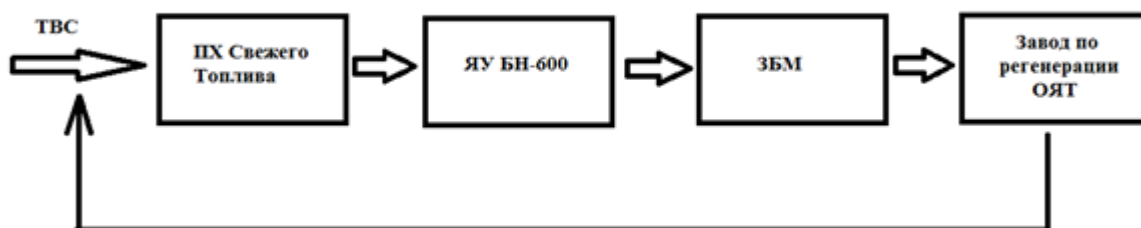


Рисунок 1 – Особенности топливного цикла

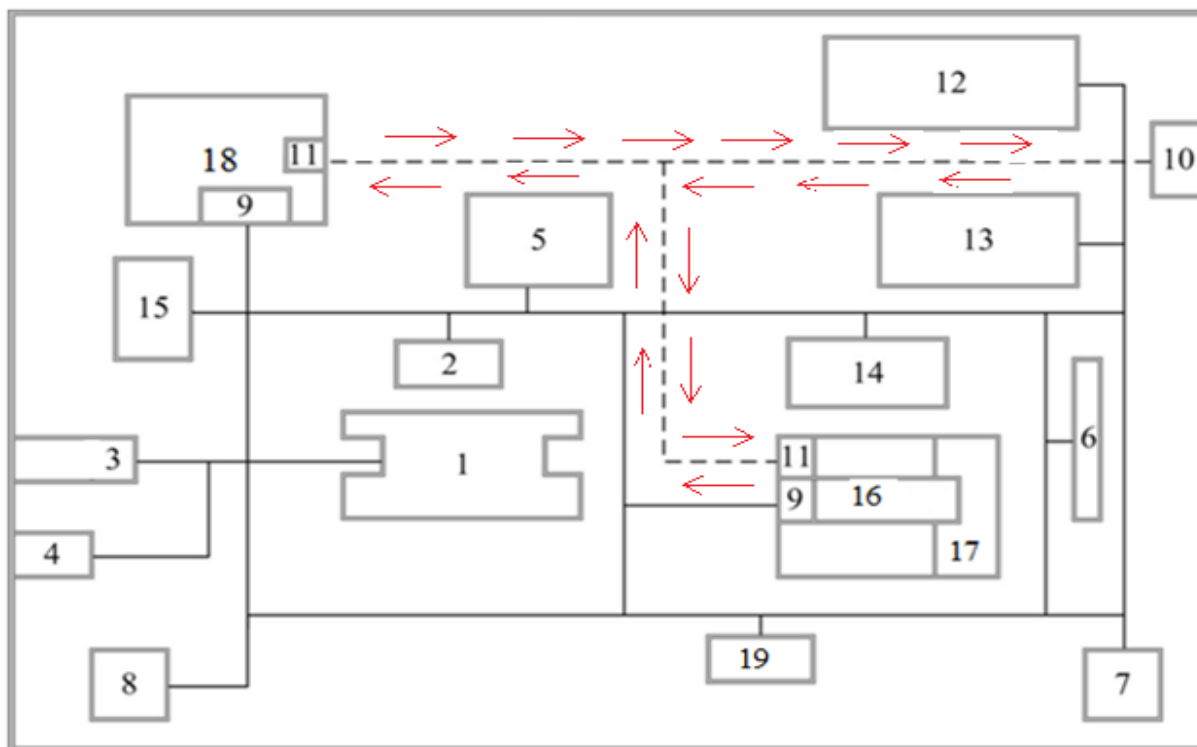


Рисунок 2– Схема движения топлива на объекте

1.2.1 Характеристики ядерного топлива

Топливо U-238, МОХ- топливо;

Категория ЯМ – 1 категория;

Содержание изотопов по массе (обогащение);

U-235: ≈19%;

U-238: 83,80, 74%;

МОХ-топливо: Pu-239: 40%;

U-235: 3%;

ПД: 4%;

U-238: 53%;

Количество ТВС: в активной зоне – 156 штук;

Зоне воспроизводства – 121 штука;

Масса ядерного материала в одной ТВС: 400 г U-235;

3,1 кг U-238;

Масса ЯМ в одной ТВС МОХ-топлива: 50 г –U-235;

1,9 кг –U-238;

1,1 кг –Pu-239;

Нахождение в составе изделия, в контейнере либо в другом виде

ТВС: длина 91 см; диаметр 6,85 см; вес 3,5 кг;

Места хранения ЯТ: ПХ свежего топлива;

ПХМОХ-топлива;

Места хранения ОЯТ: ЗБМ, ПХ ОЯТ;

Количество УЕ в хранилищах: 200 ТВС в ПХ свежего топлива

800 ТВС в ПХ ОЯТ;

Описание ядерной установки:

Мощность 600 МВт;

Активная зона реактора позволяет вместить 370 сборок;

Количество ТВС с МОХ-топливом 91 штук;

КПД 42%;

Диаметр/ высота АЗ 205/75 см;

Загрузка U-235 1,26 тонны;

Глубина выгорания горючего 10%;

Температура Na на выходе из реактора 550 °С;

Время работы между перегрузками 150 суток;

Глубина выгорания топлива на БН-600 составляет всего 10% процентов, что в разы меньше, чем в других типах реактора [3].

1.2.2 Выполнение требований по проведению учета и контроля ядерных материалов

Так как у нас ядерные материалы на объекте 1 категории, то ФИ проводится раз в месяц.

Перед началом каждой ФИ издается приказ руководителя предприятия об ее проведении. Приказ содержит основные организационные мероприятия, необходимые для проведения физической инвентаризации на предприятии. В том числе определяются:

- ЗБМ, в которой проводится ФИ, а именно ЗБМ реакторного отделения;
- персональный состав инвентаризационной комиссии;
- сроки подготовки оборудования и приборов, необходимых для проведения инвентаризации;
- сроки подготовки инвентаризируемых объектов для проверки;
- сроки проведения инвентаризации и дата представления отчетных документов с результатами ФИ.

Для подготовки, проведения и анализа результатов ФИ ЯМ на предприятии создаются инвентаризационные комиссии: центральная инвентаризационная комиссия (ЦИК) и рабочие инвентаризационные комиссии (РИК) в подразделениях предприятия.

Рабочая инвентаризационная комиссия (РИК) планирует ФИ, готовит ЗБМ и проводит в установленные сроки физическую инвентаризацию. В ходе инвентаризации члены РИК:

- выявляют и регистрируют недостатки, допущенные при учете, хранении, использовании ЯМ, и вносят предложения по их устранению;
- доводят до ответственных руководителей выявленные недостатки по учету и хранению ЯМ.

Центральная инвентаризационная комиссия (ЦИК) осуществляет методическое руководство организацией и проведением инвентаризаций в зонах баланса ЯМ предприятия (координация деятельности и консультации).

При проведении ФИ особенно важны меры ядерной и радиационной безопасности. Поэтому эти меры должны быть определены в соответствующей инструкции по проведению инвентаризации и согласованы со службой ЯБ и РБ организации.

В состав РИК подразделения включаются подготовленные сотрудники, имеющие допуск к работам с ЯМ, а также к учетной и технической документации. Как правило, в состав РИК входят:

- председатель (руководитель подразделения);
- представители служб ядерной безопасности и дозиметрического контроля;
- представители службы компьютерного учета СУиК;
- специалисты по измерениям и обеспечения их качества;
- специалисты по статистическому анализу;
- представитель ЦИК;
- представители службы безопасности и другие.

Материально ответственное лицо присутствует при работе комиссии, однако в состав инвентаризационной комиссии не включается.

Все ЯМ, находящиеся в работе, приводят к виду, удобному для проведения инвентаризации. Контейнеры с ЯМ приводят в положение, не затрудняющее осмотр оттисков пломб, прочтение их заводских номеров, номеров партий и т.д.

Подготавливаются бланки инвентаризационной ведомости, необходимые для проведения инвентаризации. Готовятся бирки для обозначения материалов, прошедших инвентаризацию.

Производится зачистка оборудования и коммуникаций.

Подготавливается учетная и сопроводительная документация на имеющиеся в наличии ЯМ (паспорта, формуляры, сертификаты и др.). Метрологи производят проверку готовности всех приборов, предназначенных для измерений при проведении ФИ.

Если в результате инвентаризации установлена аномалия в учете и контроле ЯМ, то ответственный за проведение инвентаризации в данной ЗБМ должен немедленно уведомить об этом председателя инвентаризационной комиссии. Для выяснения причин аномалии должны быть выполнены специальные исследования, определено и документально зарегистрировано значение наличного количества ЯМ в ЗБМ.

По результатам ФИ составляются СФНК ЯМ, акты инвентаризации, содержащие заключение и рекомендации РИК, а также материально-балансовый отчет (МБО).

В СФНК для ЯМ в форме изделий, учитываемых по заводским номерам, указывают:

- номер бирки УЕ;
- обозначение изделия;
- идентификационный номер;
- учетный номер документа (паспорта, формуляра).

В СФНК для ЯМ в балк-форме, учитываемых по массе, указывают:

- номер бирки контейнера;
- шифр материала;
- идентификационный номер контейнера;
- масса (лигатурная и чистая);
- источник информации о массе ЯМ (номер паспорта, формуляра, акта взвешивания и др.).

В акт инвентаризации вносятся факты обнаружения аномалий (если в ходе инвентаризации они были обнаружены). При этом инвентаризационная комиссия формулирует рекомендации по их устранению. Установленная РИК аномалия подробно описывается в пояснительной записке, которая прикладывается к комплекту документов по проведению ФИ. В акте инвентаризации делаются выводы о значимости ИР. Акт подписывают председатель и все члены комиссии, проводившие инвентаризацию. С актом знакомятся руководитель подразделения и МОЛ.

По завершении инвентаризации составляется материально-балансовый отчет, который содержит данные по балансу ЯМ за межбалансовый период, включая значение инвентаризационной разницы и ее погрешности.

Центральное место в электронном учете ЯМ в ЗБМ занимает понятие транзакции. Транзакция – это запись в базе данных факта изменения

состояния ЯМ, либо информацией о ЯМ. Эти изменения (например, инвентарного количества, химической, физической формы ЯМ, данных о ЯМ) соответствуют операциям (процессам), производимые с материалами, либо информацией о ЯМ. Таким образом, среди всего множества выполняемых операций регистрируют наиболее значимые.

Например, важной характеристикой является общее количество ЯМ в ЗБМ на определенный момент времени, называемое инвентарным количеством ЯМ. Все операции, приводящие к изменению инвентарного количества ЯМ в ЗБМ регистрируются как транзакции. Сюда входят все отправки ЯМ из данной ЗБМ и получение материалов в ЗБМ; списываемые отходы с ЯМ, потери ЯМ, наработка и выгорание нуклидов, изменение ЯМ при обогащении и другие. Другим примером транзакций служат записи результатов измерений, выполненных с ЯМ. Операции с информацией о материалах, например, корректировки в описи ЯМ, также регистрируются в виде транзакций.

В соответствии с НП-030-12 для ЯМ 4 категории установлена частота проведения плановых физических инвентаризаций 1 раз в месяц.

В составе РИК будут:

- председатель – главный инженер подразделения (или его заместитель, или назначенное ответственное лицо);
- представители подразделения из числа лиц, ответственных за учет и контроль ЯМ в хранилище ОЯТ.

РИК проверяет соответствие фактического наличия ЯМ учетным данным, а именно:

- фактическое наличие учетных единиц с ЯМ в ЗБМ;
- атрибутивные признаки и количество УЕ, массу ЯМ согласно учетным документам;
- при необходимости проверяется соответствие учетных данных данным первичной документации (паспортов);

- состояния пломб, анализ данных других СКД, в том числе применяемых в целях физической защиты помещений, в которых осуществляется обращение с ЯМ;

- соответствие СНК учетным данным.

В рамках ПХ ОЯТ целесообразнее использовать кластерную выборку в один этап. Это позволит сэкономить временные и финансовые ресурсы.

Все транзакции документируются в соответствующих базах данных.

На практике все множество транзакций сводится к трем типам:

- внешние передачи – отправка или получение ЯМ с другого предприятия;

- внутренние передачи – передачи ЯМ между ЗБМ внутри одного предприятия. Для внутренних передач, как правило, требуется меньше сопроводительных документов и разрешений, чем для внешних. Например, не требуется предварительного уведомления о планируемой передаче материала;

- другие инвентарные изменения, не связанные с физическим перемещением материала. Этот тип транзакций отличается от первых двух типов, поскольку речь идет об «односторонних» операциях, когда нет отправителя и получателя, а делается запись об изменении состояния ЯМ только в пределах одной ЗБМ.

К ним относятся:

- ядерное производство и выгорание;

- обогащение изотопами;

- изменение химической и физической формы;

- измеренные сбросы отходов;

- случайные потери и обнаружения избыточных ЯМ;

- согласования наличного количества ЯМ после повторных измерений, учета отложений ЯМ, утвержденное списание инвентаризационной разницы.

Поступающие на АЭС ТВС в количестве 120 штук размещаются в ПХ свежего топлива или в ПХ свежего МОХ- топлива в контейнерах по 15 штук, а ТВС с ОЯТ сначала находятся в сухом хранилище до момента остывания, после чего ЖД транспортом направляются на долгосрочное хранение в ПХ ОЯТ. После того, как топливо отстоялось в течение 10-12 лет, его отправляют ЖД транспортом на завод по регенерации топлива.

В зоне баланса выдержки, а также в местах хранения свежего и отработанного топлива, мы имеем ЗБМ, границы которых совпадают с выделенными внутренними зонами для объекта. На территории реакторного зала находится ЗБМ, границы которой совпадают с особо важной зоной объекта.

КТИ, необходимые для выделенных ЗБМ, располагаются на приемных и сортировочных пунктах каждого хранилища.

В качестве УЕ определены контейнеры с ТВС.

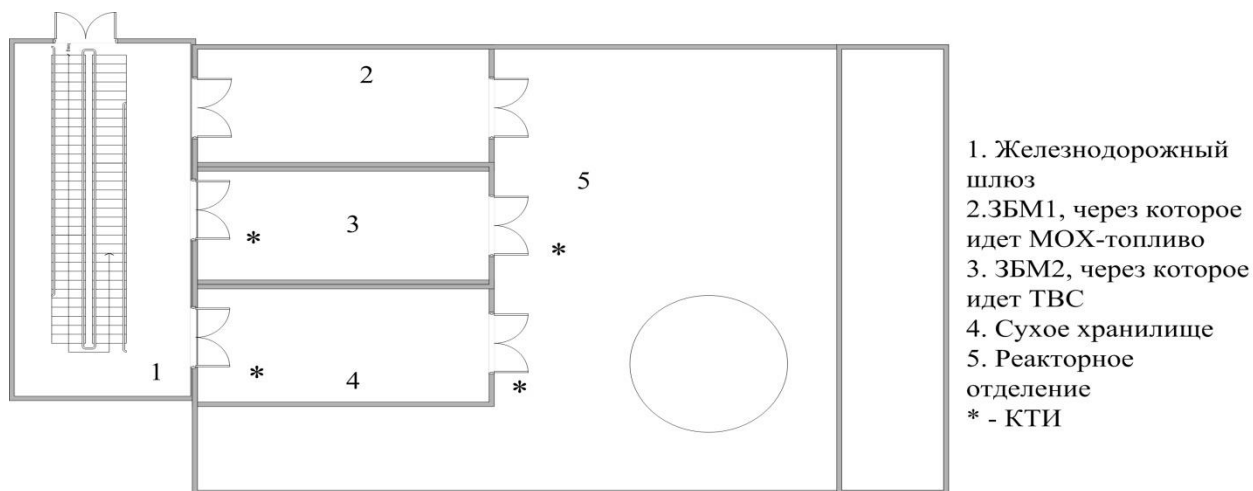


Рисунок 3– ЗБМ и КТИ в реакторном отделении

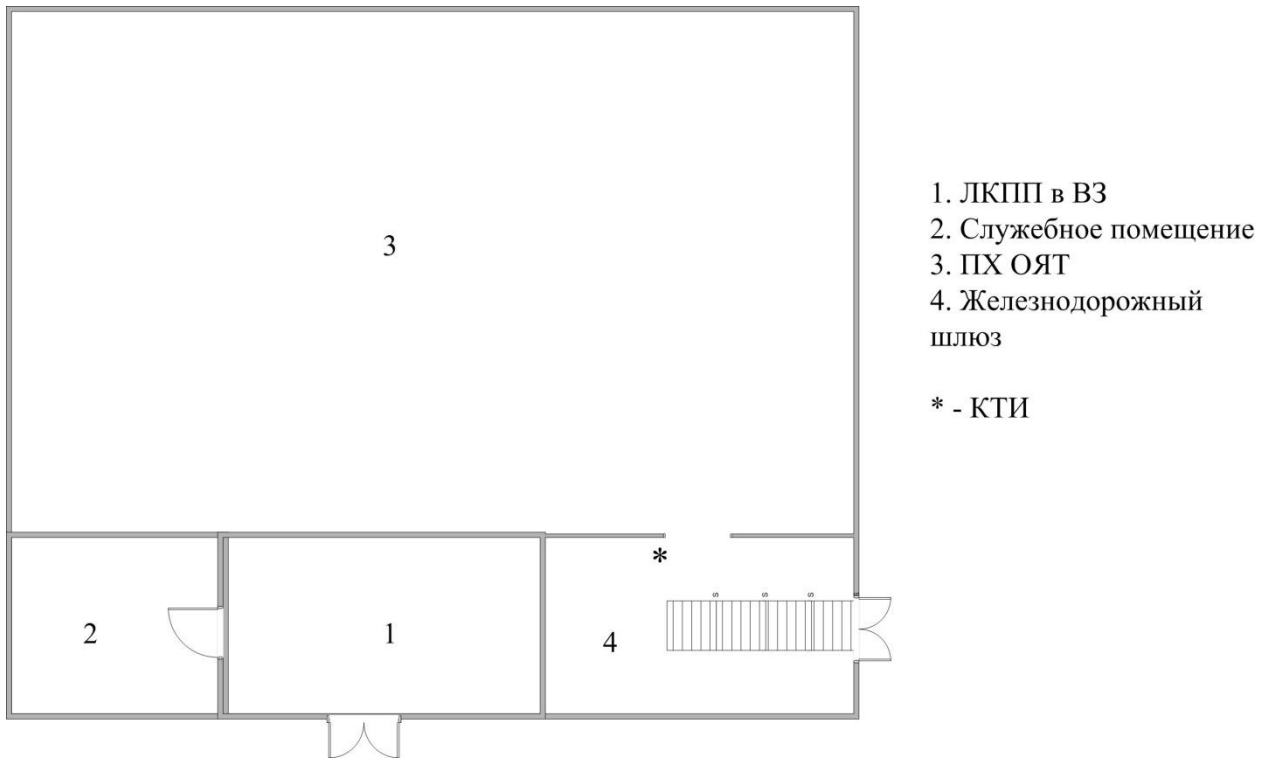


Рисунок 4 – ЗБМ и КТИ в ПХ ОЯТ

2 Технологические процессы при обращении топлива

- Привоз топлива на АЭС осуществляется ЖД транспортом в вагонах с ТВС.
- После ЖДКПП защищенной зоны оно доставляется в реакторное отделение, где проходит досмотр и выгрузка ТВС в разгрузочно-погрузочной зоне для транспортировки в ПХ свежего топлива. [Перед ПХ находится КТИ, где сверяются документы, проводятся измерения и проверка заводских пломб, а также проверка на наличие дефектов].
- С помощью дистанционно-управляемых машин ТВС отправляются в ЗБМ.
- Перед ЗБМ ТВС проходят КТИ, которые являются подтверждающими и ведется проверка на целостность.
- Далее топливо поступает в активную зону.
- Перед следующей ЗБМ также есть КТИ и топливо отправляется в зону баланса выдержки, где оно отстаивается и готовится к транспортировке в ПХ ОЯТ. На выходе из ЗБМ стоит КТИ для фактического и документального подтверждения количества ТВС и для обнаружения повреждений. После ТВС отправляют в вагоны и отправляют в ПХ ОЯТ.
- На въезде есть Ж / Д шлюз с КТИ. Досмотр, выгрузка и при помощи кранов перемещение в бассейн ОЯТ.
- Через 10-12 лет топливо погружается в вагоны и отправляется на завод по регенерации ОЯТ.

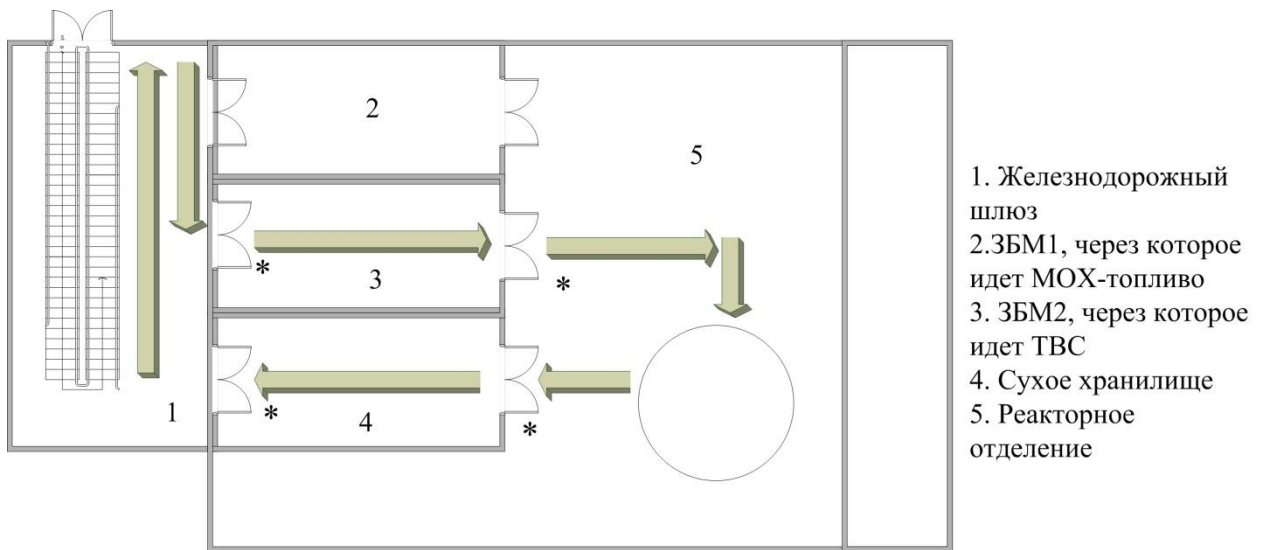


Рисунок 5–Схема движения ТВС в ЗБМ реакторного отделения

ОТВС более чем на 90% состоят из материалов, пригодных для дальнейшего использования в промышленности, и, следовательно, является ценным сырьем для получения регенерируемых компонентов. Так как в реакторе возможно использование в качестве топлива не только U-235, но и переработанного ОЯТ в виде МОХ-топлива, то транспортировка МОХ-топлива на реактор будет осуществляться с учетом особенностей данного топлива. Важной особенностью использования МОХ-топлива является возможность выжигания наработанного оружейного плутония. При этом, из-за того, что сечение деления быстрыми нейтронами – меньше, чем тепловыми, то приходится повышать концентрацию делящегося вещества (U-235, U-233, Pu-239) в ядре реактора с 2-4 до 20% и выше.

По прибытию вагона с МОХ-топливом на территорию защищенной зоны через ЖДКПП, оно доставляется в здание реакторного отделения, где, пройдя через ЖД шлюз, происходит его перегрузка в специальные грузовые машины, а затем прохождение через КТИ ПХ МОХ-топлива. Здесь проводятся необходимые измерения и подсчеты ТВС для их документального подтверждения. Прежде чем ТВС попадают в ЗБМ 2, они также проходят через подтверждающие КТИ. Все манипуляции по перемещению данного топлива в активную зону, а затем в сухое хранилище

ОЯТ, где топливо отстаивается и где все перегрузки также выполняются с помощью мостовых кранов. После прохождения через КТИ бассейна выдержки и после того, как топливо отстоялось, его готовят к погрузке в ЖД вагоны для дальнейшего транспортирования на завод по переработке ОЯТ. На выходе из ЗБВ находится КТИ, где проходит проверка документов на соответствие фактического и документального установленного количества ТВС, а также проверка ТВС на наличие повреждений или дефектов. После этого все ТВС погружаются в ЖД вагоны и перевозятся в ПХ ОЯТ [4]. Схема движения МОХ-топлива по территории объекта представлена на рисунке.

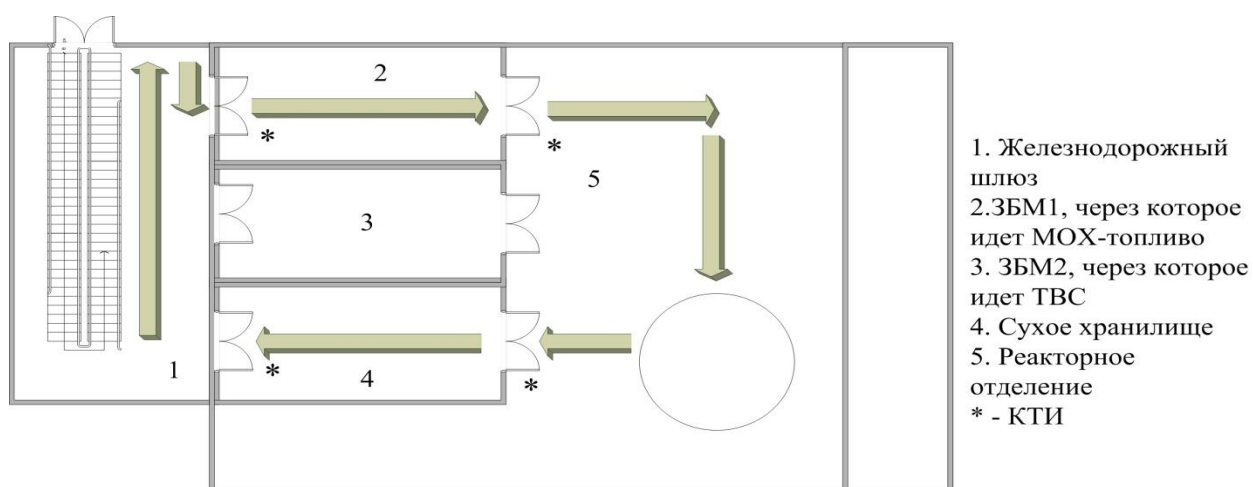


Рисунок 6–Схема движения МОХ-топлива в ЗБМ ядерного отделения

2.1 Проведение анализа уязвимости ядерного объекта

Для выполнения задач физической защиты ядерного объекта его руководство, руководство соответствующих воинских частей проводит анализ уязвимости. Целью анализа является определение конкретных внутренних и внешних угроз, вероятных способов их осуществления, моделей нарушителя, а также для выявления особо слабых мест ядерных установок, ядерных материалов и технологических процессов, связанных с использованием и хранением ядерных материалов. Проведение данного анализа необходимо для создания эффективной и надежной системы физической защиты.

Анализ уязвимости проводится на стадии создания новой системы физической защиты, реконструкции уже существующей системы физической защиты, при изменении условий эксплуатации ЯО, а также по инициативе руководства ядерного объекта.

Основными этапами проведения анализа уязвимости являются:

- определение угроз;
- создание специальной группы по проведению анализа;
- описание ядерного объекта;
- определение модели нарушителя;
- определение уязвимых мест ядерной установки и пунктов хранения ядерных материалов;
- разработка плана по проведению анализа;
- оформление результатов анализа.

2.1.1 Категорирование ЯМ на предприятии

По федеральным нормам и правилам НП-030-12 и имеющейся информацией о ядерном материале на данном объекте, была определена категория ядерного материала. Категорирование проводилось по массе U235 и его обогащению. В результате категорирования, имеем ядерный материал первой категории.

Категорирование ПФЗ проводится с учетом критериев категорирования предмета физической защиты или совокупности критериев, указанных в приказе «Об утверждении Положения об общих требованиях к системам физической защиты». Согласно данному приказу, предметы физической защиты должны располагаться в охраняемых зонах, с учетом их категорий. Ядерное топливо, размещенное в пункте хранения свежего топлива, как предмета физической защиты, попадает под категорию Б. Облученное ядерное топливо, размещающееся в бассейне выдержки, также попадает под категорию Б.

С учетом выбранной категории ПФЗ возможно установить категорию самого ядерного объекта. Согласно НП-083-07 «О требованиях к системам физической защиты ядерных материалов, ядерным установкам и пунктам хранения ядерных материалов», ядерный объект является объектом 2 категории [5].

2.1.2 Описание модели нарушителя

Чтобы система физической защиты была действительно эффективной нужно проверить все варианты возможных угроз, а также оценить способности потенциального нарушителя, который может нанести какие-либо несанкционированные действия в отношении ядерного объекта.

Общая модель нарушителя является совокупностью таких критериев как:

- тип того нарушителя, совершающего несанкционированные действия;
- численность нарушителей;
- транспортные средства, оснащение, вооружение и инструменты;
- цели, преследуемые нарушителями каждого типа;
- мотивация нарушителей;
- уровень осведомленности нарушителей об уязвимых местах ядерного объекта и его системы физической защиты;
- уровень технической подготовки в целях совершения несанкционированных действий;
- сценарий и тактика возможных действий нарушителей.

Категории нарушителей:

- террористы;
- антиядерные экстремисты;
- персонал ядерного объекта;
- сотрудники ядерного объекта, привлеченные к сотрудничеству с

внешними нарушителями путем шантажа и т.д.

Основными целями, которые преследуют нарушители, являются:

- хищение ядерного материала;
- диверсия ядерного объекта в пределах ядерной установки или пунктов хранения ядерного материала;
- захват сотрудников предприятия в заложники;
- нарушение деятельности ядерного объекта;
- получение информации о системе физической защиты.

Мотивацией для преступных действий тех или иных нарушителей могут стать:

- личные мотивы;
- экологические мотивы;
- экономические мотивы;
- политические мотивы;
- идеологические мотивы.

Проникновение внешних нарушителей в охраняемые зоны объекта может осуществляться путем использования:

- различных вооружений, взрывчатых веществ, различного транспорта, инструментов и т.п.
- денежных средств;
- внутренних нарушителей как помощников;
- знаний о недостатках системы физической защиты.

Во время несанкционированных действий в охраняемые зоны нарушители могут использовать различные тактики проникновения, а именно:

- скрытая, когда нарушитель желает остаться незамеченным;
- обманная, когда создается видимость санкционированного доступа путем использования фальшивых ключей документов и т.д.
- насильственная, когда к персоналу применяются насильственные

действия во время несанкционированного доступа;

– комбинированная, когда используются различные варианты тактики.

Для выполнения поставленных задач, нарушитель может использовать любую тактику несанкционированных действий.

Модель нарушителя можно представить несколькими типами потенциальных нарушителей. Это:

Внешний нарушитель первого типа. К таким типам относятся диверсионно-террористические группы, характеризующиеся хорошими знаниями структуры СФЗ и расположения предметов хищения и диверсии; высокой вероятностью вооружения; высоким уровнем подготовки для преодоления физических барьеров; готовностью к открытому конфликту.

Самая вероятностная тактика действий такого типа нарушителей – насильственная, с использованием различных средств и сопровождающиеся вооруженным нападением, включая прорыв через пост охраны и захват заложников. Нарушитель такого типа может вступать в сговор с персоналом объекта или личным составом из подразделений охраны для получения секретной информации.

Внешний нарушитель второго типа. К таким типам относятся один человек либо группа лиц, характеризующиеся знаниями структуры и состава СФЗ; высокой вероятностью наличия оружия; избегание вооруженных конфликтов.

Самая вероятностная тактика действий такого типа нарушителей – скрытая, с совершением хищения или диверсии ядерного материала с дальнейшим покиданием территории ядерного объекта.

Внутренний нарушитель первого типа. К таким типам нарушителей чаще всего относятся сотрудники предприятия, которые имеют законный доступ к предметам диверсии и хищения и которые характеризуются общим уровнем осведомленности о системе охраны; низким уровнем подготовки к

преодолению физических барьеров; возможным наличием огнестрельного или холодного оружия; неподготовленностью к открытому конфликту.

Самая вероятностная тактика действий такого типа нарушителей – скрытая. Такой нарушитель способен переместить ядерный материал за пределы зоны баланса материала, а также вынести его за территорию ядерного объекта.

Нарушитель может вступить в сговор с внешним нарушителем для передачи секретной информации.

Внутренний нарушитель второго типа. К таким нарушителям относятся сотрудники ядерного объекта из числа обслуживающего персонала, который имеет право доступа на территорию объекта, но не имеет постоянного доступа к местам хранения ядерных материалов и уязвимым местам ядерных установок.

Мотивацией для таких нарушителей могут служить личные или корыстные цели, шантаж, а также терроризм. В целом, такой нарушитель характеризуется, как внутренний нарушитель первого типа.

Самая вероятностная тактика действий такого нарушителя – скрытая, так как нарушитель может являться источником сведений о ядерном объекте и системе физической защиты для внешних нарушителей первого и второго типов, а также соучастником внутренних нарушителей различных типов.

Внутренний нарушитель третьего типа. К таким нарушителям относится личный состав подразделений охраны или сотрудник службы безопасности ядерного объекта. Такой тип нарушителей характеризуется высоким уровнем осведомленности о расположении предметов диверсии и хищения; доступом к системе физической защиты, а как следствие к высокому уровню преодоления рубежей СФЗ; наличием личного оружия и возможностью санкционированного проноса на территорию объекта; подготовленностью к вооруженному конфликту.

Самая вероятностная тактика действий такого нарушителя – скрытая, с возможностью отключения инженерных и технических средств системы физической защиты. Такой нарушитель сможет вступить в сговор с различными типами внутренних и внешних нарушителей, используя их в качестве средств достижения поставленных целей.

Угрозой, представленной в данной работе, является хищение ядерных материалов. Уязвимыми местами ядерного объекта являются места хранения ядерного материала, а именно хранилище готовых ТВС.

Рассмотрим представленную в работе модель нарушителя, как совокупность следующих характеристик:

- типы нарушителей: два внутренних нарушителя, один из которых сотрудник хранилища готовых ТВС, а второй сотрудник центрального пункта управления. Нарушители находятся в сговоре с сотрудником службы безопасности;

- мотивы: экономические, а именно продажа украденных ТВС на черном рынке;

- общее количество нарушителей: 3 человека;

- тактика действий: скрытая с элементами обманной (создание видимости санкционированного доступа путем сговора с сотрудником службы безопасности);

- транспортные средства: личный транспорт одного из нарушителей;

- уровень осведомленности о ядерном объекте: общий уровень осведомленности о системе физической защиты;

- уровень подготовки нарушителей: высокий уровень подготовки к преодолению физических барьеров, неподготовленность вступить в открытый вооруженный конфликт с подразделениями охраны ядерного объекта [6].

Сценарий действия нарушителя предполагает, что два сотрудника с допусками в охраняемые зоны проходят через людское КПП и направляются в ЦПУ. Пока первый сотрудник под видом санкционированных действий проникает в хранилище и совершает кражу двух свежих ТВС, второй наблюдает из ЦПУ, чтобы в случае опасности предупредить своего напарника.

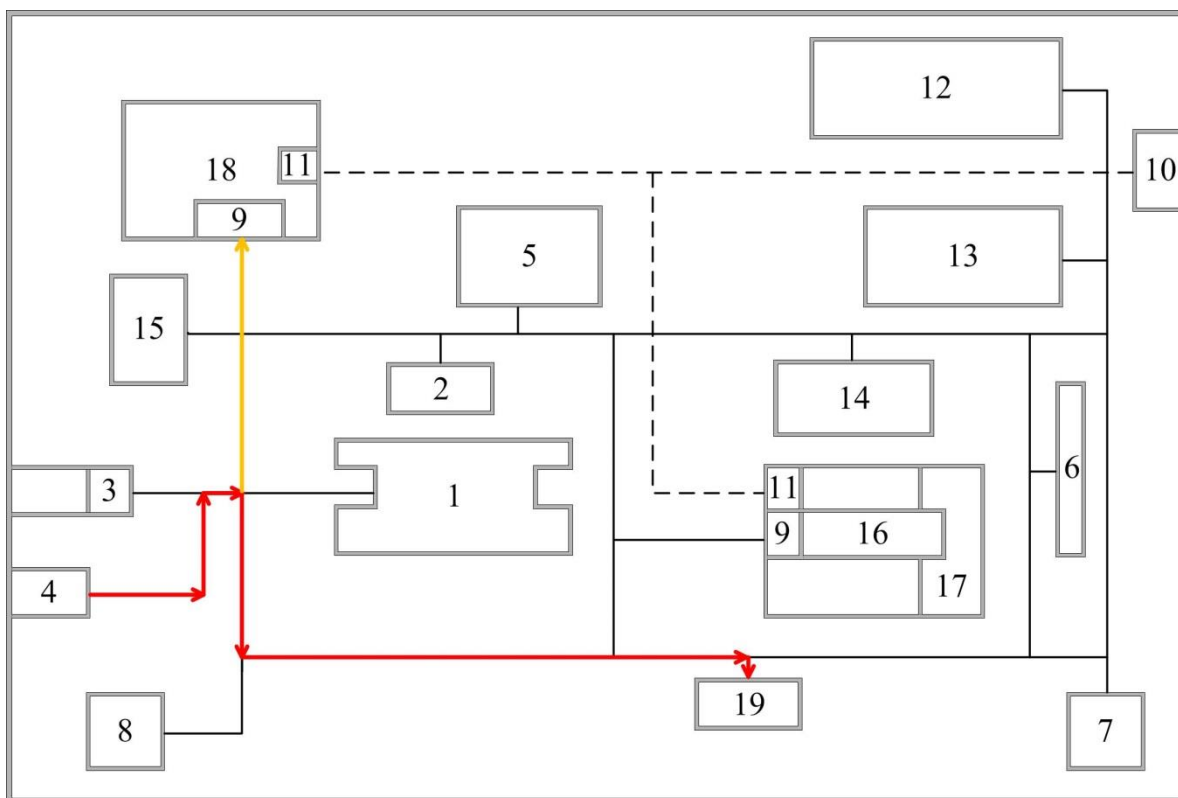


Рисунок 7– маршрут нарушителей перед хищением

Далее злоумышленники направляются к людскому КПП защищенной зоны. Здесь, благодаря содействию подкупленного сотрудника службы безопасности, который отключает средство обнаружения выноса ядерных материалов, двое других совершают пронос похищенных ТВС, садятся в оставленный за территорией личный автомобиль сотрудника и скрываются.

Посредством предварительного сговора (подкупа) с сотрудником службы безопасности, сотрудник ЦПУ беспрепятственно покидает здание через тот же людской КПП внутренней зоны, встречает своего напарника и прячет одну ТВС под верхней одеждой.

Далее злоумышленники направляются к людскому КПП защищенной зоны. Здесь, благодаря содействию подкупленного сотрудника службы безопасности, который отключает средство обнаружения выноса ядерных материалов, двое других совершают пронос похищенных ТВС, садятся в оставленный за территорией личный автомобиль сотрудника и скрываются.

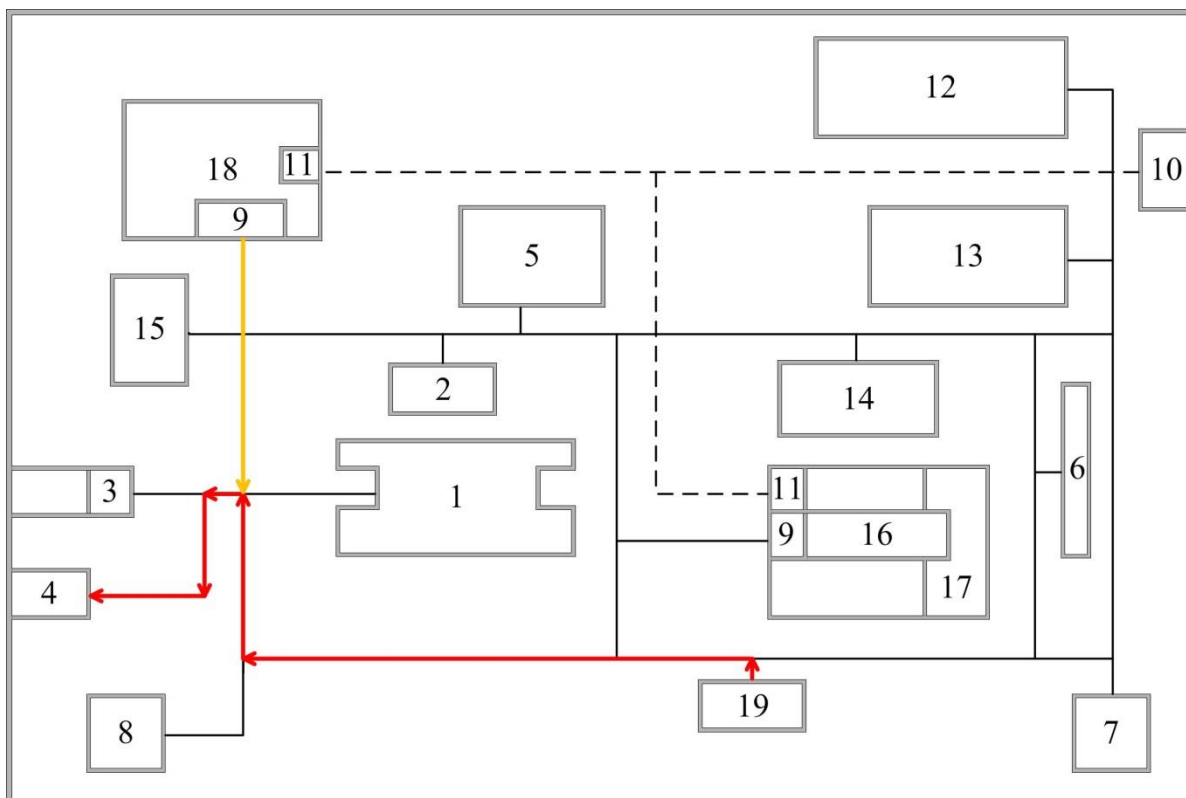


Рисунок 8– маршрут нарушителей после хищения ТВС

2.2 Методы измерения характеристик ядерного топлива

Для контроля атрибутивных признаков в данной работе используется инструментальный метод измерений. *Инструментальный метод* основан на использовании специальных технических средств, в том числе автоматизированных и автоматических. Первое, что будет проводиться это весовое измерение, которое является основополагающим в КТИ. С развитием технологий такое измерение занимает мало времени и есть возможность электронного фиксирования результата с перенесением данных на компьютер.

Для измерения используются контейнерные весы, которые предназначены для взвешивания грузовых контейнеров. Весы могут использоваться для определения оптимальной загрузки контейнеров (в целях недопущения перегрузки), для поэтапного взвешивания во время загрузки контейнера, или для проверки и фиксации веса контейнеров при их приемке. Усиленная конструкция контейнерных весов имеет повышенную защиту от ударов. Контейнерные весы разработаны для эксплуатации в сложных условиях и способны выдерживать экстремальные нагрузки.

Характеристики весов:

- Сертификат РФ;
 - Наибольший предел взвешивания (НПВ) - 40 тонн;
 - Платформа весов выполнена из конструкционной стали с износостойким спецпокрытием;
 - Покрытие – покраска, по заказу – гальваника;
 - Тензодатчики: 4 x 30т (тип «колонна») для компенсации нештатной нагрузки;
 - Регулируемые продольные и поперечные ограничители движения;
 - Съёмные металлические пластины для использования весов в качестве платформенных;
 - Защитный барьер (бампер) для вилочного погрузчика;
 - Все кабели в гофрошлангах и металлических трубах;
 - Весовой прибор Микросим М0601-БМ-2;
- К основным источникам погрешности относятся:
- 1) нестабильность материала (увеличение или потеря массы);
 - 2) неправильная установка шкалы на нуль или погрешность тарирования;
 - 3) неправильная эксплуатация;
 - 4) погрешность калибровки;
 - 5) погрешность, обусловленная выталкивающей силой;

ЯМ, указанные выше, подлежат учету и контролю независимо от вида химических соединений и агрегатного состояния. В соответствии с полученными данными (таблица 3) сумма масс идентифицированных нуклидов ^{235}U , и ^{238}U в образце составила: $0,380+5,516 = 5,896$ гр. Обогащение образца составило 6,5%. В связи с тем, что масса образца получилось слишком маленькой, образцу не может быть присвоена ни одна категория по НП 030-12.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Для эффективного использования научного потенциала исследовательской работы необходимо прилагать усилия не только к ее разработке, но и к проведению ее анализа с точки зрения экономических требований, то есть определить затраты на разработку, продолжительность работ, рассмотреть вопрос об экономической эффективности научно-исследовательской работы.

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

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Исследования, сделанные в данной работе, несмотря на достаточно специализированную направленность, могут охватывать достаточно широкий круг заинтересованных лиц, которыми могут являться:

- лаборатории, которые занимаются исследованием редких распадов;
- лаборатории, регистрирующие проникающее излучение;
- лаборатории оценки радиоактивности различных технологических сред;
- лаборатории радиационного контроля окружающей среды;
- лаборатории по мониторингу ДНАО и ДВЗЯИ;
- учебные учреждения;
- другие научные учреждения, заинтересованные в проведении низкофоновой гамма-спектрометрии.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Анализ всех фирм, кто занимается установкой КИТСФЗ, с точки зрения эффективности и экономии необходим для поиска наиболее подходящих нам фирм. Важно четко определить и оценить все сильные и слабые стороны КИТСФЗ как по физическим параметрам, так и по экономическим параметрам.

Для оценки качества разработки была использована технология QuaD.

Технология QuaD (QUalityADvisor) 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[11].

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации. В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по стобалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$K = \sum V_i B_i, \quad (3)$$

где K – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Значение K позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя K 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 – перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

Была составлена оценочная карта сравнения конкурентоспособности двух компаний, специализированных на монтаже оборудования (1– ЗАО «МОНтаж», 2 – ЗАО «Сейфсити») в таблице 3.

Таблица 3 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Конкурентоспособность			
		Б _{к1}	Б _{к2}	К _{к1}	К _{к2}
1. Стоимость монтажа единицы продукции	0,13	5	4	0,89	0,65
2. Сроки выполнения	0,17	4	4	0,55	0,51
3. Квалификация работников	0,19	5	4	1,09	0,48
4. Обслуживание	0,13	5	5	0,56	0,55
5. Наличие лицензии на проведение данных работ	0,21	5	4	0,90	0,77
6. Рейтинг компании	0,14	5	3	0,56	0,53
7. Количество задействованных специалистов	0,03	2	3	0,03	0,03
Итого	1	31	26	4,56	3,53

Для первой компании $K=80,84$, для второй – $145,4$. Таким образом, выгоднее будет выбрать вторую компанию.

4.1.3 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.

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

Сильными сторонами данной работы можно назвать следующие свойства и особенности:

- информация, полученная из данной работы, может быть использована для проектирования реального ядерного объекта;
- отсутствие популярных проектных решений по организации систем физической защиты объекта;

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

Слабыми сторонами данного проекта можно назвать:

- недостаточность информации в данной сфере;
- отсутствие прототипа научной разработки;
- необходимость внесения коррективы в проект, при изменении задачи и области использования;

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

К возможностям можно отнести следующее:

- привлечение более квалифицированных работников;
- изучение зарубежной литературы;

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.

В данной работе угрозами являются:

- отсутствие спроса;
- снижение государственного финансирования развития атомной энергетики, образовательных учреждений, лабораторий.

Следующим этапом является построение интерактивной матрицы проекта, представленной в таблице 3. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Возможно использование этой матрицы в качестве одной из основ для оценки вариантов стратегического выбора.

В таблице 4 представлена интерактивная матрица проекта, в которой показано соотношение сильных сторон с возможностями, что позволяет более подробно рассмотреть перспективность работы.

Таблица 4 – Интерактивная матрица проекта

		Сильные стороны проекта		
		C1	C2	C3
Возможности проекта	B1	-	+	-
	B2	+	+	+

Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильным сторонам возможностям), либо знаком «-» (слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

В таблице 5 представлен SWOT-анализ в виде таблицы, так же показаны результаты пересечений сильных и слабых сторон, возможностей и угроз.

Таблица 5 – SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: Сил1. информация, полученная из данной работы, может быть использована для проектирования реального ядерного объекта. Сил2. уникальность решения по организации систем физической защиты объекта;	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. недостаточность информации в данной сфере Сл2. отсутствие прототипа научной разработки. Сл3. необходимость внесения коррективы в проект, при изменении задачи и области использования.
Возможности: В1. Предоставление новых рабочих мест для выпускников; В2. появление дополнительного спроса на разработку; В3. повышение стоимости конкурентных разработок	1. Создание индивидуальных разработок под конкретные задачи. 2. Заинтересовать производителей для производства конкурентоспособной продукции на российском рынке.	1. Создание прототипа разработки для проверки возможностей его применения к решаемым задачам. 2. Изменение условий моделирования для индивидуальных задач. 3. Применение полученной информации в других областях.
Угрозы: У1. Отсутствие спроса. У2. Снижение государственного финансирования развития атомной энергетики, образовательных учреждений, лабораторий.	1. Подписание индивидуальных договоров по разработке проектного решения.	1. Поиск инвесторов и привлечение молодых специалистов.

По итогу SWOT-анализа можно сделать вывод, что наилучшая стратегия результатов данной дипломной работы является взаимодействие с заинтересованными лицами по составлению индивидуальных проектных решений.

4.2 Планирование НИР

Для выполнения научных исследований была сформирована рабочая группа, в состав которой входят научный руководитель и студент. Порядок составления этапов и работ приведен в таблице 6.

Таблица 6 – Порядок составления этапов и работ

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания на НИР	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучения материалов по теме	Студент
	3	Выбор направления исследования	Руководитель
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Построение моделей	Студент
	6	Анализ полученных данных	Студент
Обобщение и оценка результатов	7	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, студент
	8	Определение целесообразности проведения НИР	Руководитель, студент
Оформление отчёта по НИР	9	Составление пояснительной записки	Студент
	10	Подготовка темы к защите	Студент

4.3 Определение трудоемкости выполнения НИР

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 $t_{ож}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (4)$$

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 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{ч}, \quad (5)$$

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

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

Ч - численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Результаты расчетов трудоёмкости и продолжительности одной работы сведены в таблице 7.

4.4 Разработка календарного плана работ

Та как научная тема является сравнительно небольшого объема, в этой случае 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.

Длительность каждого из этапов работ из рабочих дней переводятся в календарные дни через следующую формулу:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k, \quad (6)$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (7)$$

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

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

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

В данной работе число выходных дней принимается равным 52 дням, а праздничных дней в году – 14. Таким образом, коэффициент календарности равен:

$$k = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22$$

Длительность этапов в календарных днях сведена в таблице 7.

Таблица 7– Временные показатели проведения НИР

Название работы	Трудоёмкость работ			Исполнитель	Т _{pi} , раб. дни	Т _{кал} , кал. дни
	t _{min} , чел-дни	t _{max} , чел-дни	t _{ож} , чел-дни			
1. Составление и утверждение технического задания	1	2	1,4	Руководитель	1,4	2
2. Подбор и изучения материалов по теме	15	18	16,2	Студент	16,2	20

Продолжение таблицы 8

6	Студент	15								■					
7	Руководитель, студент	1								▨					
8	Руководитель, студент	1								▨					
9	Студент	9									■				
10	Студент	3										■			

■ – Студент

▨ – Научный руководитель

4.5 Бюджет научно-технического исследования

4.5.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + K_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{\text{рас} xi}, \quad (8)$$

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

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

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

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Величина коэффициента K_T , отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах от 15 до 25 % от стоимости материалов.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки представлены в таблице 9.

Таблица 9– Материальные затраты НТИ

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
USB-накопитель	шт.	1	560	560
Набор настольный канцелярский	шт.	1	693	693
Пачка бумаги А4 500 листов	шт.	1	365	365
Картридж для струйного принтера	шт.	1	800	800
Итого, руб.				2418

4.5.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данной работе из специального оборудования был использован только персональный компьютер, следует учитывать, что на оборудование стоимостью больше 20000 рублей накладываются амортизационные отчисления. Срок полезного использования компьютера составляет 3 года, расчеты амортизации линейным методом представлены в таблице 10.

Рассчитаем амортизацию: Срок использования : срок максимального использования оборудования *стоимость оборудования = 61,6: (365*3) * 23000=1294 руб.

Таблица 10 – Расчет амортизации

Наименование	Количество	Цена за ед., руб.	Срок использования, дней	Амортизация, руб.
Персональный компьютер	1	23000	61,6	1294
Итого				1294

4.5.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере от 20 до 30 % от тарифа или оклада.

Заработная плата включает в себя основную и дополнительную заработные платы. Дополнительная заработная плата составляет от 12 до 20 % от основной заработной платы[12].

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

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} T_p, \quad (9)$$

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:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (10)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года(при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя);

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Значение действительного годового фонда рабочего времени для каждого исполнителя представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Баланс рабочего времени

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

Месячный должностной оклад работника считается по следующей формуле:

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

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

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

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

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

Бакалавр берет з/п как инженер 1-го уровня, равную – 9893 руб. Основная заработная плата руководителя(от ТПУ) рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда.

Результаты расчета основной заработной платы исполнителей работы приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{тс}$, руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1373	5,6	10988
Студент	9893	0,3	0,2	1,3	19291	799	61,6	65224

4.5.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется:

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

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

На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году пониженная ставка страховых взносов составляет 27,1 %. Полученные результаты расчетов отчислений во внебюджетные фонды представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Отчисления во внебюджетные фонды, руб.
Руководитель проекта	10988	2978
Студент-дипломник	65225	17676
Итого	76213	20654

4.5.5 Накладные расходы

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.[13]. Их величина определяется по следующей формуле:

В данном случае такими расходами являются расходы на электроэнергию. Стоимость 1 кВт/час – составляет 5,8 руб. Использованное в работе оборудование имеет потребление 440 Вт/час, которое было использовано на протяжении 960 часов. Накладные расходы рассчитываются следующим образом:

$$З_{\text{накл}} = 960 \cdot 0,440 \cdot 5,8 = 2450 \text{ руб.}$$

4.5.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в табл. 14.

Таблица 14 – Формирование бюджета затрат проекта

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НТИ	2418
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	76213
3. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	1294
4. Отчисления во внебюджетные фонды	20654
5. Накладные расходы	2450
6. Бюджет затрат НТИ	103450

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

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

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

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

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 следующим образом:

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

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.

Так как разработка имеет аналог, бюджет затрат НТИ которого составляет 109560 руб., то интегральный финансовый показатель будет определяться, как в таблице 15.

Расчет интегральных показателей ресурсоэффективности приведен в таблице 15.

Таблица 4.15 – Расчет интегральных показателей ресурсоэффективности

Критерии	Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог
1. Стоимость монтажа единицы продукции		0,13	5	4
2. Сроки выполнения		0,17	3	4
3. Квалификация работников		0,19	4	3
4. Обслуживание		0,13	5	4
5. Наличие лицензии на проведение данных работ		0,21	3	4
6. Рейтинг компании		0,14	5	4
7. Количество задействованных специалистов		0,03	4	3
ИТОГО		1	29	26
I_p			4,87	3,78

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

$$I_{испi} = \frac{I_{р-испi}}{I_{финр}^{испi}}, \quad (15)$$

где $I_{р-испi}$ – интегральный показатель ресурсоэффективности i -го варианта исполнения;

$I_{финр}^{испi}$ – интегральный финансовый показатель i -го варианта исполнения;

$I_{испi}$ – интегральный показатель эффективности.

Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта приведена в таблице 16.

Таблица 16 – Сравнительная оценка вариантов исполнения проекта

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Аналог
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	1,15
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,87	3,78
3	Интегральный показатель эффективности	4,87	3,28
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,98	0,83

На основе полученных результатов, можно сделать вывод, что сравнительная оценка текущего проекта выше, чем аналога.

5 Социальная ответственность

В современных условиях одним из основных направлений коренного улучшения всей профилактической работы по снижению производственного травматизма и профессиональной заболеваемости является повсеместное внедрение комплексной системы управления охраной труда, то есть путем объединения разрозненных мероприятий в одну систему целенаправленных действий на всех уровнях и стадиях производственного процесса.

Под охраной труда понимается система законодательных, социально-экономических, организационных, технологических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих сохранность и поддержание здоровья, безопасность, а также работоспособность человека в трудовом процессе [14].

Правила по охране труда и техники безопасности вводятся в целях предупреждения несчастных случаев, обеспечения безопасных условий труда работающих и являются обязательными для исполнения рабочими, руководящими, инженерно-техническими работниками.

Опасным производственным фактором, согласно, называется такой производственный фактор, воздействие которого в определенных условиях приводят к травме или другому внезапному, резкому ухудшению здоровья.

Вредным фактором производства называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего, в определенных условиях, приводит к заболеванию или снижению трудоспособности [15].

5.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов на атомной станции

Условия работы на производстве складываются из опасных и вредных факторов, которые классифицируются на химические, психофизиологические, биологические и физические группы элементов.