

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 (БН)

УДК 621.039.58

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0А2Г	Смирнов Роман Станиславович		

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
Старший преподаватель каф.МЕН ИСГТ	Сечина А.А.	к.х.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 – 2016 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	
P7	Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
P8	Владеть основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий; И быть готовым к оценке ядерной и радиационной безопасности, к оценке воздействия на окружающую среду, к контролю за соблюдением экологической безопасности, техники безопасности, норм и правил производственной санитарии, пожарной, радиационной и ядерной безопасности, норм охраны труда; к контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям, требованиям безопасности и другим нормативным документам; за соблюдением технологической дисциплины и обслуживанию технологического оборудования; и к организации защиты объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок как коммерческой тайны предприятия; и понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны).
P9	Уметь производить расчет и проектирование деталей и узлов приборов и установок в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования; разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформление законченных проектно-конструкторских работ; проводить предварительного технико-экономического обоснования проектных расчетов установок и приборов.
P10	Готовность к эксплуатации современного физического оборудования и приборов, к освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новых материалов, приборов, установок и систем; к наладке, настройке, регулировке и опытной проверке оборудования и программных средств; к монтажу, наладке, испытанию и сдаче в эксплуатацию опытных образцов приборов, установок, узлов, систем и деталей.

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P11	Способность к организации метрологического обеспечения технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции; и к оценке инновационного потенциала новой продукции.
P12	Способность использовать информационные технологии при разработке новых установок, материалов и приборов, к сбору и анализу информационных исходных данных для проектирования приборов и установок; технические средства для измерения основных параметров объектов исследования, к подготовке данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций; к составлению отчета по выполненному заданию, к участию во внедрении результатов исследований и разработок; и проведения математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований.
P13	Уметь готовить исходные данные для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа; использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и базы данных в своей предметной области; и выполнять работы по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов;
P14	Готовность к проведению физических экспериментов по заданной методике, составлению описания проводимых исследований и анализу результатов; анализу затрат и результатов деятельности производственных подразделений; к разработки способов применения ядерно-энергетических, плазменных, лазерных, СВЧ и мощных импульсных установок, электронных, нейтронных и протонных пучков, методов экспериментальной физики в решении технических, технологических и медицинских проблем.
P15	Способность к приемке и освоению вводимого оборудования, составлению инструкций по эксплуатации оборудования и программ испытаний; к составлению технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет, заявок на материалы, оборудование), а также установленной отчетности по утвержденным формам; и к организации рабочих мест, их техническому оснащению, размещению технологического оборудования.

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

Институт Физико-технический
Направление подготовки 140800 Ядерные физика и технологии
Кафедра Физико-энергетические установки

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой ФЭУ

16.05.2016 О.Ю. Долматов

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
0А2Г	Смирнову Роману Станиславовичу

Тема работы:

Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	3063/с от 26.05.2016
--	----------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	16.06.2016
--	------------

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 функционирования (эксплуатации) объекта и технологического процесса;– угроза: хищение;– оборудование лаборатории неразрушающего контроля;– набор калибровочных источников (ОСГИ).
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 комплекса инженерно-технических средств физической защиты внутренней зоны ядерного объекта;– выбор технических устройств для оснащения

	внутренней зоны ядерного объекта; – измерение и анализ спектральных характеристик неизвестного образцового стандартного источника ионизирующего излучения.
Перечень графического материала	Схема ядерного объекта – обязательный чертеж. Схема реакторного отделения. Схема хранилища ОЯТ
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы:	
Раздел	Консультант
Физическая защита ЯО	Б.П. Степанов
Учет и контроль ЯМ	А.В. Годовых
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	А.А.Сечина
Социальная ответственность	Т.С. Гоголева
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	
Нет	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику:	16.05.2016
--	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ФЭУ ФТИ	Б.П. Степанов	К. Т. Н.		17.05.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0А2Г	Р.С. Смирнов		17.05.2016

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

Студенту:

Группа	ФИО
0А2Г	Смирнову Роману Станиславовичу

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

Тема дипломной работы: «Обеспечение безопасности при обращении с ядерными материалами на атомной станции (БН)»

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>1. Стоимость расходных материалов 2. Стоимость расхода электроэнергии 3. Норматив заработной платы</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>1. Тариф на электроэнергию 2. Коэффициенты для расчета заработной платы</i>
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>1. Отчисления во внебюджетные фонды (27,1%) 2. Расчет дополнительной заработной платы (12%)</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечина Ася Александровна	Доцент, кандидат химических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0А2Г	Смирнов Р.С.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
0А2Г	Смирнову Роману Станиславовичу

Институт	Физико-технический	Кафедра	Физико-энергетические установки
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	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"> – вредных проявлений факторов производственной среды (микроклимат, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующее излучение); – опасных проявлений факторов производственной среды (электрической, пожарной и взрывной природы).
<i>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i>	<ul style="list-style-type: none"> – электробезопасность; – пожаровзрывобезопасность; – требования охраны труда при работе на ПЭВМ.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	16.05.2016
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Т.С. Гоголева	К.ф.-М.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0А2Г	Р.С. Смирнов		

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

Институт Физико-технический
 Направление подготовки (специальность) 140800 Ядерные физика и технологии
 Уровень образования высшее
 Кафедра Физико-энергетические установки
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2013/2014 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	16.06.2016
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
16.05.2016	<i>Выдача задания</i>	
23.05.2016	<i>Проведение анализу уязвимости ядерного объекта</i>	
28.05.2016	<i>Компоновка рубежей охраны</i>	
08.06.2016	<i>Проведение измерений и анализ полученных результатов</i>	
16.06.2016	<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 82 страниц, содержит 15 рисунков, 16 таблиц, 27 источника и 3 приложения.

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

Объектом исследования являются вопросы организации и функционирования системы физической защиты и системы учета и контроля

Цель работы – формирование условий для безопасной эксплуатации атомной станции.

В процессе исследования проводился анализ нормативно-правовых 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 материала.

В результате был получен 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 неизвестного образца и его обогащение.

Обозначения и сокращения

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

Оглавление

Реферат.....	11
Введение.....	15
1 Организация и функционирование систем физической защиты, учета и контроля ядерных материалов.....	17
1.1 Функционирование системы физической защиты на ядерном объекте	
1.1.1 Цели и задачи системы физической защиты.....	17
1.1.2 Комплекс инженерно-технических средств физической защиты	
1.1.2.1 Требования к комплексу инженерно-технических средств физической защиты.....	20
1.1.2.2 Технические средства физической защиты	20
1.1.2.3 Система охранной сигнализации	21
1.1.2.4 Объектовые средства обнаружения	22
1.2.1. Зона баланса материалов. Ключевые точки измерений.....	25
2. Описание технологических процессов на АЭС	26
2.1 Анализ уязвимости	26
2.1.1. Описание ядерного объекта	27
2.1.2. Модель нарушителя.....	32
2.2. Категорирование ЯМ на АЭС.....	39
2.3. Процедуры учета и контроля ЯТ на ядерном объекте	39
2.4. Организация зон баланса материалов на АЭС.....	41
2.5. Оборудование контрольных точек измерений	43
2.6. Обращение с ядерными материалами, РВ и РАО.....	44
2.7. Составные элементы спектрометрического тракта.....	47
3 Результаты проектирования и измерений	50
3.1 Оснащение охраняемых зон на атомной станции с реактором БН-600 комплексом инженерно-технических средств физической защиты	50
3.2. Анализ спектрометрических характеристик исследуемого образца	56

3.2.1 Геометрия и время измерений	56
3.2.2. Исходные данные.....	56
3.2.3. Идентификация вида излучения, неизвестного образца. Характеристика нуклидов, содержащихся в образце, как излучателей	57
3.3. Определение активности и изотопного состава образца.....	58
3.4. Категорирование образца в соответствии с НП 030-12	63
4. Финансовый менеджмент.....	63
Для того чтобы рассчитать какое количество людей нужно для проведения разных видов работ на нашем объекте, необходимо определиться с видами необходимых работ и составить поэтапный план их проведения. В конечном итоге, были выбраны работы по установке комплекса инженерно- технических средств физической защиты. Ниже представлены этапы работ. ...	63
4.1 Анализ конкурентных технических решений.....	65
4.2 Затраты на оборудование и монтаж	66
5. Социальная ответственность	68
5.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов на атомной станции.....	69
5.2 Обоснование и разработка мероприятий по снижению уровней опасного и вредного воздействия и устранению их влияния при работе на ПЭВМ	70
5.2.1 Требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организация работы	70
5.2.2. безопасные условия работы	73
5.3. Электробезопасность	75
5.4. Пожарная и взрывная безопасность.....	76
Заключение	77
Список литературы	78

Введение

В настоящее время по всему миру насчитывается 194 атомные станции. Это 436 энергоблока суммарной мощностью более 400 ГВт, 35 из которых эксплуатируются на территории Российской Федерации с установленной мощностью около 27 ГВт, что составляет 16% электричества со всей земли. Также 73 энергоблока находятся в стадии сооружения, а в течение нескольких лет планируется начать строительство около 150 реакторов. По многочисленным прогнозам экспертов из разных стран, в ближайшее время в мире ожидается увеличение мощности АЭС в десятки раз, что приведет не только к быстрому темпу производства урана и плутония, но и к росту облученного ядерного топлива, радиоактивных отходов и делящихся веществ, являющихся основой любых ядерных материалов [1].

В связи с этим возрастает потенциальная опасность незаконного хищения и использования ядерных материалов или технологий, которые в дальнейшем могут привести к созданию ядерного оружия и использованию его в преступных целях, что является угрозой не только здоровью и жизни людей, но и безопасности всего общества.

Поэтому приоритетной задачей безопасного использования ядерных технологий является обеспечение режима нераспространения ядерных материалов, что подразумевает организацию на ядерном объекте физической защиты, а также учета и контроля ядерных материалов. Важность такого контроля определяется, в первую очередь, ядерной и радиационной опасностью ядерных материалов, их высокой стоимостью. Данная процедура является важной частью обеспечения безопасности не только на территории Российской Федерации, но и всего мира.

Под учетом ядерных материалов подразумевают определение количества ядерных материалов на объекте, а также составление, регистрацию и ведение учетной и отчетной документации. Контроль ядерных материалов –

это административный контроль за наличием и перемещением ядерных материалов с целью предотвращения их несанкционированного использования.

Что касается физической защиты, то она позволяет предотвратить возникновение социальных, экономических, экологических, внутривластных, международных, информационных, военных, пограничных и других видов угроз. В целях ее осуществления на объекте реализуется система физической защиты (СФЗ), которая является единой системой планирования, координации, контроля и реализации комплекса технических и организационных мер.

Она состоит из целого ряда технических подсистем: охранная сигнализация, оптико-электронное наблюдение, система контроля и управления доступом, тревожно-вызывная сигнализация, оперативная связь и оповещение, защита информации.

Целью данной выпускной квалификационной работы является формирование условий для безопасной эксплуатации атомной станции с реактором БН-600.

Для ее достижения необходимо решить следующие задачи:

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

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

1.1 Функционирование системы физической защиты на ядерном объекте

Под физической защитой подразумевается деятельность в области использования атомной энергии, которая направлена на предотвращение хищений и диверсий в отношении ядерных материалов, ядерных установок и пунктов хранения. Данная деятельность также осуществляется на международном уровне, где в рамках международного сотрудничества производится обмен информацией, технологиями через международные организации и за счёт реализации двусторонних межправительственных, межведомственных соглашений [3].

Функционирование физической защиты обеспечивается с помощью системы физической защиты (СФЗ), реализованной на ядерном объекте. Она включает персонал физической защиты, комплекс инженерно-технических средств, организационные мероприятия, направленные на их применение и совершенствование [4].

Создание, совершенствование и функционирование системы физической защиты на ядерном объекте обеспечивается руководством ядерного объекта [3].

1.1.1 Цели и задачи системы физической защиты

в связи с тем, что СФЗ является частью общей системы организационно-технических мер, осуществляемых на ЯО, ее приоритетной целью является предотвращение несанкционированных действий (НСД) по отношению к ядерным материалам, ядерным установкам и иным предметам физической защиты [3].

Система физической защиты предназначена для выполнения таких задач, как:

- предупреждение о несанкционированных действиях;
- их своевременное обнаружение;

- задержание (замедление) проникновения (продвижения) нарушителей;
- быстрое реагирование в случае незаконного проникновения нарушителя, а также его нейтрализации [4].

СФЗ должна обеспечивать требуемую эффективность, т.е. быть способной противостоять действиям нарушителей в отношении ПФЗ с учетом выделенных в процессе анализа уязвимости угроз и моделей нарушителя для конкретного ядерного объекта. следовательно, при построении системы необходимо руководствоваться следующими принципами, главное назначение которых – создание эффективной системы:

- принцип зонального построения;
- принцип адаптивности;
- принцип регулярности контроля функционирования;
- принцип адекватности;
- принцип равнопрочности;
- принцип обеспечения надежности и живучести [5].

1.1.2 Комплекс инженерно-технических средств физической защиты

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

- комплекс инженерно-технических средств физической защиты (КИТСФЗ);
- организационно-технические мероприятия;
- персонал СФЗ [4].

Комплекс ИТСФЗ, состоящий из физических барьеров, инженерных и технических средств, предназначен для инженерно-технического обеспечения достижения цели и решения задач СФЗ [4].

Управление инженерными и техническими средствами физической защиты осуществляется службой безопасности с центрального или локальных пунктов управления СФЗ [3].

Задачами, которые выполняются с помощью такого комплекса:

- оперативное и непрерывное управление в СФЗ;
- работа по установлению режима доступа персонала ЯО;
- создание трудностей нарушителям при несанкционированном проникновении на территорию охраняемой зоны, сооружения, помещения, здания;
- работа правильной выдачи сигнала на пункт управления при попытках или в случае совершения НСД;
- выявление возможных маршрутов движения нарушителей (на объект, с объекта) по периметру защищенной зоны, а также расчет времени и определение места НСД;
- создание благоприятных условий для выполнения служебных и боевых задач сил охраны в целях облегчения действий по задержанию нарушителей;
- организация дистанционного наблюдения по периметрам охраняемых зон, в охраняемых помещениях, зданиях, сооружениях с целью оценки обстановки;
- обеспечение силами и средствами караулов маневров при несении службы;
- определение границ контролируемых и охраняемых зон;
- фиксирование сигналов технических средств физической защиты, документирование распоряжений, команд органов управления и докладов персонала;
- 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 [3].

1.1.2.1 Требования к комплексу инженерно-технических средств физической защиты

Инженерные и технические средства такого комплекса необходимы для:

- надежной и непрерывной работы на всех заданных режимах работы;
- организации контроля наличия различных неисправностей (потеря видеосигнала в случае попытки доступа к линиям связи, вскрытие оборудования и т.д.), а также своевременного информирования оператора о данных нарушениях;
- дистанционного наблюдения за состоянием работоспособности инженерно-технических средств.

В случае поломки, отказа или вывода из строя какого-либо элемента комплекса, на объекте предусматривается резервирование элементов и функций КИТСФЗ, что позволяет исключить нарушение функционирования и работы всей СФЗ. Так, в случае нарушения работы основного источника электропитания, в работу включаются резервные источники электропитания, которые за счет автоматического переключения основного электропитания на резервное сохраняют работоспособность всех ИТСФЗ [4].

1.1.2.2 Технические средства физической защиты

Под ними подразумеваются устройства и различные элементы, которые входят в состав таких функциональных систем, как:

- охранная сигнализация;
- тревожно-вызывная сигнализация;
- контроль и управление доступом;
- оптико-электронное наблюдение и оценка ситуации;
- оперативная связь и оповещение (в том числе средства проводной связи и радиосвязи);

- защита информации;
- обеспечение электропитания, освещения [3].

Комплекс технических средств физической защиты позволяет:

- осуществлять контроль всей получаемой информации путем ее сбора, обработки и анализа;
- проводить оценку тревожной ситуации в масштабе реального времени;
- формировать и передавать сообщения или установленные сигналы органам управления СФЗ, а также силам охраны и быстрого реагирования;
- обеспечивать информационное взаимодействие между ЦПУ и ЛПУ;
- осуществлять контроль состояния и работоспособности ИТСФЗ;
- осуществлять контроль над персоналом, его местоположением и действиями при работе на ядерных установках или пунктах хранения с ядерными материалами;
- организовать хранение и выдачу информации о функционировании СФЗ, о несанкционированных действиях по отношению к ИТСФЗ, а также объектам, которые находятся под защитой [4].

1.1.2.3 Система охранной сигнализации

В рамках работы более подробно была рассмотрена система охранной сигнализации. Система охранной сигнализации (СОС) – одна из функциональных подсистем физической защиты, предназначенная для обнаружения попыток и фактов совершения несанкционированных действий. В случае НСД система охранной сигнализации должна информировать весь персонал ФЗ, ее функциональные системы, а также автоматически подавать необходимые команды управления на исполнительные устройства и управляемые физические барьеры в целях пресечения действий нарушителей.

Основными компонентами системы охранной сигнализации являются:

- средства СОС, расположенные в охраняемых помещениях и по периметру всего объекта (датчики);
- оборудование для обработки и сбора информации об обстановке периметра или на территории охраняемых помещений.

Система охранной сигнализации позволяет:

- выявлять НСД;
- распознавать сигнал в случае срабатывания средств по обнаружению на ЦПУ (ЛПУ);
- организовать правильное ведение архива, где содержится информация о всех происходящих в СФЗ событиях, с занесением в протокол необходимых сведений с их последующей однозначной идентификацией (номер/тип устройства, причина/тип события, его время/дата и т. д.);
- исключить возможность бесконтрольного снятия с охраны и постановки под охрану;
- осуществлять прием (снятие) средств обнаружения (группы средств обнаружения) под контроль (с контроля) [4].

1.1.2.4 Объектовые средства обнаружения

Объектовые средства обнаружения – это элементы системы охранной сигнализации, устанавливаемые внутри охраняемых зданий и помещений.

Эффективность объектового средства обнаружения описывается следующими характеристиками:

- вероятность обнаружения, т.е. вероятность выдачи сигнала тревоги при пересечении человеком зоны обнаружения. Она должна составлять не менее 0,9—0,95;
- наработка на ложное срабатывание — самый важный показатель, во многом определяющий общую эффективность комплекса безопасности;
- универсальность и гибкость средства обнаружения — возможность работы в широком диапазоне условий эксплуатации;

- уязвимость датчика, т.е. возможность преодоления рубежа без выдачи сигнал тревоги;

- маскировка средств обнаружения (визуальная и техническая);

- надежность, долговечность, простота монтажа и эксплуатации [5].

Для обнаружения факта проникновения нарушителя в охраняемую зону могут быть использованы самые различные физические принципы, позволяющие с той или иной вероятностью различить сигнал от человека на фоне помеховых воздействиях со стороны окружающей среды. На основании физических принципов можно выделить следующую классификацию средств обнаружения внутри помещений:

- вибрационные датчики;

- электромеханические датчики;

- инфразвуковые датчики;

- емкостные датчики;

- акустические датчики (пассивные и активные);

- инфракрасные датчики (пассивные и активные);

- микроволновые датчики;

- ультразвуковые датчики [8].

1.2. Организация учета и контроля ядерных материалов на ядерном объекте

Как и физическая защита важный аспект в обеспечении нераспространения ядерных материалов является учет и контроль ядерных материалов. Он направлен, прежде всего, на измерение количества ядерных материалов и их характеристик, что дает возможность иметь постоянную информированность о количестве и месте нахождения ядерных материалов.

В нормативном документе об «Основных правилах учета и контроля ядерных материалов» НП-030-12 содержатся основные критерии, принципы и

требования к государственному учету и контролю ядерных и специальных неядерных материалов [9].

Система учета и контроля ЯМ любого ядерного предприятия включает три главных компонента:

1. систему учета ЯМ (информационную систему);
2. измерения ЯМ и контроль измерений;
3. физические инвентаризации.

Сюда входят сбор, регистрация и анализ полученных данных о качественном составе, количестве данного материала и его перемещении. Все это осуществляется путем непрерывного учета всех технологических операций при работе с ЯМ на основе результатов измерений его характеристик, проверок достоверности этой информации и соответствия фактическому наличию ЯМ в местах его размещения [9].

Основными методами измерений, которые позволяют получить данные об общем количестве ядерных материалов, их элементном и изотопном составе являются разрушающий (РА) и не разрушающий анализ (НРА).

Преимуществом НРА по сравнению с РА является то, что его методы не приводят к изменению химических и физических свойств ядерных материалов, а также не вызывают нарушения целостности исследуемого образца и оболочки, в которую он заключен. Следовательно, неразрушающий анализ позволяет проводить измерения образца с последующим возвратом материала в производственный процесс. Среди различных методов неразрушающего анализа одним из наиболее эффективных является гамма-спектроскопия.

То, что это наиболее информативный метод неразрушающего анализа ядерных и радиоактивных материалов определяется:

- возможностью выполнения изотопного анализа образца с содержащейся сложной смесью радионуклидов;
- возможностью выполнения количественного определения активности и массы радиоизотопов в исследуемом образце.

Для реализации задач НРА используются детекторы разного типа (газонаполненные, полупроводниковые и т.д.), а выбор того или иного детектора является достаточно трудоемким процессом. При выборе учитываются его технические характеристики, такие как энергетическое разрешение, эффективность, а также характеристики самого и особенности самого измеряемого материала [10].

В соответствии с федеральными нормами и правилами государственного учета и контроля ядерных материалов НП-030-12 учет и контроль при обращении с ЯМ на ядерном объекте должен осуществляться в специальных зонах баланса материалов [9].

1.2.1. Зона баланса материалов. Ключевые точки измерений

Элементом системы учета, местом, где осуществляется контроль ЯМ на АЭС, является зона баланса материалов (ЗБМ), представляющая собой зону для учета и контроля ядерных материалов, которая может находиться в пределах пункта хранения ядерных материалов, или в здании, где расположена ядерная установка. На ее территории путем различных измерений осуществляется количественное определение ядерных материалов при каждом их перемещении в зону или за ее пределы. ЗБМ устанавливается самим объектом, согласовывая при этом свое решение с Государственной корпорацией по атомной энергии «Росатом» [9].

Организацию ЗБМ на АЭС необходимо осуществлять по следующим требованиям:

- масса поступившего в ЗБМ и отправляемого из ЗБМ ЯМ должна быть определена по измеренным характеристикам продуктов, характеристикам ЯМ (кроме случаев, когда допускается применение расчетных методик, действующих в организации), а также посредством результатов идентификации с полным пересчетом всех учетных единиц, тары с ЯМ, а также за счет паспортных данных и сопроводительной документации ЯМ;

– при проведении в ЗБМ физических инвентаризаций ЯМ, а также при отправках ЯМ из ЗБМ и получении ЯМ из других ЗБМ необходимо обеспечить прекращения всех технологических операций, кроме тех производственных участков, где реализуется непрерывная технология переработки продуктов;

– необходимо выделять в отдельные ЗБМ: пункты хранения ЯМ в виде стационарных объектов и сооружений; суда с ядерными энергетическими установками; плавучие и береговые хранилища ядерного топлива судов; реакторные установки с бассейнами выдержки облученных тепловыделяющих сборок;

– в процессе организации ЗБМ необходимо предусмотреть организационные технические меры, которые предотвращают возможное перемещение ЯМ за пределы ЗБМ, минуя ключевые точки измерений (КТИ).

Место в ЗБМ, где проводятся учетные и подтверждающие измерения называется ключевой точкой измерения (КТИ), которые должны быть определены в каждой ЗБМ данного объекта. Выбор КТИ на территории ЗБМ осуществляется таким образом, чтобы обеспечить полный контроль перемещения ЯМ в ЗБМ и за ее пределы [11].

2. Описание технологических процессов на АЭС

2.1 Анализ уязвимости

Для выполнения задач физической защиты ядерного объекта его руководство, вместе с руководством соответствующих воинских частей или подразделений, проводит анализ уязвимости, целью которого является определение конкретных внутренних и внешних угроз, вероятных способов их осуществления, моделей нарушителя, а также выявление уязвимых мест ядерных установок, ядерных материалов и технологических процессов, связанных с использованием и хранением ЯМ. Анализ уязвимости проводится

для последующего создания на основании полученных результатов эффективной СФЗ [3].

Анализ уязвимости проводится для всех действующих ядерных объектов, а также для проектируемых и реконструируемых, которые будут заниматься указанной деятельностью [3].

Анализ уязвимости проводится в случаях:

- создания новой СФЗ;
- реконструкции уже существующей СФЗ;
- изменения условий эксплуатации ЯО;
- появления новых уязвимых мест;
- изменения угрозы на федеральном и региональном уровне;
- по инициативе администрации ЯО [12].

Основными этапами проведения АУ являются:

- создание рабочей группы по проведению анализа;
- разработка плана (программы) проведения анализа;
- сбор информации для проведения анализа;
- описание ядерного объекта;
- определение уязвимых мест ЯУ и пунктов хранения ЯМ;
- определение угроз;
- определение модели нарушителя;
- оформление результатов анализа [12].

2.1.1. Описание ядерного объекта

Описание ядерного объекта проводится для установления конкретных предметов физической защиты этого объекта путем определения и тщательного изучения его основных характеристик, особенностей, а также ЯМ, ЯУ и пунктов хранения ЯМ, которые находятся на нем. Этот процесс также дает возможность установить степени опасности и привлекательности данных ПФЗ

для потенциального нарушителя [13]. Общий план объекта представлен в приложении 1.

В процессе выполнения работы были выделены особенности, характерные для данного объекта.

- Особенности территориального расположения ЯО:
 - наличие асфальтированной автомобильной дороги;
 - расположение населенного пункта на расстоянии 3 км от ЯО;
 - наличие лесополосы вокруг защищенной зоны;
 - средняя норма осадков за год: 600 мм;
 - климатические и погодные условия: от 11 до 14 °С летом, от -11 до -13 °С зимой.
 - водоемы и водные пространства; 6 км – река Забугорка, 500 м – Соленонское водохранилище;
 - таежно-лесная зона.
- Условия работы персонала на АЭС:
 - время начала и окончания смен: 9:00-13:00, 13:00-19:00, 1:00-09:00;
 - общее количество сотрудников одной смены с доступом в ЗЗ – 150, где 100 имеют доступ в ВЗ, 50 – в ОВЗ.
- Особенности доступа персонала к ЯМ, а также условия взаимодействия сотрудников при таком доступе: правило двух лиц при доступе в ОВЗ.
- Разрешенное количество автомобильного транспорта, проходящего через АКПП за сутки: 2.
- Разрешенное количество ЖД транспорта, проходящего через ЖДКПП в течение года: 3.
- Доставка сотрудников на АЭС: служебный автобус или личный автомобиль сотрудника;
- характеристики ЯМ и изделий на их основе, находящихся на станции:
- Топливо: У-238, МОХ-топливо.

- содержание изотопов по массе (обогащение):
 U-235: 17, 20, 26 %;
 U-238: 83, 80, 74 %
 МОХ-топливо: Pu-239 – 40%, U-235 – 3 %; продукты деления – 4%,
 U-238 – 53%;
- количество ТВС:
 в активной зоне – 156 шт.;
 зоны воспроизводства – 121 шт.;
- масса ЯМ 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.
- физическая и химическая формы: UO₂+n;
- нахождение в составе изделия, в контейнере либо в другом виде:
 ТВС (длина ТВС – 91 см, диаметр – 6,85 см, вес ТВС – 3,5 кг);
- места хранения ЯТ: ПХ свежего топлива, ПХ МОХ-топлива;
- места хранения ОЯТ: ЗБВ, ПХ ОЯТ;
- количество учетных единиц в хранилищах: 200 ТВС в ПХ свежего топлива, ТВС, 800 ТВС в ПХ ОЯТ.

На рисунке 1 представлен разрез реактора БН-600.

Корпус реактора БН-600 имеет диаметр 12,8 и высоту 12,5 м. Активная зона реактора состоит из 369 ТВС. Вокруг нее расположена зона воспроизводства, в которой находятся еще 378 сборок из обедненного диоксида урана. В таблице 1 представлены основные характеристики данного реактора.

Таблица 1 – Технические характеристики реактора БН-600

Электрическая мощность, МВт	600
КПД, %	42
Диаметр/высота активной зоны, см	205/75
Загрузка U-235, т	1,26
Глубина выгорания горючего, %	10
Температура натрия на выходе из реактора, °С	550
Время работы между перегрузками, сутки	150

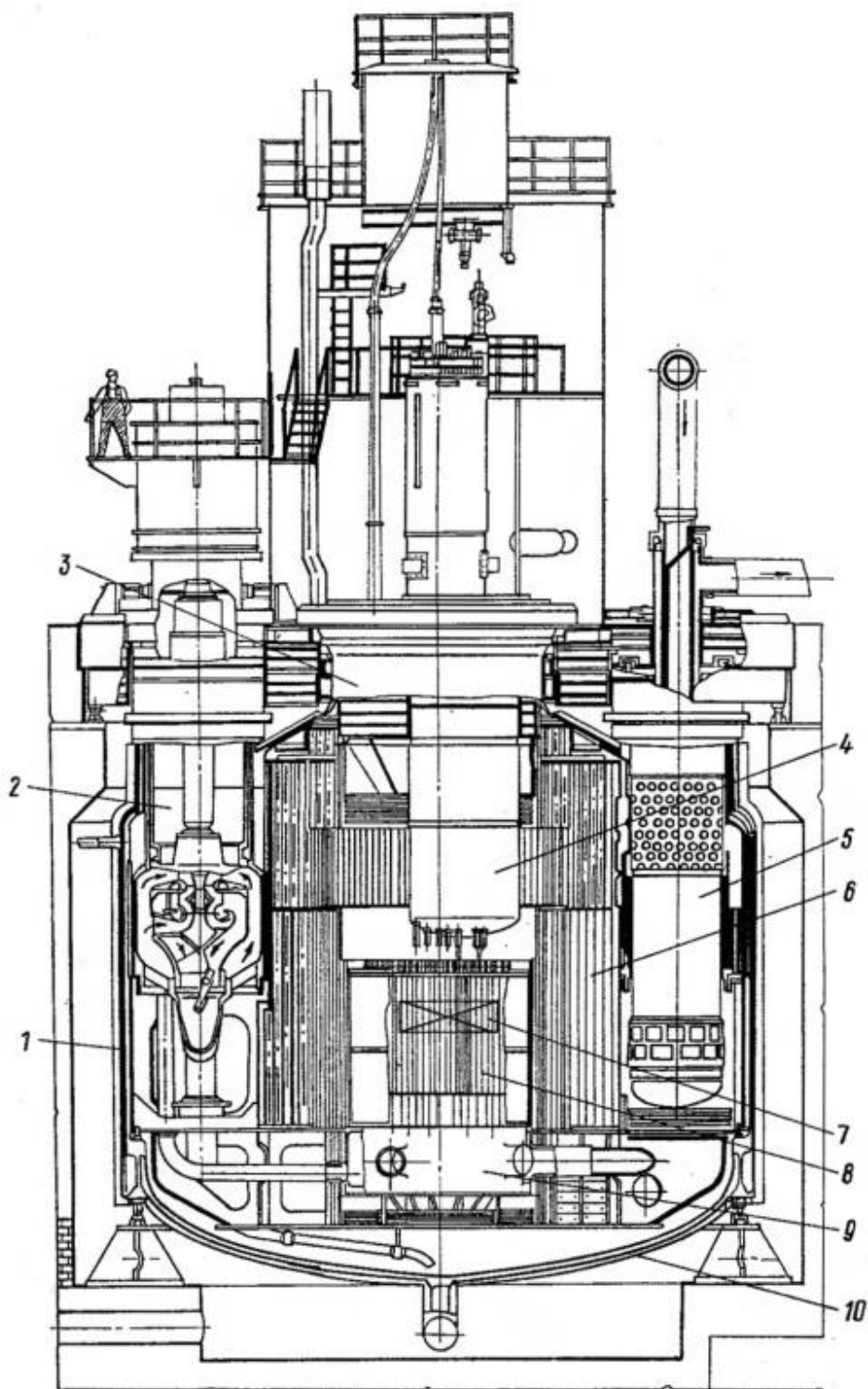


Рисунок 1 – Устройство бакового реактора БН-600

1 – корпус; 2 – циркуляционный насос первого контура; 3 – поворотная пробка; 4 – центральная колонна с механизмом СУЗ; 5 – теплообменник; 6 – нейтронная защита; 7 – активная зона; 8 – зона воспроизводства; 9 – напорная камера; 10 – защитный корпус реактора с теплоизоляцией.

2.1.2. Модель нарушителя

В случаях, когда нет возможности достаточно оценить и проверить все варианты угроз, а также оценить силы и способности потенциального нарушителя, возникает необходимость в принятии определённых предположений и допущений в отношении степени угроз и ее вида. Для этого вводится понятие модели нарушителя, которая является совокупностью его качественных и количественных характеристик.

Общая модель нарушителя является совокупностью таких параметров и критериев, как:

- тип того или иного нарушителя, воздействующего на объект;
- цели, преследуемые нарушителями каждого из типов;
- мотивация нарушителей;
- численность нарушителей;
- транспортные средства, вооружение, оснащение, инструменты и т.п.;
- уровень осведомленности нарушителей об уязвимых местах ядерного объекта и его СФЗ;
- уровень технической подготовки в целях совершения несанкционированных действий;
- Сценарий и тактика возможных действий нарушителей, которые описывают способы, последовательность действий группировок и отдельных нарушителей, а также способы их действий на каждом этапе, включая маршруты движения [13].

Основные категории нарушителей – это:

- террористы;
- антиядерные экстремисты;
- агрессивно настроенный персонал ядерного объекта;
- сотрудники объекта, привлеченные к сотрудничеству с внешними нарушителями, путём шантажа, подкупа или угрозами о применении силы;

- сотрудники, легко склоняемые на совершение преступления;
- люди с неуравновешенной психикой и те, кто подвергался когда-либо «радиофобии», то есть боялись всего связанного с понятием радиоактивность, что могло их подтолкнуть на содействие нарушителям [13].

Основными целями, которые чаще всего преследуют нарушители, являются:

- кража, хищение ЯМ;
- диверсии на ЯО в пределах ЯУ или пунктов хранения ЯМ;
- захват сотрудников предприятия в заложники, захват ядерной установки и ЯМ с последующим выдвижением своих требований, которые сопровождаются угрозами о совершении НСД;
- нарушение нормальной деятельности ЯО;
- Завладение информацией об СФЗ, которая являлась конфиденциальной.

Мотивами преступных действий тех или иных нарушителей в отношении ЯМ и ЯУ могут быть:

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

Проникновение внешних нарушителей в охраняемые зоны может осуществляться путем использования:

- разного рода вооружения, зажигательных или взрывчатых веществ, специальных средств, определенного вида транспорта (летательных аппаратов, автомобилей, плавательных средств), специального снаряжения, инструментов и др.;
- денежных средств, чтобы подкупить внутренних нарушителей (работников);
- внутренних нарушителей в качестве помощников;

- знаний о недостатках СФЗ объекта.

Стоит учесть опытность и оснащенность террористов, включая высокий уровень технической грамотности.

Во время любого проникновения в охраняемые зоны нарушители используют такие тактики действия, как:

- насильственная, когда по отношению к людям совершаются насильственные действия с последующим повреждением ИТСФЗ;
- обманная, характеризующаяся созданием видимости санкционированных действий посредством поддельных ключей, документов, идентификаторов личности и т.д.;
- скрытая, когда нарушитель стремится остаться незамеченным;
- комбинированная, где возможно использование разных комбинаций выше перечисленных видов тактики.

Нельзя пренебрегать тем, что нарушитель может применить любую тактику, наиболее подходящую ему для успешного выполнения поставленных задач.

Общую модель нарушителя можно представить пятью обобщёнными типами потенциальных нарушителей. Это:

Внешний нарушитель первого типа. Это может быть один человек или малочисленная группа, которые преследуют корыстные интересы.

Отличительными характеристиками таких нарушителей являются:

- знания структуры и составов СФЗ;
- высокая вероятность наличия у них оружия, зажигательных веществ или взрывчаток;
- избегание вооружённых конфликтов с подразделениями охраны объекта.

Задача такого нарушителя – диверсия или хищение ЯМ с дальнейшим покиданием территории ядерного объекта.

Скрытая тактика действий является наиболее вероятной для таких нарушителей.

Внешний нарушителя первого типа может вступать в сговор с личным составом подразделения охраны с целью сокрытия факта своего проникновения на объект.

Внешний нарушитель второго типа. К ним относятся диверсионно-террористические группы, которые характеризуются:

- хорошими знаниями структуры СФЗ, расположения предметов диверсии и хищения на ядерном объекте;
- высокой вероятностью их вооруженности холодным и огнестрельным оружием, взрывчатками и зажигательными веществами;
- высоким уровнем подготовки для преодоления физических барьеров, ограждений и рубежей сигнализации;
- готовностью к вооружённому конфликту с подразделениями охраны ЯО;
- способностями (в зависимости от численности) к разделению на разные группы, которые решают различные задачи;
- возможным наличием в группе людей, способных отдать жизнь ради достижения поставленных целей.

Наиболее вероятная тактика действий данного типа нарушителя – насильственная, с использованием различных вспомогательных средств (лестницы, веревки, транспортные средства и т.д.) и сопровождающаяся вооружённым нападением, включая прорыв системы охраны и, при необходимости, захват заложников.

Внешний нарушитель второго типа может вступать в сговор с персоналом объекта или личным составом подразделений охраны для получения дополнительной информации.

Внутренний нарушитель первого типа. Это может быть сотрудник ядерного объекта из числа обслуживающего персонала, который имеет право

доступа на территорию объекта и вспомогательных сооружений, но не имеет права постоянного доступа к местам хранения ЯМ и уязвимым местам ЯУ.

Возможной мотивацией данного типа нарушителя могут быть личные мотивы и корыстные цели, шантаж с чьей-либо стороны или религиозный экстремизм.

Данный нарушитель характеризуется:

- общим уровнем осведомлённости о системе охраны и высоким о расположении отдельных предметов диверсии и хищения на территории ЯО;
- низким уровнем подготовленности к преодолению рубежей СФЗ;
- возможным наличием огнестрельного оружия, взрывчатых и зажигательных веществ;
- неподготовленностью к вооружённому конфликту с подразделениями охраны ЯО.

Наиболее вероятная тактика действия – скрытая.

Такой нарушитель может являться источником информации о ЯО и СФЗ для внешних нарушителей первого и второго типов, а также соучастником акций внутренних нарушителей других типов.

Внутренний нарушитель второго типа. Это сотрудник ядерного объекта, который имеет непосредственный доступ к предметам диверсии и хищения. В остальном, он характеризуется как внутренний нарушитель первого типа.

Наиболее вероятная тактика действий – скрытая. Способен к перемещению ЯМ за пределы зоны баланса материала с их последующим выносом за территорию ЯО (скрыто или по подложным документам).

Такой нарушитель может вступать в сговор как с внешними нарушителями для передачи им информации, так и с внутренним нарушителем первого типа для выноса или вывоза с территории объекта похищенного ЯМ.

Внутренний нарушитель третьего типа. К нему относится личный состав подразделения охраны или сотрудник службы безопасности ядерного объекта.

Нарушитель данного типа характеризуется следующими критериями:

- высоким уровнем осведомлённости о расположении предметов диверсии и хищения, построении и функционировании СФЗ;
- доступом к СФЗ к аппаратуре управления ею и, как следствие, высоким уровнем подготовленности к скрытому преодолению рубежей СФЗ;
- наличием личного оружия и возможностью его санкционированного проноса на территорию ЯО;
- подготовленностью к вооружённому конфликту с силами охраны ЯО.

Наиболее вероятная тактика действий – скрытая, с возможностью отключения технических средств СФЗ.

Такой нарушитель может вступать в сговор, как с внешними нарушителями, так и с внутренними нарушителями других типов, используя их в качестве исполнителей или пособников акций, или сам может являться пособником акции.

Общая модель нарушителя отражает систему взглядов на контингент потенциальных нарушителей и служит основой для разработки модели нарушителя конкретного ядерного объекта [13].

В соответствии с темой данной работы, угрозой является хищение ядерных материалов. С учетом этого, уязвимыми местами объекта являются места хранения ЯМ, а именно хранилище готовых ТВС.

Рассматриваемую модель нарушителя в работе можно представить, как совокупность следующих характеристик:

- типы нарушителей: два внутренних нарушителя второго типа (два сотрудника реакторного отделения) в сговоре с внутренним нарушителем третьего типа (сотрудник службы безопасности);
- цель: хищение ЯМ (свежее топливо в виде ТВС, обогащение 90%);
- мотивы: экономические (получение финансовой выгоды);
- количество нарушителей: 3 человека;

- тактика действий: обманная с элементами скрытой (создание видимости санкционированных действий путем сговора с сотрудником СБ);
- транспортные средства: личный автомобиль сотрудника реакторного отделения;
- уровень осведомлённости о ЯО: общий уровень осведомлённости об СФЗ и высокий уровень осведомленности о расположении отдельных предметов физической защиты;
- уровень технической квалификации и подготовленности: общий уровень подготовки к преодолению физических барьеров, сигнально-заградительных и сигнализационных рубежей, неподготовленность вступить в открытый вооружённый конфликт с подразделениями охраны ЯО;

Сценарий действия нарушителя предполагает, что два сотрудника объекта с допусками в охраняемые зоны (ВЗ и ОВЗ) проходят через людское КПП и двигаются к зданию, где расположен реактор. Один из злоумышленников направляется к железнодорожному шлюзу, в то время, как другой проходит через людской КПП и направляется к ЦПУ. Пока первый проникает в хранилище и совершает кражу двух свежих ТВС, второй наблюдает из ЦПУ, чтобы никто им не помешал и не заметил совершения кражи. Масса и геометрические размеры ТВС для данного реактора не велики (3,5 кг, 91 см). И 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 автомобиль и скрываются.

2.2. Категорирование ЯМ на АЭС

Согласно федеральным нормам и правилам НП 030-12, опираясь на информацию о ЯМ на данном объекте, была определена категория этого ядерного материала. Категорирование проводилось по массе U235 и его обогащению. В итоге, мы имеем ЯМ 1 категории.

Категорирование предмета физической защиты проводится с учетом соответствующих критериев категорирования ПФЗ или совокупности критериев, указанных в приказе «Об утверждении Положения об общих требованиях к системам физической защиты ядерно-опасных объектов Минатома России». Согласно данному приказу, ПФЗ должны располагаться в охраняемых зонах, с учетом их категорий. ЯТ, размещенное в пункте хранения свежего топлива, как ПФЗ, подпадает под категорию Б. ОЯТ, размещающееся в бассейне выдержки, также подпадает под категорию Б [8].

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

2.3. Процедуры учета и контроля ЯТ на ядерном объекте

При передачах ЯМ из или в ЗБМ выполняются следующие операции:

1. Передача ЯМ. Она должна допускаться только при наличии у отправителя и получателя лицензии на обращение с ЯМ и договора на передачу ЯМ в пользование.

2. Далее отправитель направляет получателю предварительное уведомление об отправке ЯМ, которое является обязательным, поскольку любые размещения ЯМ связаны с вопросами обеспечения ядерной и радиационной безопасности.

3. До прибытия ЯМ, отправитель подготовил и измерил отправляемый материал, составил соответствующие накладные документы. В накладных документах указываются атрибутивные признаки ЯМ, масса контейнеров и др. Сведения о характеристиках ЯМ (паспортные данные) отправляются специальной почтой, либо совместно с грузом.

4. По прибытию ЯМ осуществляется проверка его атрибутивных признаков:

- внешний осмотр и проверку количества контейнеров с ЯМ;
- проверку устройств индикации вмешательства, примененных к транспортному средству и контейнерам с ЯМ;
- соответствие идентификаторов контейнеров и устройств индикации вмешательства накладным документам.

5. При необходимости, на местах разгрузки и погрузки топлива из транспортирующих средств, возможны подтверждающие измерения веса контейнеров с ЯМ и других параметров ЯМ.

Необходимость проверки печатей и пломб обусловлена возможными несанкционированными доступами к ЯМ [18].

То, насколько эффективны печати и пломбы, характеризуется тремя следующими свойствами:

- слабостью, т.е. пломбы легко могут быть разрушены, тем самым, являясь средствами упреждения несанкционированных действий с ЯМ;
- указателем вмешательства, т.е. при разрушении пломбы ее трудно восстановить, не оставляя следов вмешательства;
- уникальностью, т.е. пломбы (так же, как и печати) должны обладать неповторяющимися идентификационными признаками (желательно скрытыми).

На рисунках 2 и 3 представлены схемы движения топлива на нашем объекте

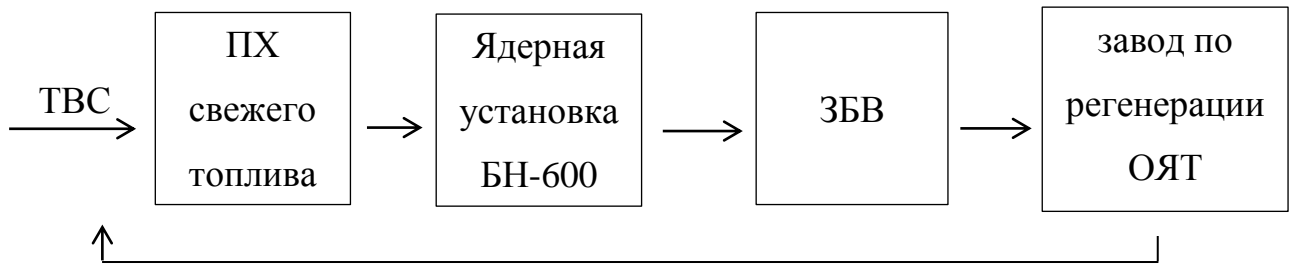


Рисунок 2 – Особенности топливного цикла

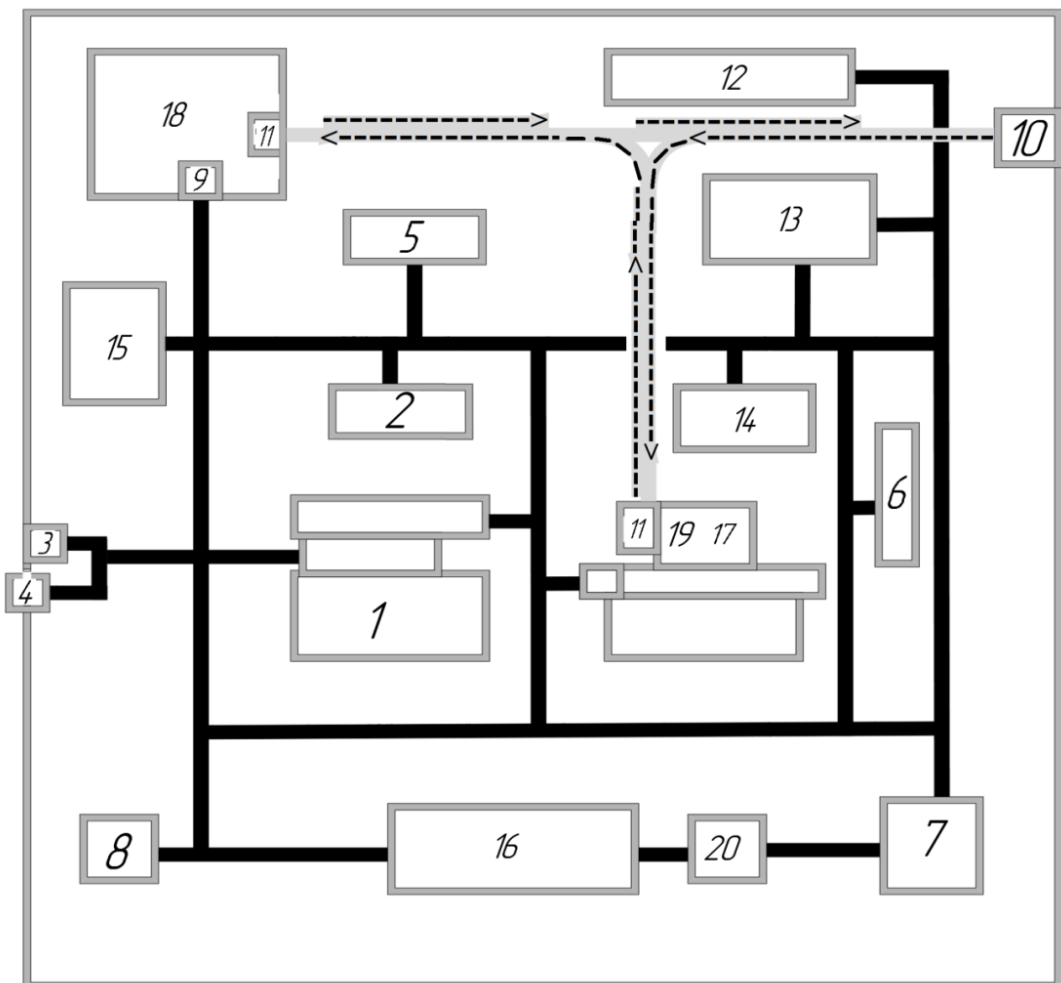


Рисунок 3 – схема движения топлива на объекте

2.4. Организация зон баланса материалов на АЭС

Находящиеся в обращении на АЭС ядерные материалы подлежат учету и контролю в рамках системы учета и контроля ядерных материалов, поскольку сумма значений масс урана-235, находящегося в организации, превышает минимальное количество в 15 гр.

В соответствии с федеральными нормами и правилами в области использования атомной энергии НП-030-12 данные ядерные материалы следует отнести к категории 1.

Поступающие на АЭС ТВС в количестве 120 штук размещаются в пункте хранения свежего топлива или пунктах хранения 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 (см. Приложение 1). В зале бассейна выдержки, а также в местах хранения свежего и отработанного топлива, мы имеет зоны баланса материалов, границы которых совпадают с выделенными ВЗ для данного объекта. На территории реакторного зала находится ЗБМ, границы которой совпадают с выделенной ОВЗ для данного объекта. Ключевые точки измерений, необходимые для выделенных ЗБМ, располагаются на приемных и сортировочных пунктах каждого хранилища. В качестве учетных единиц определены ТВС. Организация ЗБМ и расположение КТИ на территории объекта изображено на рисунках 4 и 5.

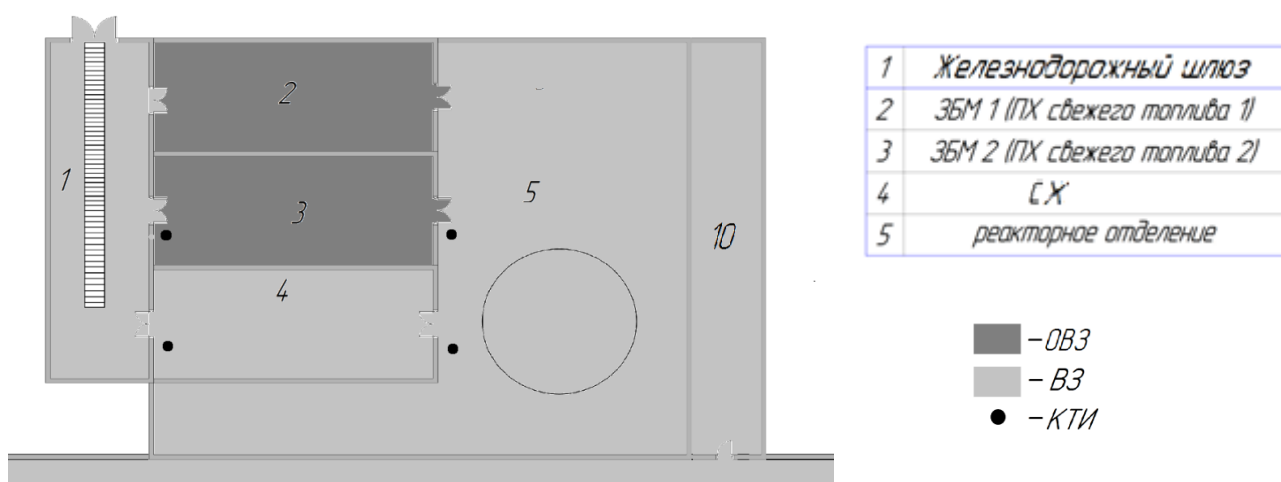


Рисунок 4 – ЗБМ и КТИ в реакторном отделении

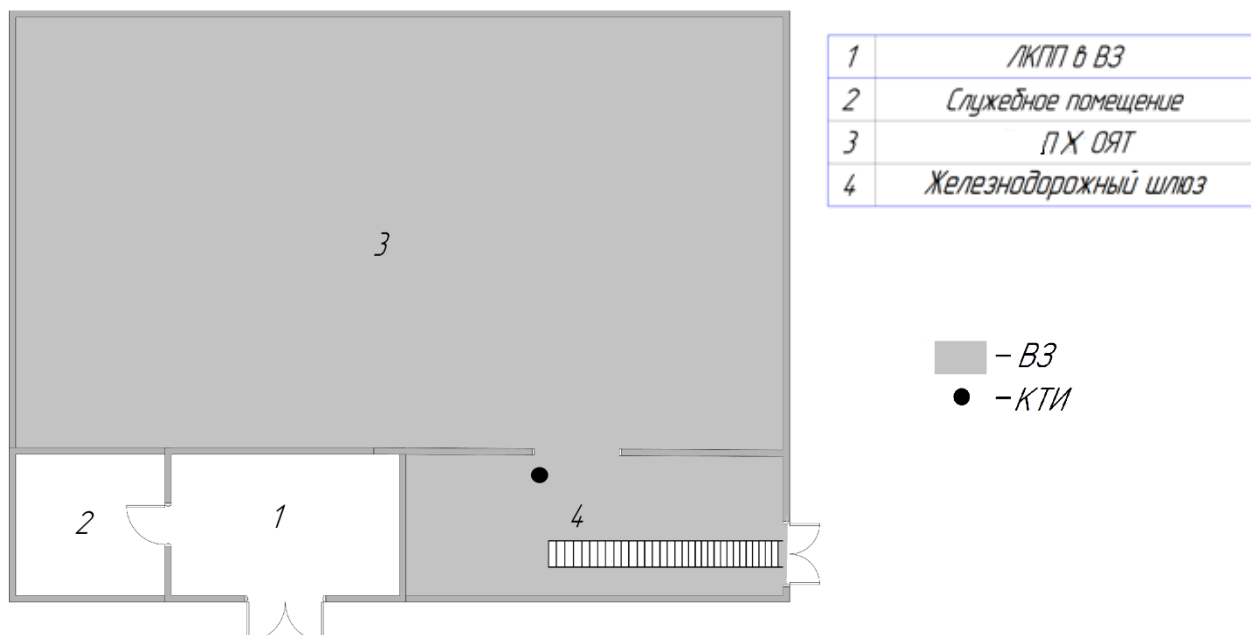


Рисунок 5 – ЗБМ и КТИ в ПХ ОЯТ

2.5. Оборудование контрольных точек измерений

В настоящей работе использован коаксиальный германиевый спектрометр GC1518, относящийся к типу твердотельных полупроводниковых.

Таблица 2 – основные технические характеристики H_pGe детектора

модель детектора	GC1518
модель криостата	7500SL
относительная эффективность	15%
энергетическое разрешение на 1,33 МэВ	1,8 кэВ
отношение пик/Комптона	44/1
диаметр	59,5мм
высота	31,5мм
объем детектора	87,54см ³
минимальное рабочее напряжение	3000В
Рекомендуемое напряжение	3500В
Время захолаживания детектора	4 часа
Расход азота на охлаждение детектора	<1,8л/день

Данный детектор представлен в виде германиевого цилиндра с N-контактом на внешней поверхности и P-контактом на поверхности осевого колодца (рисунок 6).

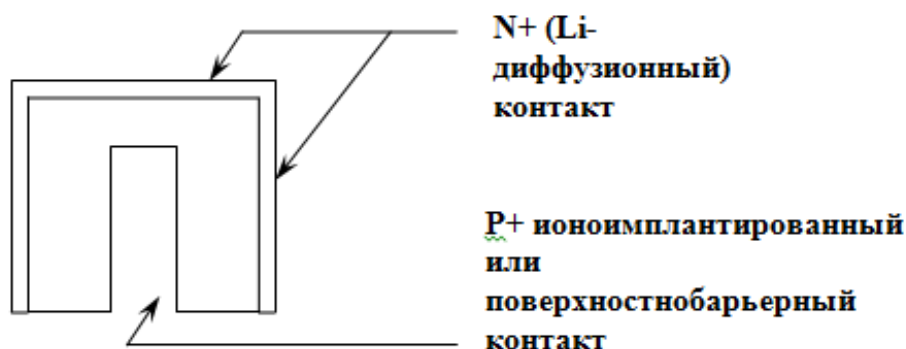


Рисунок 6 – Поперечный разрез коаксиального Ge детектора

Примесный уровень германия составляет около 10^{10} атомов/см³. Следовательно, при умеренном обратном напряжении смещения, общий объем между электродами обедняется и электрическое поле расширяется через эту активную область. Проникновение фотонов в данную область приводит к тому, что носители заряда перемещаются под действием электрического поля к электродам, где интегральным зарядочувствительным предусилителем преобразуются в импульс напряжения, который пропорционален энергии потерянной в детекторе входящим фотоном [20].

2.6. Обращение с ядерными материалами, РВ и РАО

Рассмотрим обращение ЯТ в виде ТВС на нашей АЭС. Привоз топлива на АЭС осуществляется ЖД транспортом, а именно в вагонах с ТВС. После прохождения через ЖДКПП защищенной зоны оно доставляется в реакторное отделение, где проходит досмотр и выгрузка ТВС в разгрузочно-погрузочной зоне для их дальнейшей транспортировки в ПХ свежего топлива. Перед ПХ находится КТИ, где происходит сверка документов, необходимые измерения и проверка заводских пломб изготовителя, а также проверка ТВС на наличие повреждений или дефектов.

Далее ТВС перегружаются в ЗБМ 1 с помощью дистанционно управляемых грузовых машин. Прежде чем ТВС попадают в ЗБМ 2, они проходят через второе КТИ, которое является подтверждающей и подразумевает лишь проверку целостности ТВС. А после уже попадает в активную зону. Все манипуляции по перемещению ЯТ и ОЯТ в активную зону, а затем в сухое хранилище и из него выполняются с помощью большегрузных устройств, а именно мостовых кранов. На входе в ЗБМ 3 также имеется подтверждающая КТИ. После того, как топливо отстоялось в зоне бассейна выдержки (ЗБВ), его готовят к погрузке в ЖД вагоны для дальнейшего транспортирования в ПХ ОЯТ. На выходе из ЗБВ находится КТИ, где проходит проверка документов на соответствие фактического и документативно-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. На въезде также имеется ЖД шлюз с КТИ. После досмотра и выгрузки ТВС, с помощью мостовых кранов они помещаются в бассейн ОЯТ. А по пришествии 10-12 лет его также погружают в вагоны и отправляют на завод по регенерации ОЯТ. Схема движения ТВС в ЗБМ ядерного отделения представлена на рисунке 7.

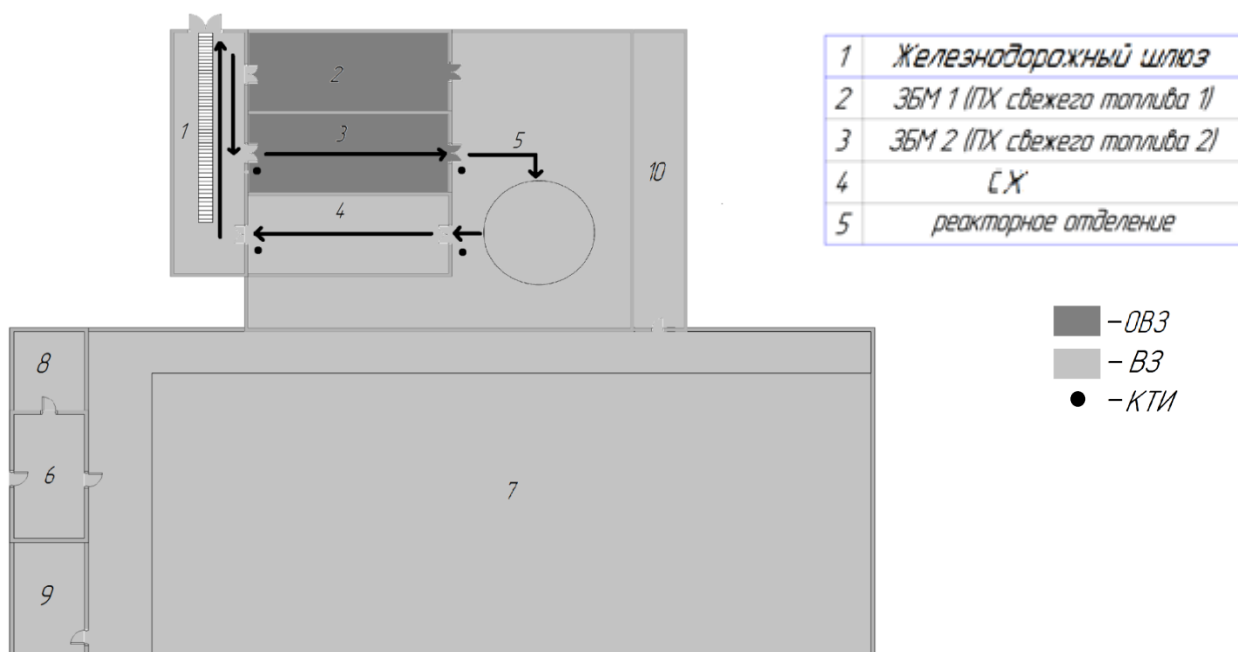


Рисунок 7 – Схема движения ТВС

ОТВС более чем на 90% состоят из материалов, пригодных для дальнейшего использования в промышленности, и, следовательно, являются ценным сырьем для получения регенерируемых компонентов. Так как в нашем 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 документативного подтверждения. Прежде чем ТВС попадают в ЗБМ 2, они также проходят через подтверждающую 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 документативно-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. Схема движения МОХ-топлива по территории объекта представлена на рисунке 8.

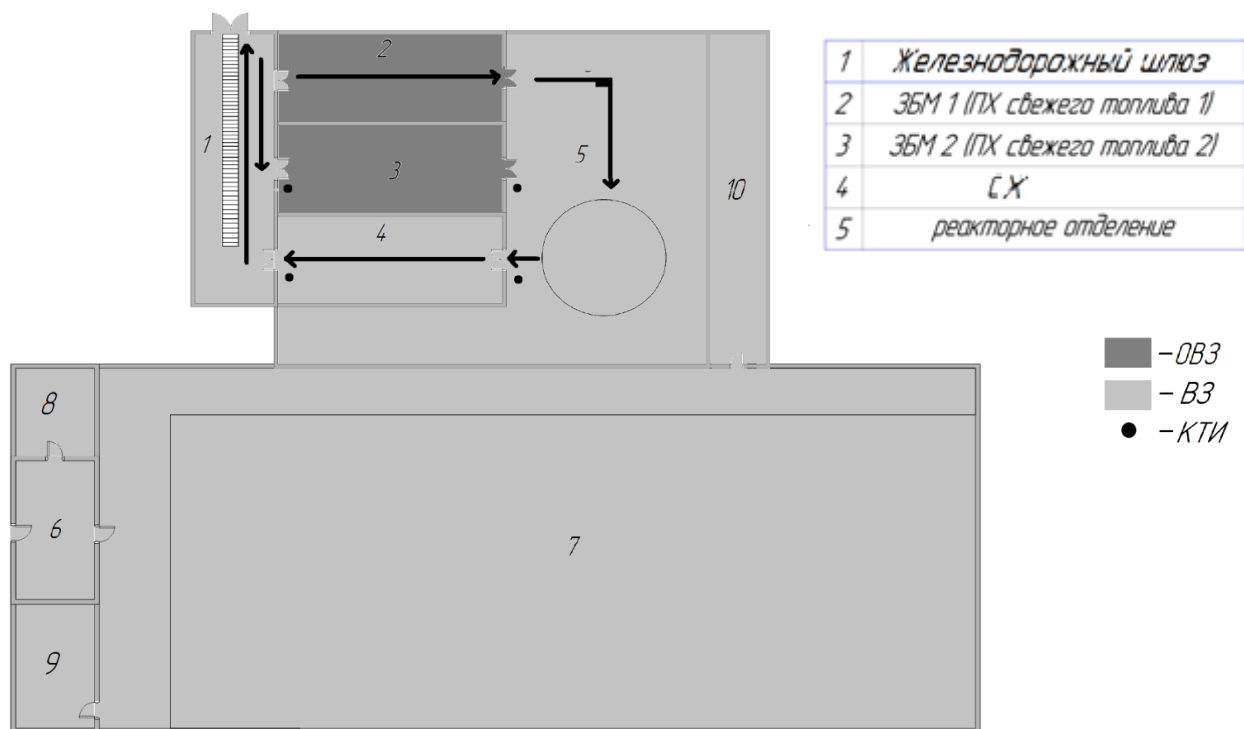


Рисунок 8 – Схема движения МОХ-топлива

2.7. Составные элементы спектрометрического тракта

Спектрометрический тракт, используемый в рамках анализа ядерных материалов на объекте, состоит из следующих элементов (рисунок 9):

- коаксиального детектора из особо чистого германия (ОЧГ) GC1518 со встроенным предусилителем помещенный в гибридный криостат Cryo-Cycle;
- цифрового анализатора спектра DSA-1000 включающий в себя усилитель сигнала, формирователь сигнала, аналого-цифровой преобразователь (АЦП), блоки низкого и высокого напряжения;
- ПК с установленной программной средой Genie-2000 (рисунок 9):

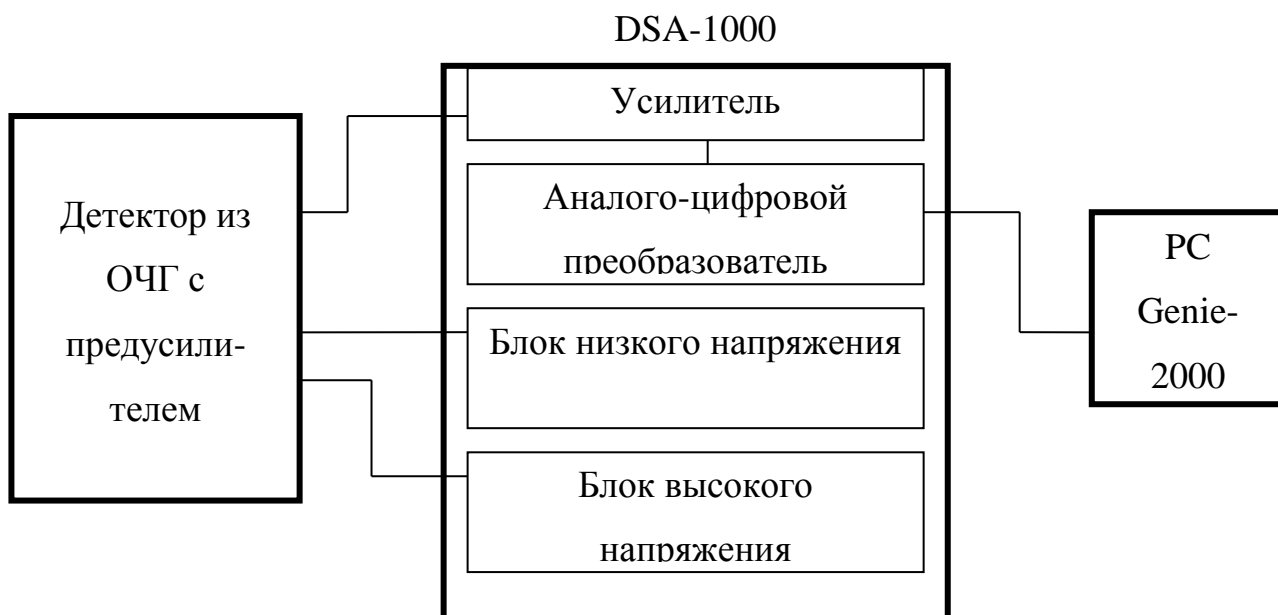


Рисунок 9 – Блок-схема спектрометрического тракта

Германиевые детекторы имеют относительно небольшую ширину запрещенной зоны носителей заряда. Поэтому они должны охлаждаться, чтобы уменьшить тепловое образование носителей заряда (и, следовательно, обратный ток утечки) до приемлемого для выполнения измерений уровня. В противном случае ток утечки вызывает шум, который снижает энергетическое разрешение детектора. Жидкий азот, имеющий температуру 196 °С, является обычным средством охлаждения для таких детекторов. Детектор монтируется в вакуумной камере, которая прикреплена или вставлена в сосуд Дьюара, наполненный жидким азотом. Чувствительные поверхности детектора, таким образом, предохраняются от влажности и других загрязнений.

Многоканальный анализатор DSA-1000, использованный в данном спектрометрическом тракте, представляет собой интегрированный многоканальный анализатор на 16 тысяч каналов, построенный на базе технологии цифровых сигнальных процессоров. При подключении к компьютеру DSA-1000 превращается в спектрометрическую станцию, обеспечивающую наивысшее качество набора и анализа спектров. Прибор

работает под управлением спектрометрического программного обеспечения Genie 2000.

Программный комплекс Genie-2000 представляет собой набор инструментальных средств для набора и обработки спектров с многоканальных анализаторов, предназначенный для работы в среде WINDOWS-XP. Данное программное обеспечение построено по модульному принципу и состоит из базового программного обеспечения и дополнительных функциональных модулей [19].

В спектрометрической системе базовое программное обеспечение выполняет следующие основные функции:

- Управление многоканальными анализаторами и вывод спектра на экран.
- Запись и чтение спектрометрической информации на диск.
- Операции со спектром в ручном и автоматическом режимах: калибровка, поиск и предварительная идентификация пиков, расчёт их параметров.
- Создание отчётов. Отчёты создаются на основе шаблонов, которые пользователь может модифицировать, исходя из своих требований.

Ядром системы Genie-2000 является модуль, называемый виртуальным диспетчером данных или VDM (Virtual Data Manager). VDM управляет всеми информационными потоками внутри системы. Он отвечает как за связь между файлами данных и МКА, так и за представление информации из них в формате, воспринимаемом другими уровнями программного обеспечения.

Связь VDM с другими уровнями программного обеспечения осуществляется через уровень взаимодействия процессов (или IPC – Inter Process Communication). IPC может работать как на автономном компьютере, так и в сети. Таким образом, аппаратура МКА, подключенная к виртуальному диспетчеру данных одного из компьютеров, становится доступной для управления, отображения или регулировки с любого компьютера сети [10].

3 Результаты проектирования и измерений

3.1 Оснащение защищенной, внутренней и особо важных зон атомной станции с реактором БН-600 комплексом инженерно-технических средств физической защиты

В соответствии с проведенным анализом уязвимости было проведено зонирование территории атомной станции с реактором БН-600.

На въезде в защищенную зону организуются АКПП, ЛКПП и ЖДКПП. Автомобильный КПП необходим для контроля во время проезда сотрудников на личных автомобилях или проезда технического транспорта. Также границы защищенной зоны оборудованы людским КПП, расположенным рядом с АКПП и на границе ВЗ. Доставка топлива железнодорожным транспортом осуществляется через железнодорожное КПП, которое необходимо для контроля во время ввоза и вывоза ТВС. Схемы всех КПП, а также их оснащения представлены на рисунках 11, 12 и 13.

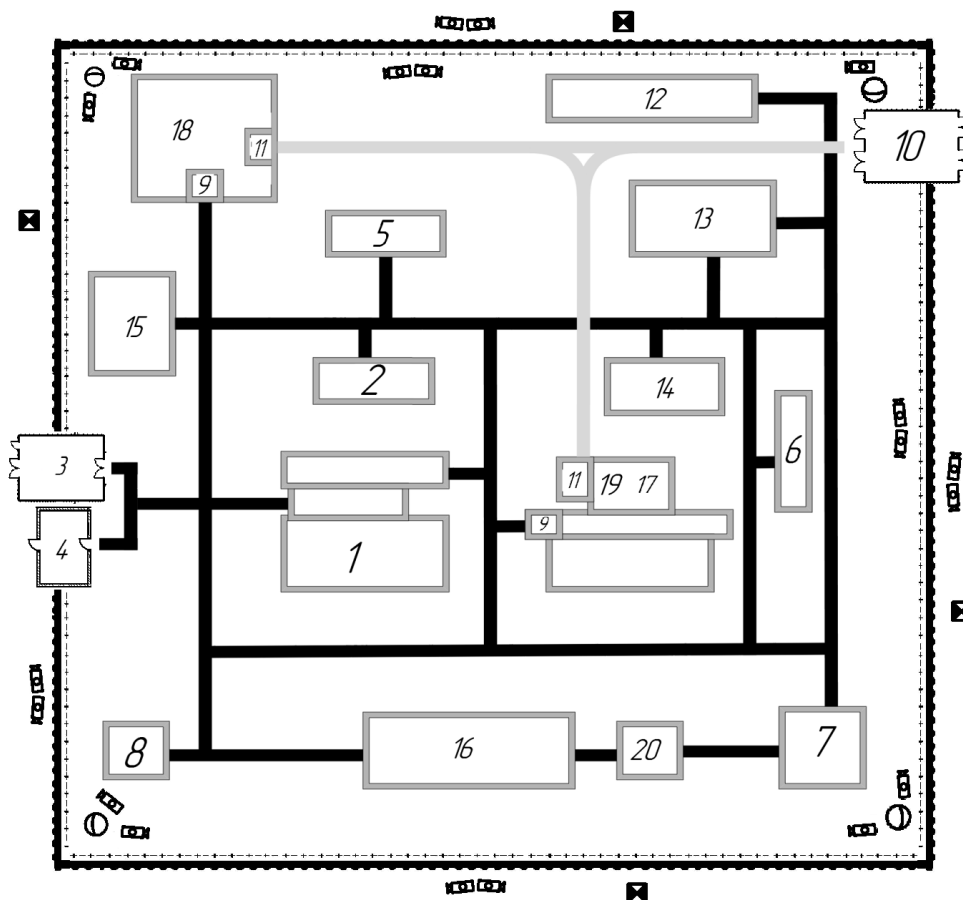


Рисунок 10 – Схема защищенной зоны ядерного объекта

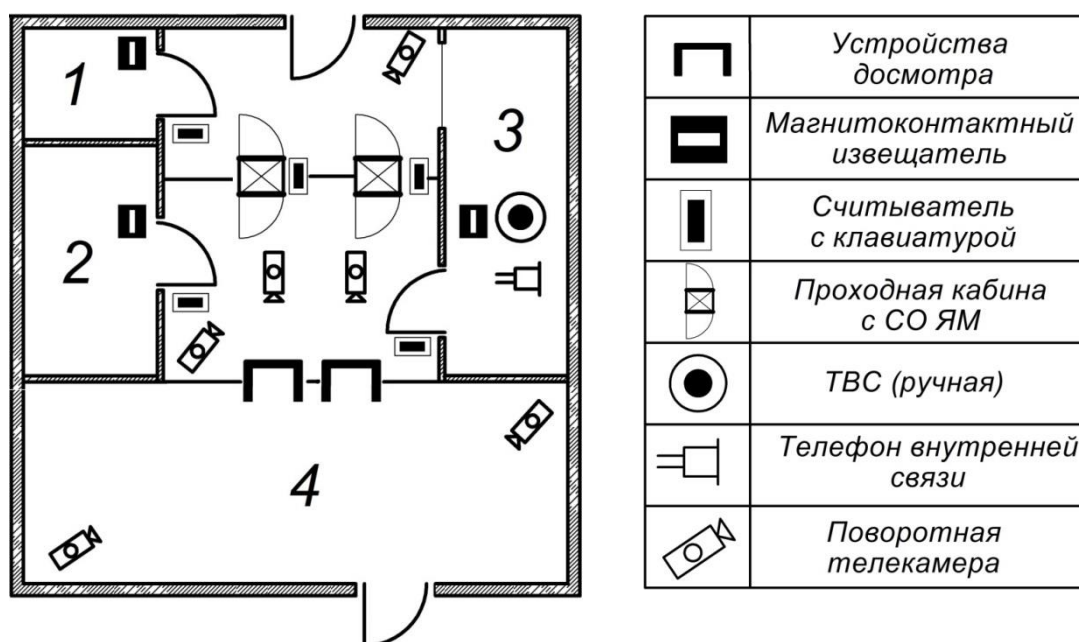


Рисунок 11 – Схема ЛКПП в ЗЗ и ВЗ (1 – хозяйственное помещение, 2 – комната досмотра, 3 – кабина часового и помещение для охраны, 4 – холл)

Подробно, в настоящей работе были рассмотрены особо важная и внутренние зоны данного объекта. Согласно принципу равнопрочности (см. подраздел 1.1.1) территория внутренней зоны оснащена ограждениями и инженерными заграждениями, целью которых является создание дополнительных рубежей охраны для продвижения нарушителя.

Крыша здания оборудована средствами обнаружения типа инфракрасный датчик. Также по периметру ВЗ установлено охранное освещение на опорах, на которых также установлены камеры видеонаблюдения с поворотными механизмами [15].

Пропускной режим во внутреннюю зону ядерного объекта осуществляется через людской КПП, который расположен в части здания с парогенераторами.

Процедура прохода через КПП во внутреннюю зону осуществляется по карточке и индивидуальному коду каждого сотрудника объекта или командированного лица, обладающими соответствующими полномочиями (выдается в бюро пропусков на внешнем ЛКПП). То есть отличительной особенностью прохода людей в ВЗ является то, что эти люди должны иметь

дополнительные полномочия или специальные пропуска в ВЗ, позволяющие им туда пройти. В остальном процесс прохождения одинаковый. Зайдя на территорию КПП, сотрудник в первую очередь проходит через рамку-обнаружитель металлических предметов, после чего осуществляется личный досмотр персонала сотрудниками службы безопасности. В случае необходимости более детальный досмотр сотрудников осуществляется в комнате досмотра, в том числе с применением специальных средств. При успешном завершении данных процедур сотрудник осуществляет проход через полноростовой турникет со встроенными средствами обнаружения ядерных материалов, используя карточку и личный код, о которых говорилось выше. Процедура выхода из ВЗ и ОВЗ осуществляется в обратной последовательности. Кабина часового ЛКПП оборудована кнопкой сигнализации, телефоном внутренней связи, а также защищена пуленепробиваемым стеклом 4 класса прочности для защиты часового КПП от поражения стрелковым оружием. Также холл и проходные помещения на КПП оборудованы средствами оптико-электронного наблюдения [9].

В соответствии с требованиями, указанными в руководящем документе РД 78.36.003-2002, все окна, двери и калитки оборудованы средствами усиления. Поскольку в ВЗ отсутствуют окна, выходящие на границу периметра, их оснащение металлическими решетками не требуется. Все окна оборудованы акустическими датчиками на вскрытие и разбитие. Окна за исключением окон кабин часового ЛКПП и АКПП, а также бюро пропусков, соответствуют 3 классу защиты. Двери ЛКПП, АКПП, ЖДКПП и бюро пропусков оборудуются согласно 4 классу защиты, иные двери – согласно 3 классу защиты. Все двери 4 класса защиты и калитка изготовлены из металла с усиленными стальными петлями, оборудованными торцевыми крюками, препятствующими снятию двери в случае срывания петель или их механического повреждения, двери 3 класса защиты изготовлены из дерева толщиной 50 мм и усилены обивкой с двух сторон листовой сталью толщиной 0,8 мм и массивными петлями. Согласно требованиям все дверные конструкции открываются наружу и

оборудуются средствами охранной сигнализации в виде магнитоконтактных датчиков (герконов). Поскольку предприятие работает круглосуточно, под охрану ставится административное помещение, а также калитка на ограждении АКПП.

В рамках выделенной в процессе анализа уязвимости угрозы во внутренней зоне организуется локальный пункт управления элементами СФЗ, который располагается в зоне ограниченного доступа вместе с ЦПУ. Вход в данную зону оборудован элементами СКУД в виде биометрического датчика и кодонаборного устройства. Также ЛПУ оборудован кнопкой ТВС и телефоном внутренней связи.

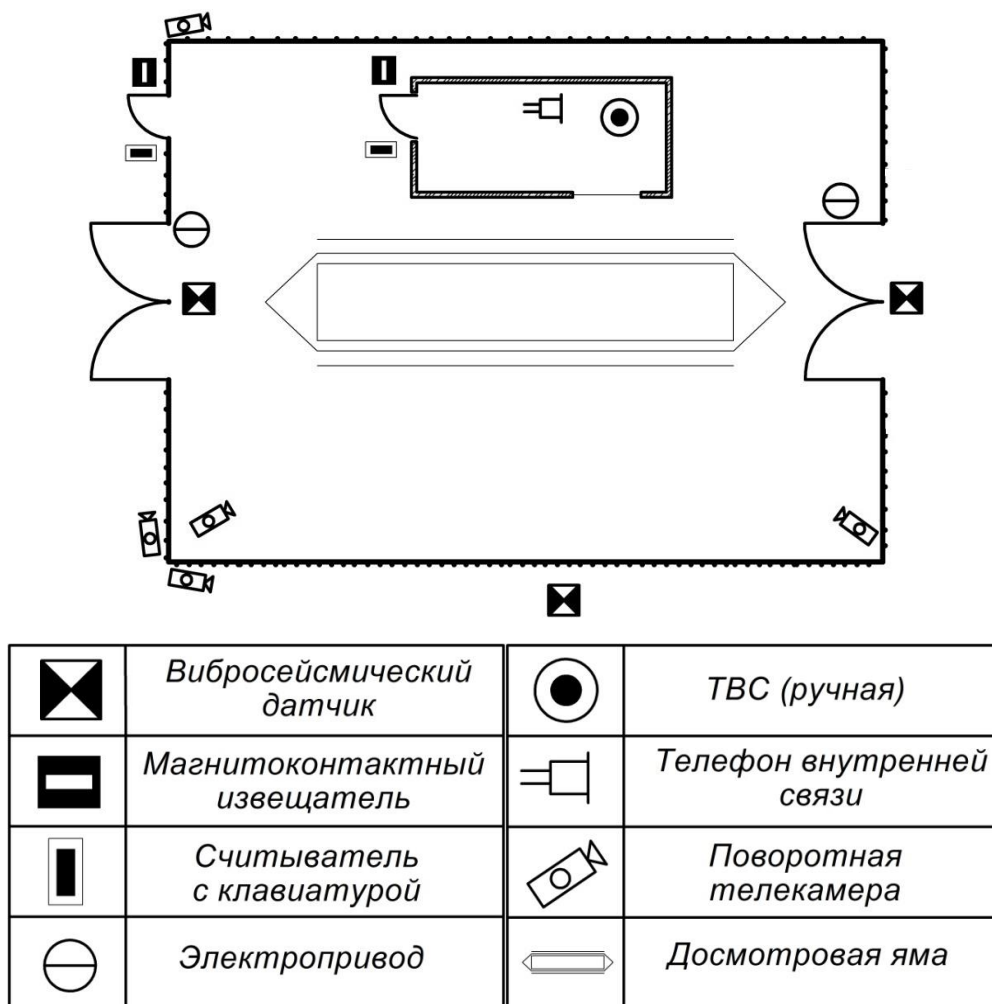
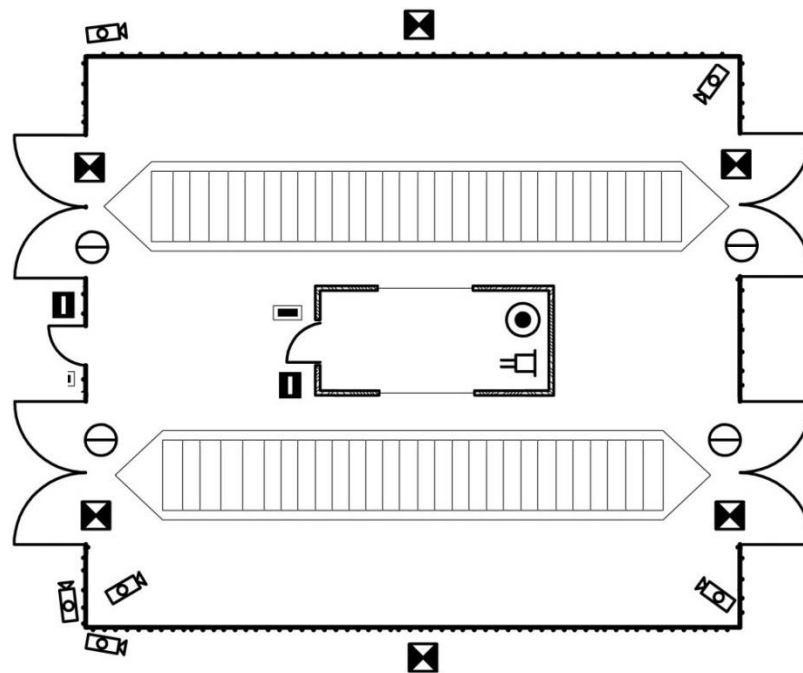


Рисунок 12 – Схема АКПП в ВЗ

Процедура заезда автомобиля осуществляется следующим образом: задним ходом автомобиль подъезжает к внешним воротам, которые автоматически открываются часовым, после того как автомобиль полностью

заехал на территорию КПП, ворота также автоматически закрываются. По периметру АКПП установлено железобетонное ограждение высотой 2,5 м. Ширина АКПП сделана с учетом отсутствия возможности автомобилю развернуться или выполнить иной сложный маневр. Также для этой цели организуется досмотровая яма со специальной направляющей колеей. Один из сотрудников осуществляет проверку документов водителя, другим осуществляется досмотр днища автомобиля с помощью досмотровой ямы, третий сотрудник со служебной собакой осуществляет визуальный осмотр транспортного средства и осуществляет проверку на наличие взрывчатых веществ. По завершению данных процедур часовой осуществляет открытие внутренних ворот, и автомобиль заезжает на территорию ЗЗ. Для контроля обстановки и идентификации номерного знака автомобиля на территории АКПП установлены камеры видеонаблюдения. Периметр АКПП также оборудуется средствами оптико-электронного наблюдения. Кабина часовой АКПП оборудуется пуленепробиваемым стеклом 4 класса защиты, тревожно-вызывной сигнализацией и телефоном внутренней связи. Согласно требованиям, указанным в руководящем документе РД 78.36.003-2002, ворота изготовлены из стальных листов толщиной 3 мм, усиленные дополнительными ребрами жесткости, высотой 2,5 м (3 класс прочности). Поскольку ворота оснащены электроприводом и дистанционным управлением, они оборудуются устройствами аварийной остановки и открытия вручную на случай неисправности [15].



	<i>Вибросейсмический датчик</i>		<i>ТВС (ручная)</i>
	<i>Магнитоконтактный извещатель</i>		<i>Телефон внутренней связи</i>
	<i>Считыватель с клавиатурой</i>		<i>Поворотная телекамера</i>
	<i>Электропривод</i>		<i>Досмотровая яма</i>

Рисунок 11 – Схема ЖДКПП в ВЗ

Процедура ЖД транспорта через ЖДКПП осуществляется следующим образом: когда первый вагон подъезжает к внешним воротам, они автоматически открываются часовым. После того, как первый вагон загнали внутрь, один из сотрудников осуществляется досмотр днища вагона с помощью досмотровой ямы, в то время, как третий сотрудник со служебной собакой осуществляет визуальный осмотр транспортного средства и осуществляет проверку на наличие взрывчатых веществ. По завершению данных процедур часовой осуществляет открытие внутренних ворот, вагон заезжает на территорию зоны объекта, в то время как сзади идущий вагон проходит идентичную проверку и досмотр. По прохождению всех вагонов через ЖДКПП, они направляются в реакторное здание к железнодорожному шлюзу.

3.2. Анализ спектрометрических характеристик исследуемого образца

Измерения неизвестного образца будут осуществляться с помощью спектрометрического тракта, описанного выше (подраздел 2.7).

3.2.1 Геометрия и время измерений

Для осуществления измерений была выбрана следующая геометрия (рисунок 7):

- расстояние «источник-детектор» - 0 см;
- расположение источника вертикальное, на оси, соединяющей геометрические центры детектора и источника.

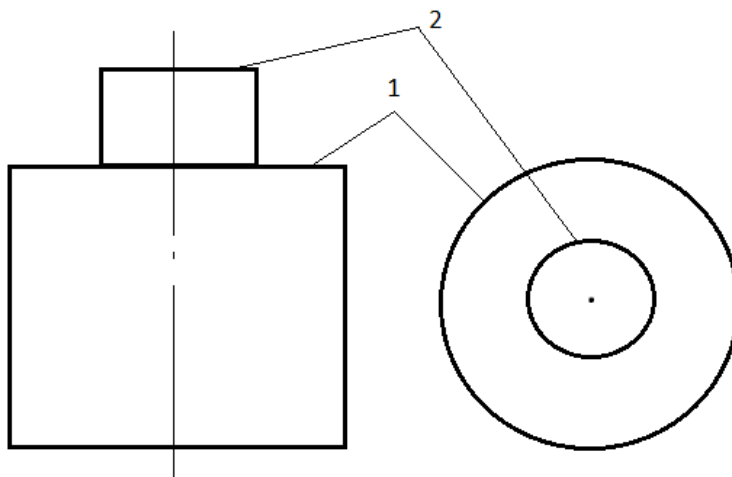


Рисунок 12 – Геометрия измерений (1 – детектор, 2 – источник)

3.2.2. Исходные данные

Уравнение калибровки по энергии:

$$E = -4,368 \cdot 10^{-3} \text{keV} + 2,58 \cdot 10^{-1} \text{Ch}$$

Уравнение калибровки по эффективности:

$$\text{Ln}(\text{Eff}) = -2,684 \cdot 10^2 + 1,699 \cdot 10^2 \cdot \text{ln}(E) - 3,989 \cdot 10^1 \cdot \text{ln}(E)^2 + 4,101 \cdot \text{ln}(E)^3 - 1,568 \cdot 10^{-1} \cdot \text{ln}(E)^4$$

Время измерения: 251с

3.2.3. Идентификация вида излучения, неизвестного образца.

Характеристика нуклидов, содержащихся в образце, как излучателей

Опираясь на исходные данные можно сделать вывод, что применяется гамма-излучение. В задании представлены уравнения калибровки по энергии и эффективности. Если бы было альфа-излучение, то эффективность была бы постоянной. Также имеем большое количество пиков, что говорит об использовании полупроводникового детектора, следовательно, гамма-излучение.

Для определения неизвестного образца и нуклидов, содержащихся в нем, были построены необходимые спектры, приведенные на рисунках 6 и 7. Данные спектры соответствуют U^{238} и U^{235} с характерными энергиями, приведенными в таблице 2.

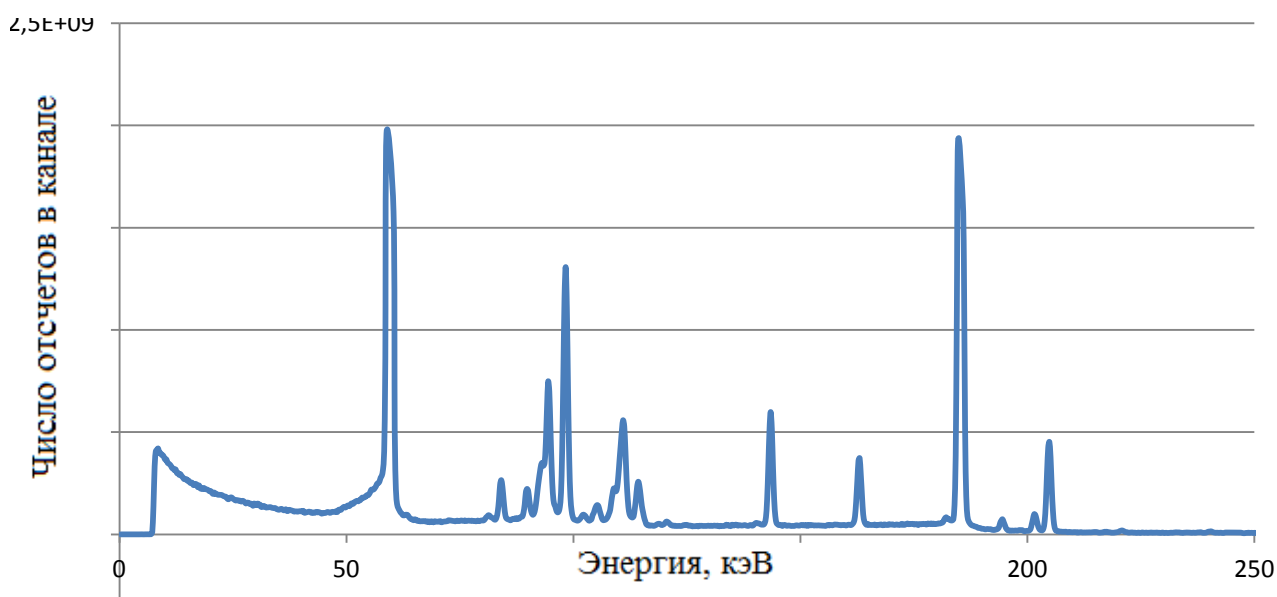


Рисунок 13 – Спектр неизвестного образца

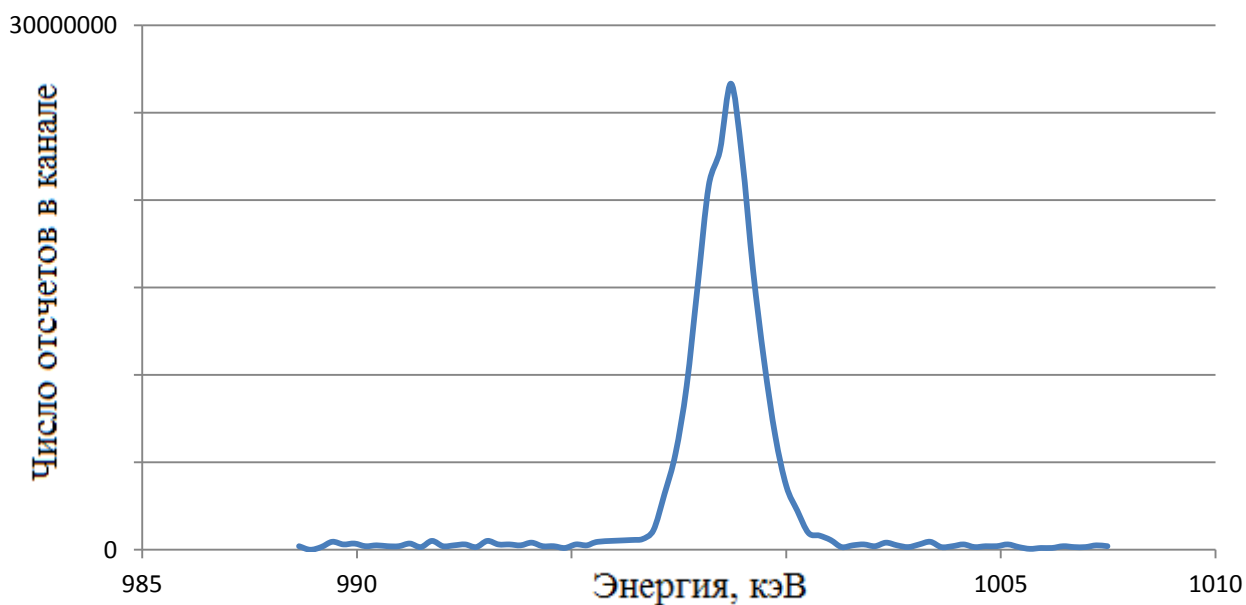


Рисунок – 14 Спектр неизвестного образца

3.3. Определение активности и изотопного состава образца

Таблица 3 – данные пика U-235

Центроида	143,4436
ПШПВ	1,032
площадь	3104067712
Среднее значение фона	43702940,9
площадь подложки	480732349,9
чистая площадь пика	2623335362
эффективность	0,215844593
Период полураспада	2,20752E+16
выход	0,105
Время,	251
Активность	461157863,9

Таблица 4 – данные пика U-235

Центроида	163,052
ПШПВ	1,032
площадь	2234034172
Среднее значение фона	48385981,94
площадь подложки	629017765,2
чистая площадь пика	1605016407
эффективность	0,217726547
Период полураспада	2,20752E+16
выход	0,047
Время,	251
Активность	624879838,5

Таблица 5 – данные пика U-235

Центроида	184,7236
ПШПВ	1,548
площадь	7626238568
Среднее значение фона	26613314,78
площадь подложки	452426351,2
чистая площадь пика	7173812217
эффективность	0,208521501
Период полураспада	2,20752E+16
выход	0,54
Время,	251
Активность	253823413,3

Таблица 6 – данные пика U-235

Центроида	201,4936
ПШПВ	1,29
площадь	596939986
Среднее значение фона	11101297,17
площадь подложки	155418160,3
чистая площадь пика	441521825,7
эффективность	0,197416819
Период полураспада	2,20752E+16
выход	0,01
Время,	251
Активность	891034058,8

Таблица 7 – данные пика U-235

Центроида	204,8476
ПШПВ	1,032
площадь	2293389111
Среднее значение фона	10819413,82
площадь подложки	162291207,3
чистая площадь пика	2131097904
эффективность	0,194990741
Период полураспада	2,20752E+16
выход	0,047
Время,	251
Активность	926441139,5

Таблица 8 – данные пика U-238

Центроида	764,4496
ПШПВ	1,29
площадь	88905957
Среднее значение фона	847158,6774
площадь подложки	14401697,52
чистая площадь пика	74504259,48
эффективность	0,04028998
Период полураспада	1,41E+17
выход	0,00294
Время,	251
Активность	2505895722

Таблица 9 – данные пика U-238

Центроида	998,7136
ПШПВ	1,548
площадь	170778377
Среднее значение фона	199994,4286
площадь подложки	4799866,286
чистая площадь пика	165978510,7
эффективность	0,031316437
Период полураспада	1,41E+17
выход	0,00837
Время,	251
Активность	2522785551

Значения энергий, активностей, масс и обогащение приведены в таблице

9. Данные рассчитаны по формулам:

$$A = \frac{S}{t \cdot \varepsilon \cdot \eta}, \text{ где}$$

S – площадь пика, число отсчетов;

t – время измерений, с;

ε – эффективность, доли;

η – выход линии, доли.

$$m = \frac{A \cdot \mu \cdot T_{1/2}}{\ln 2 \cdot N_A}, \text{ где}$$

A – активность, Бк;

μ – молярная масса, г/моль;

$T_{1/2}$ – период полураспада, с;

N_A – число Авогадро, моль⁻¹.

Обогащение рассчитываем по формуле:

$$\frac{m_5}{m_8 + m_5} = \frac{\mu_5 \cdot A_5}{N_A \cdot \lambda_5 \cdot (\mu_5 \cdot A_5 / N_A \cdot \lambda_5 + \mu_8 \cdot A_8 / N_A \cdot \lambda_8)} = 3,73 \%$$

Таблица 10 – Основные значения идентифицируемых элементов

Элемент	S	ε	E, кэВ	η , доли	T	A_{cp} , Бк	$T_{1/2}$, с	M_{cp} , кг
238	1,71E+08	0,031	998,198	0,00837	51	2,51E+09	1,41E+17	7
238	8,9E+07	0,04	764,45	0,00837				
235	3,1E+09	0,105	143,444	0,105	51	6,31E+08	2,22E+16	0,84
	2,2E+09	0,217	163,052	0,047				
	7,6E+09	0,208	184,724	0,54				
	6E+08	0,197	201,494	0,01				
	1,22E+09	0,194	204,589	0,047				

3.4. Категорирование образца в соответствии с НП 030-12

Категорирование проводится согласно НП 030-12, на основании полученной массы U^{235} и рассчитанного обогащения. Масса составляет 7,84 кг, обогащение 3,73 %. Следовательно ядерному материалу была присвоена категория 1.

4. Финансовый менеджмент

Для того чтобы рассчитать какое количество людей нужно для проведения разных видов работ на нашем объекте, необходимо определиться с видами необходимых работ и составить поэтапный план их проведения. В конечном итоге, были выбраны работы по установке комплекса инженерно-технических средств физической защиты. Ниже представлены этапы работ.

Таблица 11 – Этапы проведения работ

Этапы	Необходимые действия
Найм рабочей силы	- нахождение специализирующих организаций; - переговоры; - подписание договора с нанятой организацией
Установка КИТСФЗ	- проезд специалистов на объект; - монтаж оборудования
Проверка	- тестирование оборудования; - исправление неисправностей, при необходимости
Ввод в эксплуатацию	- оплата предоставленных услуг

После того, как были определены необходимые действия, определим очередность их выполнения путем составления графика этих мероприятий.

Таблица 12 – График мероприятий

этапы работ	Первая неделя	Вторая неделя	Третья неделя	Четвертая неделя	Пятая неделя
подписание договоров	+				
Поставки оборудования	+				
Монтаж	+	+			

Работа электриков		+	+	+	
Проверка оборудования				+	
Проверка на неисправности					+
Ввод в эксплуатацию					+

Далее нам необходимо определиться с количеством рабочих-специалистов, необходимых для установки КИТСФЗ. Данные приведены в таблице 3.

Таблица 13 – Специалисты по установке КИТСФЗ

	Работники	Количество
	Монтажники	10
	Электрики	10

Такое количество рабочих связано с большой площадью территории нашего объекта, а также количеством мест на объекте, где требуется установка КИТСФЗ. В противном случае, установка заняла бы больше времени, но общие выплаты за проделанную работу значительно не изменились.

В таблице 4 указана заработная плата каждого специалиста по установке с учетом отчислений в государственные внебюджетные фонды (27, %).

Таблица 14 – Зарботная плата специалистов по установке КИТСФЗ

№	Работники	Количество	Зарботная плата, руб	Выплаты, руб	Итого к оплате (З/п + отчисления), руб
1	монтажник	10	13000	130000	165100
2	Электрик	10	10000	100000	127000

В итоге, суммарные затраты на работников по установке составили 292100 рублей.

4.1 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 фактическим параметрам, так и по экономическим параметрам.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики комплексов;
- конкурентоспособность текущего комплекса;
- уровень завершенности (наличие макета, прототипа и т.п.);
- бюджет комплексов;
- уровень проникновения на рынок (доступность для установки);
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и

т.д.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты. Для этого отобраны несколько альтернативных конфигураций комплексов.

Таблица 15 – Оценочная карта для сравнения конкурентоспособности двух компаний, специализированных на монтаже оборудования (1 – ЗАО «МОНтаж», 2 – ЗАО «сэйфити»)

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		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	0,9	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

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i,$$

где K – конкурентоспособность технических решений или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

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

4.2 Затраты на оборудование и монтаж

В настоящее время в связи с возросшей опасностью возникновения террористических угроз и принятой федеральной целевой программой по развитию атомного энергопромышленного комплекса России, связанного с увеличением доли атомной энергетики в общем энергобалансе страны, возникает необходимость в оказании должного внимания вопросам безопасности. Поэтому на каждом ядерном объекте существует понятие оборудования по защите от несанкционированных действий. Выбор охранных систем разнообразен, но наиболее востребованными считаются комплексы видеонаблюдения, так как они обладают большими техническими возможностями и имеют приемлемую цену.

Стоимость всех элементов комплекса и вспомогательных материалов отображена в таблице 6

Таблица 16 – Расчет потребности в материалах, вспомогательных материалах

Наименование	Цена за единицу материалов, руб.	Кол-во материалов, ед.	Затраты на материалы, руб.
Коммутатор D-link DGS-1008P	4515,00	1	4515,00
Сетевая видеочамера фиксированная Axis P1344	37559,00	5	187795,00
Сетевая камера PTZ Axis Q6035-E	150372,00	3	451116,00
Ноутбук Sony VAIO	64560,00	3	193680,00
Сервер видеонаблюдения	50000,00	1	50000,00
Программное обеспечение	433899,00	1	433899,00
Расходные материалы	20000,00	1	20000,00
Кнопка ТВС	1000	2	2000
противотаранные ворота	500000	3	1500000
Предупредительный знак «СТОП»	1000	2	2000
Светофор	15000	5	75000
Замок электромагнитный	1900	5	9500
Магнитоконтактный извещатель	500	2	1000
Шлагбаум	183000	5	1098000
Итого:			4028505

Общие затраты составляют $4028505 + 292100 = 4320605$ рублей.

В соответствие с выделенными требованиями была подобрана компания ЗАО «МОНтаж» для установки КИТСФЗ.

Данная компания занимается проектированием, поставкой, монтажом, гарантийным, послегарантийным обслуживанием комплексных систем безопасности. Все работники данной компании являются высококвалифицированными специалистами и осуществляют монтаж видеонаблюдения и систем пожарной сигнализации. Все работы проводятся на самом высоком уровне, с учетом действующего законодательства РФ и нормативных актов специализированных ведомств. Поставки оборудования, последующее гарантийное и послегарантийное обслуживание, монтаж, возможны на объектах любой сложности. В процессе проектирования осуществляется жесткий отбор среди поставщиков материалов, оборудования и их комплектующих.

5. Социальная ответственность

В современном мире важным направлением по улучшению всех профилактических работ, направленных на снижение производственного травматизма и заболеваний, связанных с профессией, является повсеместное внедрение комплексной системы управления охраной труда, что подразумевает объединение разного рода мероприятий в одну систему целенаправленных действий на каждой стадии и каждом уровне производственного процесса.

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

Правила техники безопасности необходимы для исключения несчастных случаев, для создания безопасных условий труда работников, и важно, чтобы они выполнялись не только самими инженерно-техническими и другими работниками, но и руководством.

Опасным производственным фактором называется тот, который в определенный момент приведет к внезапному, резкому ухудшению здоровья или просто к травме.

Вредным фактором производства принято считать тот, воздействие которого, в определенных условиях, приводит к различным заболеваниям или трудностям в выполнении работы самим работником.

5.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов на атомной станции

Условия работы на производстве характеризуются опасными и вредными факторами, которые классифицируются на химические, психофизиологические, биологические и физические группы элементов. Основные элементы производственного процесса, которые формируют вредные и опасные факторы, представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	ФАКТОРЫ ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Анализ спектрометрических характеристик ЯМ в КТИ на ПЭВМ	Электромагнитное поле	Электрический ток	Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). СП 2.6.1.2523-09.

Анализ спектрометрически х характеристик ЯМ в КТИ на ПЭВМ			ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность
	Радиационное воздействие (СВЧ, УВЧ и т.д.)		СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к ПЭВМ и организация работы»

На инженера, работа которого тесно связана с компьютерной техникой, воздействуют такие факторы, как физические и психофизиологические.

К физическим относят влажность воздуха и температура, освещённость, шум, наличие излучения, статическое электричество, электромагнитное поле низкой чистоты.

Под психофизиологическими подразумеваются физические перегрузки (как динамические, так и статические), а также нервно-психические перегрузки, такие как монотонность труда, эмоциональные перегрузки и умственное перенапряжение.

5.2 Обоснование и разработка мероприятий по снижению уровней опасного и вредного воздействия и устранению их влияния при работе на ПЭВМ

5.2.1 Требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организация работы

Со стороны персонала всегда было важно соблюдение всех правил техники безопасности. Каждый член персонала обязан проходить инструктажи и обучение технике безопасности.

После соответствующего обучения каждый проходит проверку знаний правил техники безопасности, которая проводится квалификационной комиссией на рабочем месте. В результате, проверяемому выдается специальное удостоверение о его принадлежности к определенной квалификационной группе на основании его знаний, опыта работы и навыков.

Те лица, кто работает непосредственно с электроустановками, должны быть здоровыми, без болезней. Ведь они могут помешать во время самой работы. А медицинское освидетельствование устанавливает состояние каждого работника.

Правильная планировка места, где человек работает, подразумевает наличие на нем порядка в плане размещения средств и предметов труда, а также документации. То, что требуется для выполнения работ чаще должно располагаться в зоне легкой досягаемости рабочего пространства, как показано на рисунке 15.

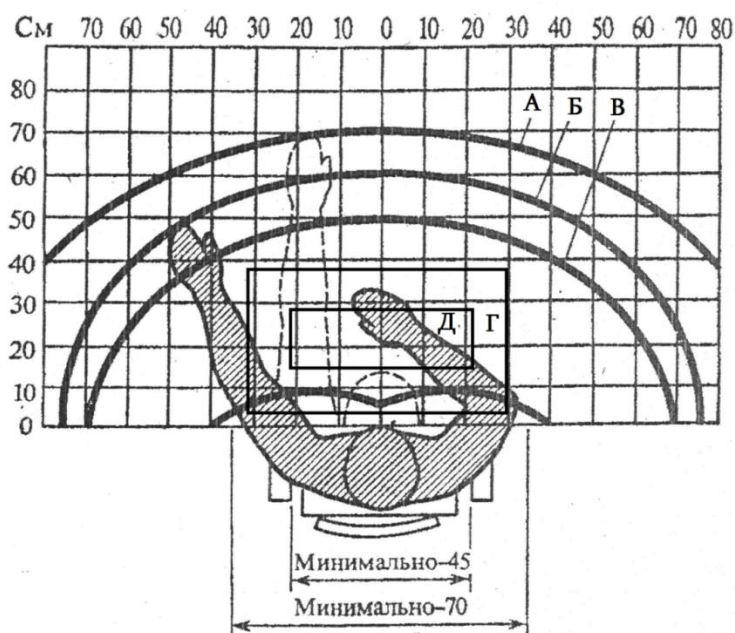


Рисунок 15 – Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости (А – зона максимальной досягаемости рук; Б – зона досягаемости пальцев при вытянутой руке; В – зона легкой досягаемости ладони; Г – оптимальное пространство для грубой ручной работы; Д – оптимальное пространство для тонкой ручной работы)

Оптимальным размещением считается такое размещение предметов, при котором дисплей и клавиатура находится напротив работника по центру его рабочей зоны в местах А и Д/Г, системный блок стоит слева от монитора в зоне Б, принтер стоит справа от монитора в зоне А, а различная литература и документы, необходимые для работы, находятся слева или справа в зоне легкой досягаемости ладони В или в выдвижных ящиках стола.

При проектировании письменного стола высота рабочей поверхности стола рекомендуется в пределах 680-800 мм, при этом клавиатуру рекомендуется располагать не выше 650 мм. Ширина стола не менее 700 мм, длина не менее 1400 мм. Необходимое пространство под столом следует делать не менее 600 мм в длину и не менее 500 мм в ширину. При этом глубина колен должна быть не менее 450 мм, а на уровне вытянутых ног – не менее 650 мм.

Рекомендуется высота сиденья над уровнем пола 420-550 мм. Конструкция рабочего кресла должна обеспечивать максимальный комфорт во время работы.

Монитор следует располагать на уровне глаз оператора на расстоянии 500-600 мм, при этом он должен быть легко регулируемым.

Удобным расположением клавиатуры считается на поверхности стола с расстоянием 100-300 мм от края.

В случаях однообразной интеллектуальной работы рекомендуется выбирать неяркие, малоконтрастные цветочные оттенки, которые не рассеивают внимание (малонасыщенные оттенки холодного зеленого или голубого цветов). А при интенсивной умственной или физической работе следует поменять оттенки цветов на тёплые, так как они пробуждают активность внутри человека.

5.2.2. безопасные условия работы

Основные параметры, характеризующие условия труда это: микроклимат, шум, вибрация, электромагнитное поле, излучение, освещённость.

Воздух рабочей зоны (микроклимат) производственных помещений определяют следующие параметры: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха. Оптимальные и допустимые значения характеристик микроклимата приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Оптимальные и допустимые параметры микроклимата

Период года	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный и переходный	23-25	40-60	0,1
Тёплый	23-25	40	0,1

К мероприятиям по оздоровлению воздушной среды в производственном помещении относятся: правильная организация вентиляции и кондиционирования воздуха, отопление помещений. Вентиляция может осуществляться естественным и механическим путём. В помещении должны подаваться следующие объёмы наружного воздуха: при объёме помещения до 20 м³ на человека – не менее 30 м³ в час на человека; при объёме помещения более 40 м³ на человека и отсутствии выделения вредных веществ допускается естественная вентиляция.

Система отопления должна обеспечивать достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В помещениях с повышенными требованиями к чистоте воздуха должно использоваться водяное отопление. Параметры микроклимата в используемой лаборатории регулируются системой центрального отопления, и имеют следующие значения: влажность – 40%, скорость движения воздуха – 0,1 м/с, температура летом от 20 до 25 °С, зимой – от 13 до 15 °С. В лаборатории осуществляется естественная вентиляция. Воздух поступает и удаляется через щели, окна, двери. Основной недостаток такой

вентиляции в том, что приточный воздух поступает в помещение без предварительной очистки и нагревания.

Шум и вибрация ухудшают условия труда, оказывают вредное воздействие на организм человека, а именно, на органы слуха и на весь организм через центральную нервную систему. В результате этого ослабляется внимание, ухудшается память, снижается реакция, увеличивается число ошибок при работе. Шум может создаваться работающим оборудованием, установками кондиционирования воздуха, осветительными приборами дневного света, а также проникать извне. При выполнении работы на ПЭВМ уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБ.

Экран и системные блоки производят электромагнитное излучение. Основная его часть происходит от системного блока и видео-кабеля. Согласно напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см вокруг экрана по электрической составляющей должна быть не более:

- в диапазоне частот 5Гц-2кГц – 25В/м;
- в диапазоне частот 2кГц-400кГц – 2,5В/м.

Плотность магнитного потока должна быть не более:

- в диапазоне частот 5Гц-2кГц – 250нТл;
- в диапазоне частот 2кГц-400кГц – 25нТл.

Существуют следующие способы защиты от ЭМП:

- увеличение расстояния от источника (экран должен находиться на расстоянии не менее 50 см от пользователя);
- применение приэкранных фильтров, специальных экранов и других средств индивидуальной защиты.

При работе с компьютером источником ионизирующего излучения является дисплей. Под влиянием ионизирующего излучения в организме может происходить нарушение нормальной свертываемости крови, увеличение хрупкости кровеносных сосудов, снижение иммунитета и др. Доза облучения при расстоянии до дисплея 20 см составляет 50 мкбэр/час. Конструкция ЭВМ

должна обеспечивать мощность экспозиционной дозы рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от экрана не более $7,7 \cdot 10$ А/кг, что соответствует эквивалентной дозе, равной 100 мкР/час.

Утомляемость органов зрения может быть связана как с недостаточной освещенностью, так и с чрезмерной освещенностью, а также с неправильным направлением света.

5.3. Электробезопасность

В зависимости от условий в помещении опасность поражения человека электрическим током увеличивается или уменьшается. Не следует работать с ЭВМ в условиях повышенной влажности (относительная влажность воздуха длительно превышает 75%), высокой температуры (более 35°C), наличии токопроводящей пыли, токопроводящих полов и возможности одновременного прикосновения к имеющим соединение с землёй металлическим элементам и металлическим корпусом электрооборудования. Оператор ЭВМ работает с электроприборами: компьютером (дисплей, системный блок и т.д.) и периферийными устройствами.

Мероприятия по обеспечению электробезопасности электроустановок:

1. Отключение напряжения с токоведущих частей, на которых или вблизи которых будет проводиться работа, и принятие мер по обеспечению невозможности подачи напряжения к месту работы;
2. вывешивание плакатов, указывающих место работы;
3. заземление корпусов всех установок через нулевой провод;
4. покрытие металлических поверхностей инструментов надежной изоляцией;
5. недоступность токоведущих частей аппаратуры (заклочение в корпуса электропоражающих элементов, заклочение в корпус токоведущих частей).

5.4. Пожарная и взрывная безопасность

В зависимости от характеристики используемых в производстве веществ и их количества, по пожарной и взрывной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В, Г, Д. Так как помещение по степени пожаровзрывоопасности относится к категории В, т.е. к помещениям с твердыми сгорающими веществами, необходимо предусмотреть ряд профилактических мероприятий.

Возможные причины воспорания:

- неисправность токоведущих частей установок;
- работа с открытой электроаппаратурой;
- короткие замыкания в блоке питания;
- несоблюдение правил пожарной безопасности;
- наличие горючих компонентов: документы, двери, столы, изоляция кабелей и т.п.

Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на: организационные, технические, эксплуатационные и режимные.

Организационные мероприятия предусматривают правильную эксплуатацию оборудования, правильное содержание зданий и территорий, противопожарный инструктаж рабочих и служащих, обучение производственного персонала правилам противопожарной безопасности, издание инструкций, плакатов, наличие плана эвакуации.

При возникновении аварийной ситуации необходимо:

- Сообщить руководству (дежурному).
- Позвонить в соответствующую аварийную службу или МЧС – тел. 112.
- Принять меры по ликвидации аварии в соответствии с инструкцией.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был осуществлен анализ нормативно-правовых документов по вопросам организации и функционирования систем физической защиты и систем учета и контроля ядерным материалов на ядерном объекте.

В рамках поставленной задачи было осуществлено концептуальное проектирование системы физической защиты на ядерном объекте, а именно оснащение комплексом инженерно-технических средств защищенной и внутренних зон атомной станции с реактором БН-600. Были выбраны элементы систем физической защиты и проанализировано их назначение.

В соответствии с целями данной работы был произведен анализ спектрометрических характеристик неизвестного образца ядерного материала с помощью методов пассивного неразрушающего анализа. В соответствии с данными методиками был определен изотопный состав исследуемого образца, а также его обогащение – смесь изотопов U^{235} и U^{238} обогащения 3,73 % по U^{235} .

В ходе выполнения работы были выявлены вредные факторы, а также предложены мероприятия по снижению вредного воздействия.

Была осуществлены подсчеты общей себестоимости ИТССФЗ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, которая составила 2422540 руб.

Список литературы

1. World Nuclear Association [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.world-nuclear.org>, свободный. – Загл. с экрана.
2. Бондарев П.В., Измайлов А.В., Погожин Н.С., Толстой А.И. Физическая защита ядерных объектов. Учебник для высших учебных заведений / Под ред. Н.С. Погожина. М.: Московский инженерно-физический институт, 2004. – 489 с.
3. Постановление Правительства РФ от 19.07.2007 N 456 (ред. от 14.03.2014) «Об утверждении Правил физической защиты ядерных материалов, ядерных установок и пунктов хранения ядерных материалов».
4. Федеральные нормы и правила от 27.12.2007 НП-083-07 «Требования к системам физической защиты ядерных материалов, ядерных установок и пунктов хранения ядерных материалов».
5. Волхонский В.В., Жежерин А.В., Нефедов В.Г. Централизованные системы охранной сигнализации: Учеб. Пособие / ГААП. СПб., 1995, 123 с.
6. Линев Н.В., Никитин А.А., Климов А.В. Раннее обнаружение несанкционированного проникновения // Системы безопасности. М., 1999. № 27. С. 24.
7. Технические средства охраны: Словарь основных терминов и определений. М., 1998.
8. Волхонский В.В. Извещатели охранной сигнализации. 4-е изд., доп. и перераб. СПб.: Экополис и культура, 2004. 272 с.
9. Федеральные нормы и правила от 17.04.2012 НП-030-12 «Основные правила учета и контроля ядерных материалов».
10. Panda: Пассивный неразрушающий анализ ядерных материалов. Справочник/Под ред. Дугласа Райлли, Норберта Энслина, Хэйстингса Смита и Крайнера С. Перевод с английского, ВНИИА, 2007.

11. Постановление правительства РФ от 06.05.2008 N 352 (ред. от 04.02.2011) «Об утверждении Положения о системе государственного учета и контроля ядерных материалов».

12. Степанов Б.П., Годовых А.В. Основы проектирования систем физической защиты ядерных объектов: учебное пособие // Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во: Томского политехнического университета, 2009. – 118 с.

13. «Системы физической защиты. Методические рекомендации по проведению анализа уязвимости ядерно-опасных объектов» от 22.09.2000.

14. Официальный русскоязычный сайт производителя Canberra [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.canberra.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

15. Руководящий документ от 06.11.2002 РД 78.36-003-2002 «Инженерно-техническая укрепленность. Технические средства охраны. Требования и нормы проектирования по защите объектов от преступных посягательств».

16. Руководящий документ от 15.04.2010 РД 78.36-002-99 «Технические средства систем безопасности объектов. Обозначения условные графические элементов технических средств охраны, систем контроля и управления доступом, систем охранного телевидения».

17. Федеральный закон от 17.07.1999 ФЗ № 181-ФЗ «Об основах охраны труда».

18. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы от 03.06.03 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к ПЭВМ и организации работы».

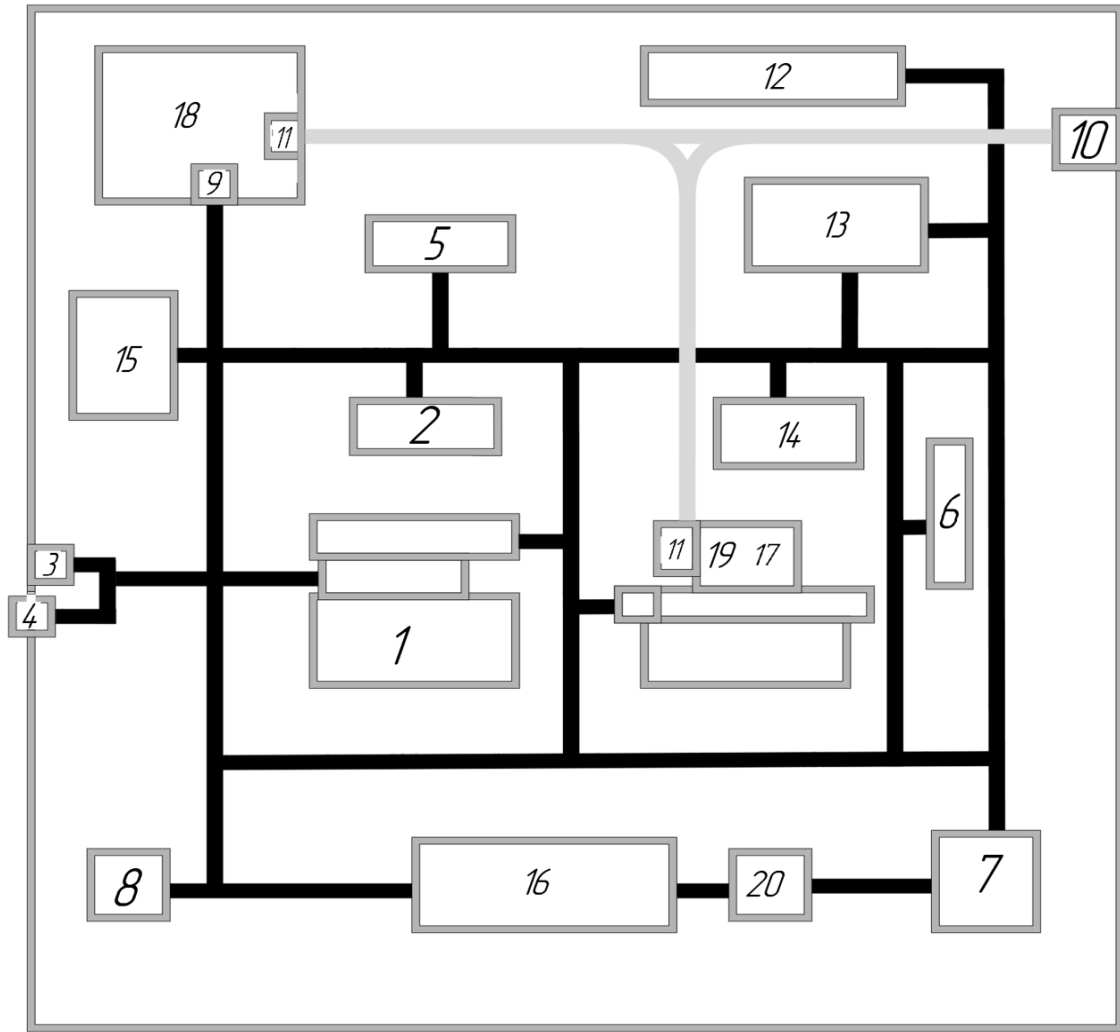
19. Санитарные правила и нормативы от 07.07.2009 СанПин 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)».

20. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации от 30.06.2003 ППБ 01-03.

21. Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Методы поиска новых идей и решений "Методы менеджмента качества" №1 2003 г.
22. Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Функционально-стоимостный анализ. Экскурс в историю. "Методы менеджмента качества" №7 2002 г.
23. Основы функционально-стоимостного анализа: Учебное пособие / Под ред. М.Г. Карпунина и Б.И. Майданчика. - М.: Энергия, 1980. - 175 с.
24. Скворцов Ю.В. Организационно-экономические вопросы в дипломном проектировании: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2006. – 399 с.
25. Энциклопедия знаний Исследование поведения топлива – Часть 1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pandia.org>.

Перв. примен.

Справ. №



1	Административное здание	11	Железнодорожный шлюз
2	Административное помещение	12	Цех №1
3	АКПП в 33	13	Цех №2
4	ЛКПП в 33	14	Цех №3
5	Здание 1	15	Караульное помещение
6	Здание 2	16	Подстанция
7	Здание 3	17	Энергоблок БН-600
8	Здание 4	18	ПХ ОЯТ
9	ЛКПП в ВЗ	19	ПХ свежего топлива
10	ЖДКПП в 33	20	ЦПУ

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Смирнов Р.С.		
Пров.		Степанов Б.П.		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

Приложение 1

Лит.	Масса	Масштаб
Лист 1	Листов 3	

Перв. примен.

Справ. №

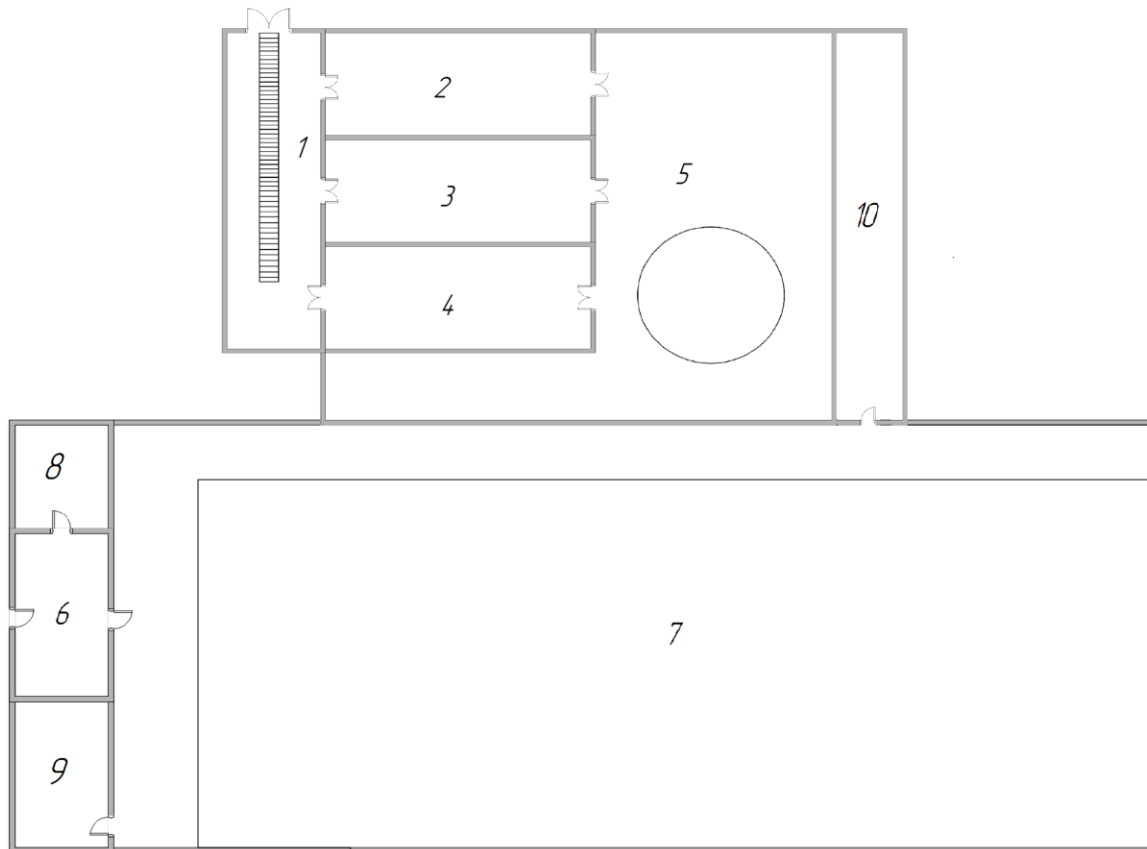
Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



1	Железнодорожный шлюз	6	ЛКПП в ВЗ
2	ЗБМ 1 (ПХ свежего топлива 1)	7	Парогенераторное отделение
3	ЗБМ 2 (ПХ свежего топлива 2)	8	служебное помещение 1
4	ЗБВ	9	служебное помещение 2
5	реакторное отделение	10	Центральный пункт управления

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Смирнов Р.С.		
Пров.		Степанов Б.П.		
Т.контр.				
Н.контр.				

Приложение 2

Лит.	Масса	Масштаб
Лист 2		Листов 3