

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

Институт Физико-технический

Направление подготовки 14.04.02 Ядерные физика и технологии

Кафедра Физико-энергетические установки

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Формирование требований к безопасному использованию ядерных и радиоактивных материалов при эксплуатации атомной станции.

УДК: 621.039.58: 621.311.25: 621.039.53./54

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0АМ5Б	Тшикеди Годфри Тумело		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. МЕН ИСГТ	Верховская М.В.	К. ЭКОН. 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	Долматов О.Ю.	К.ф.-м.н.		

Томск – 2017 г.

Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять глубокие, математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для теоретических и экспериментальных исследований в области использования ядерной энергии, ядерных материалов, систем учета, контроля и физической защиты ядерных материалов, технологий радиационной безопасности, медицинской физики и ядерной медицины, изотопных технологий и материалов в профессиональной деятельности.
P2	Ставить и решать инновационные инженерно-физические задачи, реализовывать проекты в области использования ядерной энергии, ядерных материалов, систем учета, контроля и физической защиты ядерных материалов, технологий радиационной безопасности, медицинской физики и ядерной медицины, изотопных технологий и материалов.
P3	Создавать теоретические, физические и математические модели, описывающие конденсированное состояние вещества, распространение и взаимодействие ионизирующих излучений с веществом и живой материей, физику кинетических явлений, процессы в реакторах, ускорителях, процессы и механизмы переноса радиоактивности в окружающей среде.
P4	Разрабатывать новые алгоритмы и методы: расчета современных физических установок и устройств; исследования изотопных технологий и материалов; измерения характеристик полей ионизирующих излучений; оценки количественных характеристик ядерных материалов; измерения радиоактивности объектов окружающей среды; исследований в радиоэкологии, медицинской физике и ядерной медицине.
P5	Оценивать перспективы развития ядерной отрасли, медицины, анализировать радиационные риски и сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать меры по снижению рисков и обеспечению ядерной и радиационной безопасности руководствуясь законами и нормативными документами, составлять экспертное заключение.
P6	Проектировать и организовывать инновационный бизнес, разрабатывать и внедрять новые виды продукции и технологий, формировать эффективную стратегию и активную политику риск-менеджмента на предприятии, применять методы оценки качества и результативности труда персонала, применять знание основных положений патентного законодательства и авторского права Российской Федерации.
<i>Общекультурные компетенции</i>	
P7	Демонстрировать глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов инновационной профессиональной деятельности.
P8	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

P9	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать результаты профессиональной деятельности.
P10	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.

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

Институт Физико-технический

Направление подготовки 14.04.02 Ядерные физика и технологии

Кафедра Физико-энергетические установки

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой ФЭУ

_____ Долматов О.Ю.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
0AM5B	Тшикеди Годфри Тумело

Тема работы:

Формирование требований к безопасному использованию ядерных и радиоактивных материалов при эксплуатации атомной станции.	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	16.02.17 №959/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	08.06.2017
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	– нормативно-техническая документация – научно-технические источники
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	– проведение анализа развития ядерной программы ЮАР на примере эксплуатации АЭС; – выделение требований по обеспечению безопасности при эксплуатации АЭС; – Вопросы обеспечения безопасности при продлении сроков эксплуатации АЭС и при выводе из эксплуатации ядерной энергетической

	установки; – формирование условий для продления сроков эксплуатации АЭС и при выводе из эксплуатации ядерной энергетической установки; – разработка рекомендаций.
Перечень графического материала	Чертёж формат
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Верховская М.В.
Социальная ответственность.	Гоголева Т. С
Иностранный язык	Панамарёва А. Н.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	13.03.2017
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ФЭУ ФТИ	Степанов Б. П.	к.т.н.		13.03.2017

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0АМ5Б	Тшикеди Годфри Тумело		13.03.2017

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

Студенту:

Группа	ФИО
0AM5B	Тшикеди Годфри Тумело

Институт	Физико-технический	Кафедра	ФЭУ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	14.04.02 Ядерные физика и технологии/ Ядерно-технический контроль и регулирование

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Оценочная карта конкурентных технических решений
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	SWOT-анализ Календарный план-график реализации проекта
3. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности научного исследования	Определение ресурсоэффективности проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Оценочная карта конкурентных технических решений
2. Матрица SWOT
3. Календарный план проекта
4. Бюджет проекта
5. Определение ресурсоэффективности проекта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	13.03.17
--	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. МЕН ИСГТ	Верховская М.В.	к. экон. н.		13.03.17

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0AM5Б	Тшикеди Годфри Тумело		13.03.17

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
0AM5B	Тшикеди Годфри Тумело

Институт	Физико-технический	Кафедра	ФЭУ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	14.04.02 Ядерные физика и технологии/ Ядерно-технический контроль и регулирование

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:	– вредных факторов производственной среды (микроклимат, освещение, шумы, электромагнитные поля, ионизирующее излучение); – опасных факторов производственной среды (электрической, пожарной и взрывной природы).
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	– электробезопасность; – пожаробезопасность; – требования охраны труда при работе на ПЭВМ.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:	– воздействие на организм человека; – приведение допустимых норм; – предлагаемые средства защиты.
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности:	– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

10.04.17

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ПФ ФТИ	Гоголева Т.С.	к.ф.-м.н.		10.04.17

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0AM5B	Тшикеди Годфри Тумело		10.04.17

Реферат

Выпускная квалификационная работа 136 с., 10 рисунок, 16 таблицы, 2 схемы, 35 источников,

Ключевые слова: Радиоактивные отходы, обращение с радиоактивными отходами, атомная электростанция, ядерная энергетическая, классификация отходов, срок службы АЭС, вывод из эксплуатации, радиационная безопасность, период полураспада, хранение, захоронение, дезактивация, демонтаж, защита людей и охрана окружающей среды, переработка радиоактивных отходов.

Объектом исследования являются процессы формирование требований к обеспечению безопасности при эксплуатации атомной станции.

Целью дипломной работы— разработка требований для безопасного обращения с ядерными и радиоактивными материалами при эксплуатации атомных электростанций.

В процессе исследования были изучены и сопоставлены документы Российской Федерации и МАГАТЭ, законодательство и нормативные документы Южной Африки. Выделены принципы обращения с радиоактивными отходами, их классификация, а также процессы утилизации.

Процесс вывода из эксплуатации после эксплуатации атомных электростанций и всех систем управления, чтобы иметь дело с радиоактивными отходами и передачей участка для реконструкции и повторного использования.

Сокращения

АЭС— Атомная электрическая станция

ЮАР— Южная Африканский Республика

РАО— Радиоактивные отходов

NECSA— Nuclear Energy Corporation of South Africa

NNR— National Nuclear Regulatory

ALARA— As Low As Reasonably Achievable

PWRs— Pressurized water reactors

BWR— Boiling water reactor

ОКЖО— Очень короткоживущие отходы

ОО— Освобожденные отходы

ОНАО— Очень низко-активные отходы

НАО— Низко-активные отходы

САО— Средне-активные отходы

ВАО— Высоко-активные отходы

РВ— Радиационные вещества

ДНЯО— Договора о нераспространении ядерного оружия

Оглавление

Введение.....	12
1. Ядерная энергетика в Южной Африке	15
1.2. Нормативные правовые основы ядерной деятельности в ЮАР	20
1.2. Эксплуатация АЭС (Koeberg)	28
2. Обеспечение безопасной эксплуатации АЭС	35
2.1. Выделение и описание основных этапов обращения с РВ и РАО	35
2.2. Классификация радиоактивных отходов.....	38
2.3. Радиоактивные отходы.....	42
3. Формирование условий для продления сроков эксплуатации АЭС, при выводе из эксплуатации ядерной энергетической установки	56
3.1. Продление срока эксплуатации АЭС	56
3.1. Выделение особенностей образования РАО при выводе из эксплуатации ядерной установки	64
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	79
4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования	79
4.1.2. SWOT-анализ	80
4.2. Планирование управления научно-техническим проектом	85
4.2.1. Иерархическая структура работ проекта.....	85
4.2.2. Планирование этапов и работ по выполнению НИР	86
4.2.3. Контрольные события проекта	87
4.3. Бюджет научного исследования	88
4.3.1. Основная заработная плата исполнителей темы.....	90
4.3.3. Отчисления во внебюджетные фонды.....	94
4.3.4. Накладные расходы	94
4.3.5. Формирование бюджета затрат исследовательского проекта.....	95

4.4.	Организационная структура проекта.....	96
4.5.	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	96
5.	Социальная ответственность.....	101
5.1.	Производственная и экологическая безопасность при разработке и анализе по требованию к безопасному обращения с РВ и РАО	101
5.2.	Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	102
5.3.	Обоснование и разработка мероприятий по снижению уровней опасного и вредного воздействия и устранению их влияния на работающих	104
5.3.1.	Организационные мероприятия	104
5.3.2.	Технические мероприятия.....	104
5.3.3.	Условия безопасной работы.....	107
5.3.	Электробезопасность	109
5.4.	Пожарная и взрывная безопасность	111
	Заключение.....	114
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	115
	Приложение Б	120

Введение

Ядерный энергетический сектор Южной Африки зарекомендовал себя как эффективный и надежный источник энергии с его вкладом в энергосистему страны. Хорошо документированные положения и законы, которые были введены в действие для обеспечения ядерной энергии для обеспечения безопасной эксплуатации атомных электростанций и других ядерных объектов в областях образования, исследований, сельского хозяйства, медицины и промышленности. Эти правила гарантируют безопасное обращение с ядерными материалами и управление ими на всех ядерных объектах.

Нормативы и законы, предусмотренные Правительством и регулирующим органом, охватывают все этапы ядерной энергетики от добычи и переработки до последней части утилизации радиоактивных отходов. Выделение радиоактивных отходов во время эксплуатации АЭС вызывает озабоченность, если нет надлежащего или адекватного законодательства, регулирующего обращение с радиоактивными отходами в результате эксплуатационных процессов. Принципы безопасного обращения с радиоактивными отходами, предусмотренные МАГАТЭ в процессе образования отходов в ядерном топливном цикле, должны осуществляться в любое время.

Этим законам необходимо регулировать как процессы продления срока службы, так и снятие с эксплуатации атомной электростанции, а также обеспечить управление объектом после его очистки для повторного использования и повторного использования. Правительство приняло закон о создании учреждения, которое будет заниматься захоронением отходов низкого уровня и другими вопросами, связанными с захоронением отходов, в то время как радиоактивные отходы все еще находятся в ведении Necsa в обеспечении

надлежащей классификации отходов, Обработаны, отделены, упакованы и транспортированы в установки для захоронения.

Национальный орган по регулированию ядерной энергетики в Южной Африке контролирует каждое мероприятие на всех объектах, обеспечивая соблюдение стандартов и правил в соответствии с международными стандартами. В Южной Африке существует только одна атомная электростанция (Koeberg), и через несколько лет она приблизится к расчетному сроку службы. Поэтому важно ввести в действие планы по выводу из эксплуатации объекта в то время, когда продолжаются долгосрочные работы.

Было подсчитано, что продление срока службы станции составит 20 лет, что увеличит предполагаемый срок службы на 40 лет и с истечением тех лет первоначального проектирования менее 10 лет. Необходимо ввести требования, которые обеспечат безопасный переход от конца жизни к продлению эксплуатации АЭС и, в конечном счете, к процессу вывода из эксплуатации. Требования к управлению безопасностью будут выполняться даже после того, как программа будет объявлена для повторной разработки и повторного использования, чтобы обеспечить защиту здоровья людей и окружающей среды в соответствии со стандартами МАГАТЭ.

Целью дипломной работы является разработка требований для безопасного обращения с ядерными и радиоактивными материалами при эксплуатации атомных электростанций.

Задачи, решаемые при выполнении работы:

1. проведение анализа развития ядерной программы ЮАР на примере эксплуатации АЭС;
2. выделение требований по обеспечению безопасности при эксплуатации АЭС;

3. формирование условий для продления сроков эксплуатации АЭС и при выводе из эксплуатации ядерной энергетической установки.

1. Ядерная энергетика в Южной Африке

Ядерная энергетика в Южной Африке стала важной дискуссией в последнее время, в связи с растущим спросом на альтернативную энергию из высокопоставленной угольной энергетике. В последнее время в стране произошел энергетический кризис, когда многие корпорации и домохозяйства были подвергнуты отключению электроэнергии и сбросу нагрузки из-за низкого предложения электроэнергии, которая возлагала на потребителей чрезмерное бремя и повышение цен.

В Южной Африке существует атомная электростанция в Koeberg в Западной Капской провинции, которая работает с 1984 года. Первоначально электростанция была рассчитана на эксплуатацию до 40 лет, но Южная Африка хочет продлить срок эксплуатации еще на 20 лет. Мощность, получаемая из угля, является доминирующей по сравнению с другими технологиями, но это оказывает негативное воздействие на окружающую среду из-за выбросов газа CO_2 . Это воздействие подняло вопрос о том, что альтернативные источники энергии и ядерная энергия являются одним из вариантов, которые рассматриваются [1].

Ядерная энергия в Южной Африке составляет всего 1840 мегаватт электроэнергии по сравнению с 38000 мегаватт энергоснабжения в угольном секторе. Атомная электростанция Koeberg работает с двумя французскими проектными реакторами, которые работают уже более 30 лет. Электростанция приходит к 40-летнему сроку службы менее чем за 10 лет, и страна должна быть на следующем этапе планирования, который должен быть сделан после того, как первоначальный план проекта подходит к концу.

Политика, которая будет принята, будет иметь решающее значение для планирования будущих технологий, которые будут использоваться после

эксплуатации атомной электростанции Koeberg. Один из запланированных маршрутов - продление срока службы станции на всю жизнь еще на 20 лет. Однако при этом нельзя исключить проблему снятия с эксплуатации атомной электростанции, поскольку в какой-то момент АЭС достигнет своей конечной точки и ее необходимо будет полностью отключить.



Рисунок 1 – АЭС Koeberg в Западной Капской провинции, Южная Африка

Затем основное внимание будет уделено тому, что произойдет с заводом и местом после остановки. Причины, данные большинством организаций, которые выступают против существования ядерной энергии и расширения ядерной энергетики в Южной Африке, представляют собой серьезную озабоченность по поводу безопасности здоровья человека и окружающей среды

не только во время эксплуатации завода, но и после закрытия завода. И, кроме того, связанные с радиоактивными отходами, образующимися в течение жизненного цикла и после отключения.

Главным преимуществом ядерной энергии по сравнению с другими секторами энергетики является аспект безопасности, это самый важный аспект ядерной энергии больше, чем что-либо другое. Необходимо информировать и убеждать все заинтересованные стороны, включая нацию в целом, что ядерная энергия - это безопасный и надежный способ производства электроэнергии, а также обеспечить безопасное обращение с радиоактивными материалами и обращение с радиоактивными отходами на протяжении всего жизненного цикла. Атомные электростанции, захоронение радиоактивных отходов и вывод из эксплуатации атомных электростанций и очистка площадки для ядерных или неядерных целей с требованиями МАГАТЭ и других международных стандартов, все эти процессы будут надлежащим образом управляться.

Инфраструктура масштаба атомной электростанции должна быть понятной и играть четкую роль для всех заинтересованных сторон, включая:

- Правительство;
- правительственные организации и учреждения частного сектора;
- развитие людских ресурсов,
- готовность к чрезвычайным ситуациям,
- обеспечение соблюдения и соблюдение,
- обращение с радиоактивными отходами, участие общественности и другой заинтересованной стороной,
- обеспеченные ресурсы и независимый регулирующий орган, а также достаточное финансирование.

Вопрос об инфраструктуре для ядерной энергетической программы – это система, которая обеспечивает правовую, нормативную, технологическую, гуманитарную и промышленную поддержку для обеспечения эффективности ядерной энергетической программы и обеспечения выполнения обязательств по безопасности, безопасности и гарантиям [2].

Должен быть представлен подробный и надлежащий план того, как безопасно будет осуществляться процесс вывода из эксплуатации существующей атомной электростанции в Южной Африке. Это даст стране столь необходимую уверенность в том, что она движется к созданию большего количества атомных электростанций, поскольку это покажет, что ядерный энергетический сектор способен безопасно эксплуатировать атомные электростанции на всех этапах эксплуатации. Должен быть представлен подробный и надлежащий план того, как безопасно будет осуществляться процесс вывода из эксплуатации существующей атомной электростанции в Южной Африке. Убеждение в том, что страна обладает необходимыми навыками и способностями и может безопасно управлять радиоактивными отходами во всех их формах и уровнях. Это будет гарантией того, что страна обладает необходимыми навыками и потенциалом и может безопасно управлять радиоактивными отходами во всех их формах и уровнях. Безопасное осуществление процесса вывода из эксплуатации атомных электростанций после отключения и передачи его регуляторам без каких-либо негативных последствий для будущих поколений. В последние годы потребление первичной энергии в Южной Африке происходило из угля с 70%, нефти – 20%, природного газа – 3%, ядерной энергии – 3% и возобновляемой энергии – чуть меньше 1%. Вышеуказанные проценты показывают, насколько угольный сектор. Все еще имеет высокий расход энергии, в то время как другие энергетические сектора

имеют низкую потребительскую стоимость. Следующая таблица 1 и схема 1 показывает потребление энергии в Южной Африке в различных секторах.

Тип энергетики	Потребление первичной энергии в Южной Африке
Каменный уголь	72%
Нефть	21%
Ядерная энергия	4%
Возобновляемая энергия	3%

Таблица 1— Потребление первичной энергии различных секторов энергетики в Южной Африке



Схема- 1 На диаграмме показано первичное потребление энергии в Южной Африке

1.2. Нормативные правовые основы ядерной деятельности в ЮАР

Национальный ядерный регулирующий орган является государственным органом, который создается и регулируется в соответствии с Законом о национальном ядерном регулировании (Закон № 47 1999 года). Все процессы поддержания практики обеспечения безопасности на оптимальном уровне в любое время предусмотрены регулирующим органом в Южной Африке, который является Национальным ядерным регулятором (NNR). Главная задача Национального ядерного регулятора заключается в обеспечении стандартов безопасности и нормативной практики, обеспечивающих защиту людей, имущества и окружающей среды от ядерного ущерба. Другими целями являются осуществление регулирующего контроля, связанного с безопасностью в отношении размещения, проектирования, строительства, эксплуатации, производства компонентов, обеззараживания, снятия с эксплуатации и безопасного закрытия атомной электростанции.

Наконец, осуществлять регулирующий контроль за судами, перемещаемыми ядерной энергетикой или имеющими радиоактивные материалы на борту, которые способны причинить ядерный ущерб. ННР является компетентным органом в связи с правилами МАГАТЭ в отношении безопасной перевозки радиоактивных материалов [3].

Регулирующий орган устанавливает или принимает правила и руководства по охране и безопасности и создает систему для обеспечения их осуществления. Нормативная система для защиты и безопасности включает в себя:

- Уведомление и авторизация;
- Обзор и оценка объектов, видов деятельности;

- Инспектирование объектов и их деятельности;
- Обеспечение соблюдения нормативных требований;
- Регуляторные функции, относящиеся к ситуациям аварийного облучения и существующим ситуациям облучения;
- Предоставление информации и консультаций с сторонами, затрагиваемыми ее решениями, и, в соответствующих случаях, общественностью и другими заинтересованными сторонами.

Политика в области ядерной энергии основывается на Белой книге по энергетической политике, утвержденной правительством в конце 1998 года, где она была сохранена в качестве одного из вариантов политики в области энергетики. В рамках национальной политики правительство также поощряло разнообразие источников снабжения и первичных энергоносителей. С точки зрения Белой книги правительство будет изучать долгосрочный вклад атомной энергетики в энергетику страны и, во-вторых, как можно оптимизировать существующую инфраструктуру ядерной промышленности.

В этой политике и стратегии в области ядерной энергетики изложено видение, предусмотренное в Белой книге. Некоторые из основных политических целей связаны с решениями относительно возможных новых атомных электростанций, обращения с радиоактивными отходами, мониторинга безопасности ядерной промышленности, эффективности и адекватности нормативного надзора и обзора органов, связанных с ядерной промышленностью [3].

Ядерная энергетическая корпорация Южной Африки (Necsa), также известная как Necsa, отвечает за исследования и разработки в ядерной области. Она является организацией, полностью принадлежащей государству. Нексе было поручено выполнение обязанностей по разработке и проведению исследований в области ядерной энергии, радиационных наук и технологий.

Деятельность Necsa в соответствии с Законом о ядерной энергии 1999 года направлена на выполнение таких функций, как производство медицинских радиоизотопов, применение радиационных и ядерных технологий, определенная часть ядерного топливного цикла, включая отходы, дезактивацию и вывод из эксплуатации ядерных установок.

Законодательство и политика, регулирующие ядерную энергетику в Южной Африке, включает:

- Энергетическая политика Белой книги (1998 г.)
- Закон об опасных веществах, закон № 15 1973 года
- Закон о ядерной энергии, Закон № 46 от 1999 года
- Закон о национальном ядерном регулировании, Закон № 47 от 1999 года
- Закон о борьбе со стихийными бедствиями, Закон 52 от 2002 года
- Политика и стратегия обращения с радиоактивными отходами 2005 года
- Закон о Национальном институте по захоронению радиоактивных отходов, Закон 53 от 2008 года
- Политика в области ядерной энергии на 2008 год.

Стратегия обращения с радиоактивными отходами и политика Южной Африки (2005 год) излагает принципы обращения с отходами в рамках национальной политики в отношении радиоактивных отходов. Документ обеспечивает положения для управления структурами, которые изложены для целей обращения с радиоактивными отходами. Структура политики и стратегии Южной Африки в отношении обращения с радиоактивными отходами применяется ко всем видам радиоактивных отходов, за исключением оперативных выбросов радиоактивных жидких и газообразных отходов.

Национальный ядерный регулятор санкционирует выброс опасных веществ в окружающую среду при условии, что они считаются безопасными. Меры безопасности при обращении с радиоактивными отходами проводятся во всех видах деятельности по вводу в эксплуатацию, эксплуатации и снятию с эксплуатации фаз регламентированных ядерных действий. Это включает себя:

- Эксплуатация ядерных реакторов и других ядерных установок в рамках ядерного топливного цикла;
- Производство и использование радиоактивных материалов в областях медицины, научных исследований, сельского хозяйства, промышленности и образования;
- Добыча, обработка и сжигание сырья, содержащего природные радиоактивные материалы;
- Программы восстановления окружающей среды.

Южная Африка сообщает о всех видах радиоактивных отходов в рамках Объединенной конвенции, включая радиоактивные отходы, состоящие только из встречающихся в природе радиоактивных материалов [4].

Принципами политики в отношении ядерной энергетики в Южной Африке являются видение правительства в стремлении расширить мирное использование ядерной энергии в Южной Африке. Это видение руководствуется следующими принципами:

- В целях диверсификации первичных источников энергии в Южной Африке и обеспечения безопасности в энергоснабжении должна использоваться ядерная энергия.
- Использование ядерной энергии должно способствовать экономическому росту и развитию технологий за счет инвестиций в

инфраструктуру, создания рабочих мест и совершенствования программ развития навыков;

— Ядерная энергия должна стать частью усилий по уменьшению последствий изменения климата;

— Все действия и действия, предпринимаемые в интересах ядерной энергетики, должны учитывать воздействие на окружающую среду;

— Вся деятельность, осуществляемая в ядерном секторе, должна быть в рамках нормативно-правовой базы, соответствующей международной передовой практике;

— ядерная энергия должна использоваться только в мирных целях и должна соответствовать национальным и международно-правовым обязательствам.

— В поисках национальных программ в области ядерной энергии должна быть принята полная приверженность обеспечению того, чтобы ядерная и радиационная безопасность получила наивысший приоритет для защиты людей, имущества и окружающей среды;

— Южная Африка будет стремиться использовать ресурсы урана на устойчивой основе путем признания трех взаимозависимых и взаимоподкрепляющих основ устойчивого развития, а именно экономического развития, социального развития и охраны окружающей среды. В качестве возможных технологий, выбранных для АЭС, должны использоваться технологии, позволяющие оптимально использовать урановые ресурсы, включая использование рециркулированного урана;

— В целях содействия развитию соответствующих институциональных систем правительство должно привлекать и поощрять такие инициативы и обеспечивать развитие людских ресурсов, достаточно

компетентных для выполнения обязанностей по управлению ядерной инфраструктурой;

— Южная Африка должна прилагать усилия к приобретению опыта в области технологий и навыков, позволяющих разрабатывать, разрабатывать, строить и продавать свои собственные ядерные реакторы и системы топливного цикла. Следует разработать базу промышленной поддержки для сектора ядерной энергетики и учесть оптимизацию передачи технологии при закупке ядерного и связанного с ней оборудования;

— Во всех аспектах сектора ядерной энергетики всегда должны быть предусмотрены соответствующие меры предосторожности и меры безопасности путем принятия международных обязательств;

— Правительство должно участвовать и в полной мере поддерживать исследования, разработки и инновации в использовании ядерной технологии. Правительство должно принимать участие и поддерживать участие в программах инноваций в области ядерных технологий во всем мире;

— Правительство должно установить механизмы защиты и обеспечения защиты прав интеллектуальной собственности в Южной Африке и инновационных технологий;

— Обязанностью правительства является разработка программ, которые повысят информированность общественности и проинформируют общественность о программе ядерной энергетики;

— Будет предоставлено достаточное финансирование, чтобы помочь системам развития технологий, которые играют существенную роль в осуществлении этой политики;

— Правительство обязалось внедрить оперативный подход к закупкам энергетических реакторов для оптимизации процесса индустриализации и экономического развития.

Вся деятельность, осуществляемая в секторе ядерной энергетики, должна осуществляться в рамках Договора о нераспространении ядерного оружия (ДНЯО) и других международных обязательств и обязательств. Национальные обязательства, которые должны быть соблюдены в этом отношении, заключаются в широком соглашении о гарантиях с Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ) и дополнительном протоколе.

Как уже было упомянуто ранее, в Южной Африке есть планы по вводу в строй новой атомной электростанции, которая обеспечит еще 9600 МВт электроэнергии, чтобы добавить в энергетический баланс страны. Следует упомянуть о том, что необходимы необходимые шаги и меры для безопасного и ответственного регулирования ядерной энергетики. Эти меры, которые были приняты для регулирования энергетического сектора, были вызваны кризисом, который страна пережила несколько лет назад, чтобы обеспечить более надежную и экологически чистую энергию и удовлетворить насущные потребности в среднесрочной и долгосрочной перспективе.

Стремясь к ядерному будущему, правительство стремится к тому, чтобы ядерная энергетическая программа внесла огромный вклад в видение страны энергетической безопасности и экономического развития, включая создание рабочих мест, развитие профессиональных навыков и индустриализацию. Иметь возможности и самодостаточность для решения всех аспектов ядерной цепной производственной цепочки, включающих добычу и обогащение урана, обогащение, производство ядерного топлива, переработку и удаление отходов, а

также проектирование, строительство, эксплуатацию и вывод из эксплуатации ядерного оружия электростанция [5].

Ожидается, что в результате строительства такой величины возникнут проблемы, которые повлияют на окончательное решение о строительстве в стране большего числа атомных электростанций, и некоторые из этих проблем представляют собой дорогостоящий парк, инвестированный в целом Проект новой ассамблеи, который расположен примерно в 100 млрд долларов США. Есть и другие вопросы, которые необходимо учитывать. Они включают проблемы экологической деградации, проблемы безопасности в свете предыдущих аварий в других государствах-членах, а также хранение и захоронение радиоактивных отходов.

Следует отметить, что ядерная энергия имеет гораздо больше положительных сторон, которые являются значительными, то есть она оказывает гораздо меньшее воздействие на загрязнение, чем другие энергетические сектора. Существующая атомная электростанция Koeberg работает более 30 лет в критических условиях без каких-либо заметных инцидентов, которые могут повлиять на окружающую среду и людей, а также на ее эффективность и сокращение коэффициента выбросов углерода [1].

Другие энергетические секторы, в частности уголь, который является наиболее доминирующим энергетическим сектором в Южной Африке, оказали гораздо более негативное воздействие с точки зрения выбросов парниковых газов. Это привело к тому, что страна стала одним из ведущих эмитентов CO₂ по сравнению с другими развивающимися странами. Следовательно, необходимо изучить альтернативный источник энергии, который будет соответствовать стандартам Гринпис с более чистой энергией, идущей в будущее.

Необходимо учитывать многие вопросы со всем неопределенным будущим ядерной энергетики в Южной Африке, что атомная электростанция

Koeberg достигает своего расчетного срока службы в 40 лет в течение нескольких лет. Эти неопределенности, безусловно, повлияют на процессы планирования для следующих шагов, которые необходимо предпринять, однако при всех этих неопределенностях необходимо планировать вывод из эксплуатации энергоблоков существующей атомной электростанции.

Продолжительность работы станции Koeberg может быть увеличена еще на 20 лет, что, вероятно, позволит решить все неопределенности, но окончание работы или остановку АЭС будет достигнуто, и когда этот момент достигнет необходимо иметь план действий в отношении объекта. Вывод из эксплуатации ядерных установок важен в связи с возможными опасностями для здоровья, которые могут быть наложены нереабилитированным объектом.

1.2. Эксплуатация АЭС (Koeberg)

АЭС <<Koeberg>> единственная атомная электростанция в ЮАР, она которые соединены с турбогенераторами и соответствующей установкой. Каждый из этих блоков реакторов спроектирован для генерирования мощности деления 2775 МВт тепловой. Эти реакторы также сконструированы таким образом, что вода, протекающая через сердечник реактора, не контактирует или изолирована от области турбины, а содержится в первичной петле под давлением.

Вода в первичном контуре производит пар для вторичного контура, который приводит в движение турбину. Это означает, что даже при наличии утечки топлива в активной зоне радиоактивные загрязняющие вещества не будут передаваться на турбину. Еще одно преимущество заключается в том, что реакторы с водой под давлением работают в условиях высоких температур и давления, примерно 315⁰С и 160 атмосфер соответственно [6].

Независимо от высоких сложностей эксплуатации и высоких затрат реактор с водой под давлением намного эффективнее других видов реакторов. Конденсатор на вторичной стороне охлаждается морской водой. Проекты реактора с водой под давлением обычно имеют различные пассивные инженерные системы безопасности в дополнение к многочисленным активным инженерным системам безопасности. К ним относятся вспомогательный насос питательной воды с водяным паром, конструкции для естественной циркуляции первичной охлаждающей воды, парогенератор с собственным инвентарным запасом воды, который обеспечивает теплоотвод в течение нескольких часов, а также защитную структуру (примерно в 4 раза большую, чем удержания в реакторах кипящей воды) и связанный с ним свободный объем.

Свободный объем позволяет обеспечить аварийное разгерметизацию системы первичного теплоносителя в защитной оболочке, не требуя при этом задержек расчетных давлений самой удерживающей конструкции. В Koeberg пассивные рекомбинаторы водорода были установлены в здании защитной оболочки для смягчения последствий производства водорода, что может привести к возникновению трудностей с охлаждением топливных стержней [7].

Управляющие стержни изготовлены из поглощающего нейтроны материала, такого как кадмий, гафний или бор, и вставляются или выводятся из сердечника для контроля скорости реакции деления или ее остановки.

Охлаждающая жидкость: жидкость, циркулирующая через сердцевину, чтобы отводить тепло от нее. В легководных реакторах замедлитель воды функционирует также как первичный теплоноситель. За исключением BWR, где есть вторичный контур охлаждающей жидкости, в котором вода превращается в пар.

Парогенератор является составной частью системы охлаждения радиоактивных реакторов, где первичный теплоноситель высокого давления,

переносящий тепло из реактора, используется для производства пара для турбины во вторичном контуре.

Герметик представляет отдельный сосуд, который соединен с первичным контуром и не полностью заполнен водой, которая нагревается до температур насыщения для необходимого давления с помощью погружных электронагревателей. Компенсатор давления работает с равновесной смесью пара и воды. Если давление начинает отклоняться от желаемого значения, различные компоненты будут приводить в действие, чтобы вернуть давление в нормальную рабочую точку.

Причина отклонения давления обычно связана с изменением температуры системы охлаждения реактора. Если температура в системе охлаждения реактора начнет увеличиваться, плотность охлаждающей жидкости в реакторе уменьшится, и вода займет больше места. Поскольку герметик соединен с системой охлаждения реактора по линии перенапряжения, вода будет расширяться в герметик. Это приведет к сжатию пара в верхней части герметизатора и, следовательно, для увеличения давления.

Биологическая защита от излучения гамма-излучения обеспечивает защиту внутренней структуры реактора от повреждения от внешних воздействий.

Биологическая защита предназначена только для защиты от внешних воздействий и не рассматривается как барьер против излучения. Тем не менее, сдерживания, такие как ледяной конденсатор, используемый для выпуска любого излучения или пара, вызванного землетрясениями.

Системы безопасности в реакторах под давлением созданы для обеспечения безопасности и защиты персонала, общественности и окружающей среды и предотвращения неконтролируемого выброса радиоактивности при эксплуатации атомной электростанции. Удаление тепла имеет решающее

значение для обеспечения того, чтобы топливо поддерживалось на всех этапах работы. Процесс удаления тепла обеспечивает сохранение 98% всех продуктов деления в топливных таблетках.

Множество физических барьеров помещаются между источниками радиоактивности, которые являются продуктами деления и внешней средой. Некоторыми из наиболее важных барьеров являются:

1. Топливная таблетка: она удерживает большинство твердых продуктов деления.
2. Облицовка: в ней хранятся все продукты деления (включая газообразные).
3. Реакторная система хладагента: надежная система высокого давления труб и сосуда. Большинство продуктов деления растворяются в хладагенте и / или осаждаются на холодных поверхностях труб.
4. Сдерживание распространения с помощью герметичной системы, с помощью которого реализуется основной барьер при высвобождении радиоактивности, даже если все предыдущие барьеры потерпели неудачу.

Концепция углубленной защиты состоит из 3-х факторов: предупреждение, защита и смягчение.

1. Предупреждение позволяет свести к минимуму вероятность аварии до ее возникновения:

- Проектировать реакторы с атрибутами функций безопасности и не склонными к отказу.
- Использование химических материалов, которые могут возникать без проблем или которые являются совместимыми.
- Обеспечение качества
- Адекватная подготовка квалифицированных операторов и консервативных операторов.

2. Система защиты реактора позволяет проводить:

- Мониторинг всех условий на заводе
- Признание признаков несчастного случая
- Активацию систем безопасности.

3. Смягчение последствий после аварии:

- Инженерные системы безопасности
- Аварийное реагирование и эвакуация.

Классификация несчастных случаев по проекту

- Недостаточное охлаждение: снижение теплоотдачи вторичной стороны (например, потеря охлаждающей воды конденсатора);
- переохлаждение: увеличение теплоотвода вторичной стороны (например, потеря подогрева питательной воды);
- Переполнение: увеличение запаса хладагента в реакторе (например, несоответствие между подаваемой водой и паром в кипящем реакторе);
- Потеря потока: уменьшение расхода основного потока (например, отключение реакторных насосов);
- Потеря охлаждающей жидкости: уменьшение запаса хладагента в реакторе (например, разрыв трубы первичной системы);
- Прошедшая ядерная топливная авария: авария, которая может произойти при обращении и хранении отработавших топливных сборок, сбрасывание топливной сборки;
- внешние инциденты: инциденты, которые могут быть вызваны внешними факторами, такими как землетрясения, вулканы, ураганы, авиационные катастрофы и т. д.).

Функции инженерных систем безопасности включают в себя следующее:

- остановку реактора для поддержания его в докритическом состоянии;

- Удаление спада тепла в результате радиоактивного распада

- Снижение давления;

- Ведение инвентаризации охлаждающей жидкости.

Требования включают:

- включение дополнительных компонентов или избыточности;

- Физическое разделение;

- Разнообразие.

Недостаточное охлаждение топлива может привести к перегреву топлива и в конечном итоге привести к серьезной аварии. Это происшествие произойдет одновременно с отказом в инженерных системах безопасности. Другими факторами, способствовавшими серьезной аварии, являются повреждение топливной оболочки, ограниченный поток охлаждающей жидкости из-за поврежденной оболочки, повреждение топлива и выделение продуктов деления (I, Br, Cs, Rb, Te, Se, Sr , Ba).

Плавление топлива и его перемещение на дно корпуса реактора также объясняются причиной серьезной аварии не только этого, но расплавленного топлива, пробитого через сосуд и загрязняющего защитный пол, генерирующего большое количество CO₂, что создает трещины из-за давления, которое оно оказывает.

В случае возникновения серьезных аварий, если ожидается значительное выделение радиоактивности с установки, население в радиусе 16 километров от станции может быть эвакуировано или защищено, чтобы избежать высокого радиационного облучения.

Риск – это величина для количественной оценки частоты событий и его.

Комплексное событие (например, ядерная авария) разбивается на последовательность отдельных событий (например, сбой предохранительного насоса, отказ клапана, сдерживание обхода и т. д.). Вероятность последовательности вычисляется с использованием формальных правил вероятности. Последствия события (например, человеческие жертвы из-за определенного количества радиоактивности) и кривые риска (частота vs. последствия) могут быть построены для сравнения риска от различных событий, или даже различных технологий.

2. Обеспечение безопасной эксплуатации АЭС

2.1. Выделение и описание основных этапов обращения с РВ и РАО

Существует целый ряд материалов и документов, которые охватывают тему предобработки, обработка, кондиционирование и захоронение радиоактивных отходов. Эти материалы включают в себя публикации МАГАТЭ, которые представлены в таблице 1.

Таблица 2.1. – Основные источники и документы для обращения с РВ и РАО.

Материал МАГАТЭ на английском языке	Материал МАГАТЭ на русском языке	Указания по безопасности, предусмотренные в публикациях МАГАТЭ
Management of Radioactive Waste from the Mining and Milling of Ores.	Обращение с радиоактивными отходами, образующимися при добыче и переработке руд.	Обеспечение рекомендациями и руководством по безопасному с отходами, образующимся в результате добычи и переработки руд.
Disposal of Radioactive Waste.	Захоронение радиоактивных отходов.	требования безопасности и набор целей и критериев для утилизации всех видов радиоактивных отходов.

Radiation Protection and Radioactive Waste Management in the Operation of Nuclear Power Plants.	Радиационная защита и обращение с радиоактивными отходами при эксплуатации атомных электростанций.	Руководства по технике безопасности и рекомендации по эксплуатационных свойств радиационной защиты и обращения с радиоактивными отходами на АЭС.
---	--	--

Management of Waste from the Use of Radioactive Material in Medicine, Industry, Agriculture, Research and Education	Обращение с радиоактивными отходами, образующимися в результате использования радиоактивных материалов в медицине, сельском хозяйстве, исследованиях и образовании	Требования по безопасному обращению с радиоактивными отходами в различных объектов, включая медицины, промышленности, науки, сельского хозяйства и образования.
Storage of radioactive waste	Хранение радиоактивных отходов	Обеспечение рекомендаций о том, как выполнять требования по безопасности для безопасного хранения радиоактивных отходов.

Classification of Radioactive Waste	Классификация радиоактивных отходов	Обеспечение безопасности руководства изложить общую схему классификации радиоактивных отходов, основанный главным образом на соображениях долгосрочной безопасности, и, таким образом, косвенно, утилизации отходов.
--	--	--

The Management System for the Processing, Handling and Storage of Radioactive Waste	Система менеджмента для переработки радиоактивных отходов, обращения с ними и их хранения.	Предоставление рекомендаций для разработки и осуществления систем управления для предварительной обработки, обработки, кондиционирования и хранения радиоактивных отходов.
Predisposal Management of Radioactive Waste	Обращение с радиоактивными отходами перед захоронением.	Обеспечение требований, которые должны быть выполнены для обращения с радиоактивными отходами.

Существует значительная разница между отходами, образующихся от работы АЭС и других ядерных объектов, и отходов от добычи и переработки

полезных ископаемых, таких как уран и торий. Различия в отходах от переработки полезных ископаемых в горнодобывающей промышленности позволяет использовать различные методы обработки отходов, которые будут использоваться по сравнению с другими ядерными объектами.

Необходимо определить виды существующих радиоактивных отходов и как они классифицируются по отношению к их классам радиоактивных отходов, производства и использования радионуклидов, этапы ядерного топливного цикла, специфические особенности в отношении обращения с радиоактивными отходами и воздействие на окружающую среду радиоактивных отходов[8].

Схема для всех этапов обращения с радиоактивными отходами от ядерного топливного цикла представлена на рисунок 2.



Рисунок 2— Основные этапы обращения с РВ и РАО

2.2. Классификация радиоактивных отходов

Существуют различные виды радиоактивных отходов и классификаций отходов. Все зависит от того, где отходы образуются, например, объект,

концентрация радиоактивности и в соответствии с его физической и химической формы. Различные методы были созданы для классификации радиоактивных отходов в соответствии с физическими свойствами, химическим свойствам и радиологических свойств [9].

Существует около шести классификаций отходов:

— Освобожденные отходы, отвечающие критериям исключения из регулирующего контроля для радиационной защиты.

— Очень недолговечные отходы представляют собой вид отходов, которые состоят из радионуклидов с короткими периодами полураспада, и их можно хранить для обеспечения процесса распада и в конечном итоге выпускать его с одобрения регулирующего органа.

— Очень низкоактивные отходы: отходы, которые не нужно содержать или изолировать, и их можно утилизировать в приповерхностном хранилище с ограниченным регулированием. Почва и щебень включены в этот класс отходов, а уровень активности низкий.

— Малоактивные отходы: это вид отходов, который требует изоляции и сдерживания в течение нескольких сотен лет и может быть размещен на инженерно-техническом объекте для поверхностного захоронения. В этих отходах содержатся короткоживущие радионуклиды с высокой концентрацией активности.

— Отходы промежуточного уровня: отходы, требующие более высокого порядка изоляции и локализации, поскольку в них содержатся долгоживущие радионуклиды. Из-за альфа-излучающих радионуклидов, обнаруженных в отходах промежуточного уровня, необходимо обеспечить, чтобы их захоронение находилось на более глубокой глубине, чем от низкоактивных отходов.

— Высокоактивные отходы: отходы, содержащие радионуклиды с высокой концентрацией активности, которые генерируют тепло посредством процесса радиоактивного распада. Утилизация этого класса отходов должна быть в глубоком стабильном геологическом месте, которое составляет несколько сотен метров глубины [10].

Низкоуровневое и среднеактивные отходы имеют те же описания. Однако, среднеактивные отходы требуют большей защиты при нормальной обработке и транспортировке. Высокоактивные радиоактивные отходы определяется как сильно радиоактивные жидкости с продуктами деления и актинидов, которые отделяются при химической обработке облученного топлива или любой другой высокой интенсивности радиоактивных отходов, которые могут генерировать тепло в процессе радиоактивного распада [11].

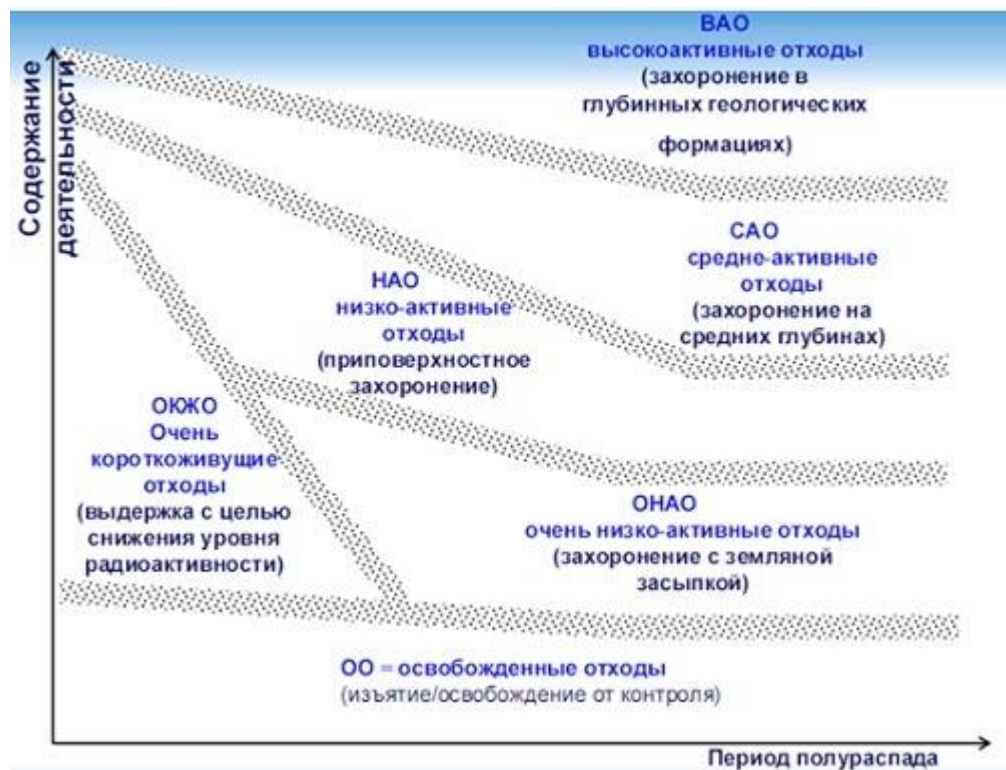


Схема -2 Классификация и способы захоронения РАО (МАГАТЭ) [12]

Различия в классификации радиоактивных отходов определяются физическими свойствами (размер и вес, совместимость, летучесть, растворимость и смешиваемость с другими материалами). Также химические свойства отходов в виде их химической опасности, коррозионной стойкости, содержания органических веществ, горючести, реакционная способность, генерации газа и поглощение радионуклидов влияют на их отнесение к определенной группе.

При проведении классификации учитываются радиологические свойства материалов (период полураспада, генерирующее тепло, интенсивность проникающего излучения, активности и концентрации радионуклидов, поверхностное загрязнение, факторы воздействия соответствующих радионуклидов) [12].

В этом случае, захоронение сооружается непосредственно на поверхности земли, образуя возвышение. Так как отходы размещаются высоко над грунтовыми водами, то они остаются сухими до тех пор, пока защитные барьеры находятся в целости, что при осуществлении должного контроля может продолжаться сотни лет.

Другое преимущество данного подхода заключается в том, что требования к площадке предъявляются умеренные, то есть бывает сравнительно легко найти места, отвечающие техническим требованиям к такому типу захоронения. При этом главным недостатком такого варианта решения проблемы обращения с РАО является тот факт, что покрытие захоронения подвергается выветриванию и особенно эрозии, что может в перспективе нанести ущерб его целостности [13]. Следующая картина иллюстрирует процесс

захоронения низкоактивных радиоактивных отходов в хранилище отходов в ЮАР.



Рисунок 3— Национальные хранилища радиоактивных отходов Vaalputs (ЮАР)

Управление захоронением влечет за собой оперативную и вывода из эксплуатации процесс очистки отходов. Вывод из эксплуатации объекта к концу своего рабочего периода требует управления захоронением и утилизацией радиоактивных отходов низкого уровня. Обеззараживание и демонтажа или разборки на ядерном объекте производит радиоактивные отходы с различными свойствами по их применению при эксплуатации АЭС, размерами и объемом. Для уменьшения количества радиоактивных отходов, таких как технологического оборудования, строительных материалов и инструментов, применяется процесс дезактивации материалов.

2.3. Радиоактивные отходы

Радиоактивные отходы образуются на различных видах деятельности, которые связаны с использованием радиоактивных материалов. Радиоактивные

отходы образуются за счет использования радионуклидов и атомной энергетики, которая включает в себя все виды деятельности и процессы в области ядерного топливного цикла наряду с другими видами деятельности без топливного цикла [8].

Использование этих радиоактивных материалов на установках, включают промышленность, медицину, сельское хозяйство, исследования.

Радиоактивные отходы также могут быть получены из радиоактивных отходов или от несчастных случаев, которые могут произойти в пределах объекта.

Выделим общие принципы обращения с радиоактивными отходами.

Следует выполнить проведение раздельный сбор отходов и его отделение от остаточных материалов. При этом обработанные отходы могут быть освобождены от регулирующего контроля, если нет необходимости для дальнейшего обеспечения радиационной безопасности. Необходимо минимизировать образование отходов за счет их повторного использования. Далее оставшиеся отходы обрабатываются для хранения и захоронения. Применение технологий задержки и обеспечения распада, который включает в себя хранение отходов до желаемого снижения активности при условии не за счет принудительного радиоактивного распада.

Переработка отходов имеет важные шаги, которые необходимо предпринять. Они включают в себя:

- предварительную обработку (сбор, сортировка, химическая корректировка и дезактивация);
- обращение с целью уменьшения объема, удаления радиоактивных материалов и изменение их состава;
- кондиционирование (иммобилизация, упаковка и применение специальной упаковки).

Отходы должны быть выдержаны таким образом, что они должны быть обработаны для транспортирования, хранения и окончательной утилизации. Обработка зависит от целого ряда необходимых шагов, таких как, тип отходов, формы отходов и его характеристик, общей стратегии управления отходами. Основная цель переработки радиоактивных отходов является дальнейшее улучшение качества безопасности, и это делается путем создания формы отходов. Возможно применение заводской упаковки, которая выполняет критерии приемлемости для безопасной переработки, транспортировки, хранения и утилизации радиоактивных отходов.

Переработка радиоактивных отходов должна быть сделана таким образом, что обеспечивается безопасность при нормальной эксплуатации, а также все необходимые меры для предотвращения возникновения каких-либо инцидентов. Переработка радиоактивных отходов также должно быть сделано таким образом, что размещаемая форма отходов в хранилище обеспечивало их безопасное хранение до этапа окончательного удаления. Там должны быть выполняться положения для выявления, оценки и обращения с отходами, которые не соответствуют спецификации процесса и требований к их безопасной обработки, транспортировки, хранения и захоронения.

Рассмотрим этапы обращения и кондиционирования отходов на атомных электростанциях

Низкого и среднего уровня радиоактивные отходы на атомных электростанциях вырабатываются в результате загрязнения различных видов материалов с радионуклидами, генерируемых делением и активации в реакторах, освобождения осколков деления из топливных или облицовочных поверхностей. Радионуклиды преимущественно освобождаются и собираются в системе охлаждения реактора и, в меньшей степени, в бассейне для отработанного топлива.

Основное или значительное количество отходов, которые возникают в процессе эксплуатации АЭС являются компонентами, которые были сняты во время заправки топливом или технического обслуживания (активированных твердых веществ, таких как нержавеющая сталь, содержащая Co-60 и Ni-63) или радиоактивных жидкостей, фильтров и ионного обмена смолы, загрязненные продуктами деления.

Существуют различные типы сухих твердых отходов, возникающих в процессе эксплуатации АЭС. Эти твердые отходы содержат радиоактивные материалы. Характер отходов отличаются от объекта к объекту и может содержать излишние объекты реакторной установки, загрязненные инструменты, фильтры, напольные покрытия, системы вентиляции и т.д. Конфискация разных видов бумаги, пластика, резины, ветошь, одежда, стеклянные предметы, используемые во время эксплуатации и технического обслуживания АЭС, также рассматривается в качестве источников твердых отходов.

Сухие твердые отходы классифицированы и разделены на четыре основные категории для дальнейших методов работы с ними. К ним относятся горючесть материалов, совместимость и совместимость отходов.

Наиболее важная цель обработки твердых отходов является уменьшение в максимально возможной степени объема отходов, которые будут сохранены. Затем решаются вопросы утилизации, концентрирования. При иммобилизации происходит достижение максимально возможной степени радиоактивности, содержащихся в отходах. Существуют различные методы обработки отходов в пределах АЭС, и, следовательно, ни один метод не может адекватно применяться для работы с твердыми отходами.

Наиболее распространенный и используемый метод для обработки больших объемов твердых отходов является уплотнение. Этот метод уменьшает хранение и захоронение объема отходов путем разумного количества. Однако, не

делает много в улучшении свойств отходов в отношении долгосрочного управления и работы с ними. Большая часть твердых радиоактивных отходов, образующихся на АЭС, классифицируется как горючие отходы. Сжигание таких отходов приводит к снижению объема и массы отходов.

Полученная гомогенная зола может быть упакована без дополнительного кондиционирования в контейнеры для хранения и окончательного захоронения. Шагами в качестве предварительной обработки для уплотнения является резка, измельчение и дробление отходов. Отходы, такие как бумага, пластмасса, ткань, картон, дерево и металлы могут быть разрезаны на куски, в то время как другие материалы, такие как стекло или бетонные блоки могут быть раздроблены на более мелкие части и уплотнены.

Производство твердых радиоактивных отходов следует свести к минимуму, как это практически возможно путем сведения к минимуму количества образующихся газообразных и жидких отходов. Таким образом уменьшение количества переработанных отходов с помощью таких мер, как:

- надлежащее планирование и выполнение работ по техническому обслуживанию;
- регулирование упаковки и обращения с радиоактивными материалами;
- воздерживаться от образования вторичных радиоактивных отходов;
- надлежащая работа систем обработки газообразных и жидких радиоактивных отходов;
- действительные процедуры регулирования загрязнения и внедрения эффективных методов дезактивации;

- хорошая практика сегрегации, включая очистку материалов, в точках образования отходов;

- повторное использование и переработка материалов, если это возможно [14].

Остановимся на этапах обращения с жидкими радиоактивными отходами.

Существует значительное количество жидких отходов, которое образуется в реакторах, охлаждаемых водой, чем те, которые охлаждаются газом. Объемы жидких отходов, вырабатываемых при эксплуатации кипящих водяных реакторов (реакторов BWR) намного выше, чем при работе водоводяных реакторов (PWRS). Реакторы с тяжелой водой не производят жидких отходов из-за очистки системы этих реакторов, которые работают через ионообменной метод переработки и подготовки тяжелой воды.

Операции обеззараживания на реакторах также производят жидкие отходы, образующиеся на обслуживание деятельности на заводе трубопроводов и оборудования. Такие отходы могут включать в себя продукты коррозии, а также широкий спектр органических веществ, таких как щавелевая и лимонная кислоты.

Объемы образующихся жидких радиоактивных отходов возможно практически свести к минимуму с помощью таких мер, как:

- достаточный выбор реакторных материалов, избегая материалов, содержащих кобальт;

- эксплуатации реактора во избежание сбоев топлива и оптимизации периода времени, в течение которого ядерное топливо остается в активной зоне реактора;

- уменьшение утечки из системы первичного хладагента и других связанных систем;
- химическая регулировка системы охлаждения и предотвращение любых возможных отложений;
- планирование и выполнение работ по техническому обслуживанию с должным вниманием и с особым упором на меры предосторожности во избежание распространения загрязнения;
- меры предосторожности во избежание загрязнения оборудования и помещений;
- расширение процедур дезактивации;
- значительное сокращение производства вторичных отходов путем соответствующего выбора методов переработки отходов [15].

Жидкие радиоактивные отходы, образующиеся на атомных электростанциях, как правило, содержат растворимые и нерастворимые радиоактивные компоненты (продукты от деления и коррозии материалов) и нерадиоактивных веществ. Основная цель методов обработки отходов является обеззараживание жидких отходов до такой степени, при которых обеспечено возможность их выбрасывания окружающую среду или их повторное использования в качестве вторичного сырья. Существуют стандартные методы, используемые для обеззараживания потоков жидких отходов в АЭС.

Четыре основные технические процессы используются для обработки жидких отходов:

- выпаривание;
- химическое осаждение;
- разделение твердой фазы;
- ионный обмен.

Лучший эффект уменьшения объема, по сравнению с другими методами, достигается за счет испарения. Метод испарения доказал, что это лучший метод, когда дело доходит до переработки жидких радиоактивных отходов, как для дезактивации и уменьшения объема. Воду удаляют в паровой фазе процесса выхода из нелетучих компонентов, таких как соли, содержащие наибольшее количество радионуклидов. Метод испарения является наиболее эффективным при работе с жидкими радиоактивными отходами. Тем не менее, он имеет свои недостатки, такие как, коррозия материалов, отслаивания или образования пены.

Такие проблемы могут быть уменьшены путем корректировки значения pH для уменьшения коррозии. Органику можно удалить, чтобы уменьшить вспенивание или добавлением пеногасителей. Также испарительную систему можно очистить с помощью азотной кислоты с целью устранения накипи. Обращение и снижение количества низко активных радиоактивных отходов путем испарения является очень эффективным в такой степени, что чистый конденсат может быть сброшен в окружающую среду без какой-либо дальнейшей обработки.

Эффективность химического метода обработки отходов, главным образом, зависит от химического и радиохимического состава жидких отходов. Радионуклиды могут быть осаждены, совместное осаждение, и поглощаться нерастворимых соединений, таких, как, гидроксиды, карбонаты, фосфаты и ферроцианидов. Далее они могут быть удалены из раствора. Этот метод обеспечивает низкие коэффициенты дезактивации, и из-за того, что этот метод включен в использование с другими более эффективными способами.

Твердофазное разделение осуществляется для удаления взвешенных и осевших твердых веществ из жидких отходов. Существует целый ряд оборудования для разделения. Самым популярным является фильтры,

центрифуги и гидроциклоны. Как правило, оборудование разделения применяемое необходимое для удаления частиц, которые могут повлиять на последующие процессы обработки жидких отходов, например, ионного обмена, или с повторным использованием воды.

Методы ионообменные имеют широкое применение в работе с жидкими стоками на атомных электростанциях. Примеры включают продукты очистки первичных и вторичных цепей теплоносителя в водо-водяных реакторов, обработку воды бассейна для хранения топлива, а также полировку конденсатов после испарения.

Соображения безопасности применяются ко всем ядерным установкам и деятельности, в которых радиоактивные отходы генерируются и обращаются. Эти соображения безопасности включают в себя: планирование, выбор площадки, проектирование, производство, строительство, ввод в эксплуатацию, эксплуатацию, закрытие и вывод из эксплуатации.

Основная цель безопасности заключается в обеспечении защиты работников, населения и окружающей среды. Регулирующий орган и оператор должен создать систему управления для решения культуры безопасности, здоровья и окружающей среды. Безопасность, качество и экономические требования на объектах. соображения радиационной защиты управляются принципами надлежащей практики, которые, в свою очередь, обеспечивают ограничения в индивидуальных дозах для людей.

Существуют эффективные меры по обеспечению безопасности и защиты людей и окружающей среды от воздействия ионизирующего излучения. Они включают в себя: контроль за радиационным облучением людей и выбросом радиоактивного материала в окружающую среду, ограничение событий, которые могут привести к потере контроля за источниками радиации, ослабления последствий таких событий, если они будут иметь место.

Организация, наделенная полномочиями по эксплуатации атомной электростанции, несет ответственность за соблюдение требований безопасности и защиты для обеспечения надлежащего управления с целью снижения рисков. Меры безопасности и меры безопасности должны разрабатываться и осуществляться таким образом, чтобы они не компрометировали друг друга.

Готовность к чрезвычайным ситуациям охватывает широкий спектр мер защиты и безопасности в случае аварии, обеспечивает осуществление процесса смягчения последствий в случае возникновения аварии, защиты работников, населения и окружающей среды, надлежащей координации с непосредственно и косвенно вовлеченными организациями, а также своевременная связь со всеми заинтересованными сторонами, включая государственные.

Важной задачей, которую необходимо принять во время чрезвычайной ситуации является своевременное уведомление и оповещение персонала, отвечающего за реагирование, оценка хода чрезвычайной ситуации, чтобы увидеть, какие-либо улучшения ситуации, смягчить любые последствия, которые могут возникнуть в период чрезвычайного положения, предоставление точной информации в компетентные органы.

Владелец лицензии должен составить план действий в аварийной ситуации, который организует на территории, указывает все назначенные обязанности для управления в чрезвычайной ситуации [16]. План аварийного реагирования должен охватывать все операции, проводимые эксплуатирующей организацией, и в чрезвычайной ситуации должно быть полностью соблюдено.

Для обеспечения описанных выше положений необходимо, чтобы все работники были ознакомлены со специальными знаниями, навыками и отношениями, необходимыми в случае чрезвычайных ситуаций. Должна быть разработана соответствующая программа подготовки персонала для поведения в чрезвычайных ситуациях. Должны быть выполняться упражнения по проверке

действий рабочими завода, особенно до начала загрузки топлива. В плане действий в чрезвычайной ситуации следует предусмотреть мероприятия, при которых в чрезвычайной ситуации участвуют как не связанные с ядерной угрозой, так и угрозы, связанные с ядерной угрозой. Необходимо обеспечить координацию между сторонами, которым поручено реагировать на чрезвычайную ситуацию, в обеспечении того, чтобы план чрезвычайных мер был хорошо подготовлен и представлен на рассмотрение и утвержден регулирующим органом.

Планирование готовности к чрезвычайным ситуациям должно планироваться и проводиться через соответствующие промежутки времени, чтобы оценить готовность персонала станции и персонала из внешних организаций реагирования к выполнению своих задач и оценить их сотрудничество в противодействии чрезвычайным ситуациям и в повышении эффективности реагирования.

Создание и осуществление радиационной защиты соответствует Международным основным нормам безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасности источников излучения. Для обеспечения выполнения целей программы радиационной защиты эксплуатирующей организации поручено обеспечить верификацию путем надзора, инспекций и аудитов площадки. Регулярное обновление плана радиационной защиты должно быть сделано и принято для проверки, если в этом есть необходимость.

Ответственность эксплуатирующей организации за программу радиационной защиты заключается в обеспечении того, чтобы дозы, переносимые персоналом из-за запланированного выпуска радиоактивных материалов с завода, были ниже разрешенных пределов и соблюдался принцип ALARA. Работодателям необходимо знать, что ответственность за передовую

практику и обеспечение принятия мер по контролю над рисками, указанными в программе, возлагается на них.

Дозовые записи работников, включая подрядчиков, должны архивироваться и предоставляться в любое время, когда они требуются регулирующим органом. Программа радиационной защиты должна включать наблюдение за состоянием здоровья всех работников на площадке, которые могут быть подвергнуты профессиональному облучению, а также проверить их здоровье и физическую форму и предоставить рекомендации там, где это необходимо. Обеспечение контроля за дозами облучения для облучения в районах и вокруг них, где есть деятельность, из которой может возникнуть излучение.

Атомная электростанция должна эксплуатироваться в надлежащей практике, которая обеспечит минимальное образование радиоактивных отходов в отношении как активности, так и объема отходов. Оператор установки должен иметь программу управления радиоактивными отходами. Эта программа должна включать предварительную обработку, характеризацию, классификацию, обработку, кондиционирование, транспортировку, хранение и удаление радиоактивных отходов.

Указанные требования должны соблюдаться во всех процессах обращения с радиоактивными отходами. Все учетные записи должны поддерживаться в процессе классификации отходов, а также для обработки, хранения и удаления отходов. Что касается сброса радиоактивных отходов, то оператор установки должен осуществлять процедурные процессы, которые поддерживают международные стандарты и национальные правила, чтобы обеспечить контроль над радиоактивными стоками [17].

Эксплуатирующая организация обеспечивает, чтобы программа была создана и для мониторинга окружающей среды в районе производственной

площадки, для оценки радиологических последствий любых радиоактивных выбросов в окружающую среду. Результаты этого мониторинга должны быть доступны общественности и в особенно для населения, проживающего вблизи производственной площадки.

Выделим принципы обращения с радиоактивными отходами.

1) Защита здоровья людей. Обращение с радиоактивными отходами должно осуществляться таким образом, чтобы обеспечить защиту здоровья человека.

2) Охрана окружающей среды. Обращение с радиоактивными отходами должно осуществляться таким образом, чтобы обеспечить защиту окружающей среды.

3) Защита за пределами национальных границ. Обращение с радиоактивными отходами должно осуществляться таким образом, чтобы обеспечить охрану здоровья людей за пределами национальных границ.

4) Защита будущих поколений. Обращение с радиоактивными отходами должно осуществляться таким образом, чтобы возможные последствия для здоровья человека в будущем не превышали уровни, приемлемые сегодня.

5) Бремя для будущих поколений. Обращение с радиоактивными отходами должно осуществляться таким образом, чтобы не налагать неоправданную нагрузку на будущие поколения.

6) Национальные правовые рамки. Обращение с радиоактивными отходами должно осуществляться в рамках соответствующей национальной правовой базы, включая четкое распределение обязанностей и предоставление независимых регулирующих функций.

7) Контроль за образованием радиоактивных отходов. Образование радиоактивных отходов должно быть сведено к минимуму.

8) Взаимозависимости между радиоактивными отходами и управлением ими соответствующим образом учитываются взаимозависимости между всеми стадиями образования и управления радиоактивными отходами.

9) Безопасности объектов. Безопасность объектов для обращения с радиоактивными отходами должна обеспечиваться надлежащим образом в течение их срока службы [18].

Радиоактивные отходы в основном образуются в рамках деятельности, связанной с работой ядерных энергетических, промышленных, исследовательских реакторов и реакторов АЭС.

Во многих случаях радиоактивные отходы обрабатываются на месте, а в других случаях они перерабатываются за пределами объекта на другом объекте и обычно выгодно переместить его за пределы участка. Перемещение радиоактивных отходов должно осуществляться только в том случае, если регулируемый орган санкционирует использование транспорта, который будет использоваться. Обеспечивая безопасную перевозку радиоактивных отходов и других радиоактивных материалов в пределах страны или на международном уровне, национальные и международные правила должны всегда применяться.

Каждый вид транспорта для радиоактивных отходов должен соответствовать международным нормам и включать автомобильные, железнодорожные, водные или воздушные пути следования. При обращении с радиоактивными отходами должны быть приняты меры предосторожности, и все правила применения упаковки радиоактивных отходов должны соблюдаться надлежащим образом. Тип радиоактивных отходов, подлежащих упаковке и транспортировке, определяют масштабные меры, с которыми следует руководствоваться при обращении в соответствии с регламентом [19].

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью данного раздела является проектирование и создание конкурентоспособных разработок и технологий, отвечающих предъявляемым требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- разработка общей экономической идеи проекта, формирование концепции проекта;
- организация работ по научно-исследовательскому проекту;
- определение возможных альтернатив проведения научных исследований;
- планирование научно-исследовательских работ;
- оценки коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

В данной проект технического документа:

- изучение международных документов
- создание требования
- описание разработанных требований

4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Целевым рынком данного исследования будут являться государственные корпорации по атомной энергетике, атомная и смежные отрасли научной промышленности, пограничная и таможенная службы РФ.

4.1.2. SWOT-анализ

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

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

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

Возможности включают в себя любую предпочтительную ситуацию в настоящем или будущем, возникающую в условиях окружающей среды проекта, например, тенденцию, изменение или предполагаемую потребность, 45 которая поддерживает спрос на результаты проекта и позволяет руководству проекта улучшить свою конкурентную позицию.

Угроза представляет собой любую нежелательную ситуацию, тенденцию или изменение в условиях окружающей среды проекта,

которые имеют разрушительный или угрожающий характер для его конкурентоспособности в настоящем или будущем [32].

Таблица 4.1.2. – SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Актуальность выбранной темы; С2. Наличие простого и эффективного оборудования; С3. Соблюдение безопасной рабочей среды без открытых и закрытых источников излучения; С4. Наличие бюджетного Финансирования; С5. Создание благоприятной среды для эффективной работы.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Организация исследовательской работы в месте, в котором различные виды дорогостоящего оборудования нуждаются в обеспечении повышенного уровня безопасности; Сл2. Необходимости изучение одного типа материала на двух разных языках; Сл3. Отсутствие практической работы или посещения объекта; Сл4. Ограниченное время для проведения исследования из-за длительного периода
--	--	--

		написания курсовой работы; Сл5. Необходимость проверки и исправления текста в соответствии с грамматическими, лексическими и пунктуационными правилами русского языка.
Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ; В2. Получение дополнительной информации о законодательстве, регулирующем обращение с РАО в России и сравнить его	Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Сильные стороны и возможности»: 1. Необходимые условия для исследовательской работы были полностью соблюдены; 2. Материалы, используемые для исследовательской работы, находятся в	Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Слабые стороны и возможности»: 1. Документы, необходимые для получения достаточного объема информации для анализа, существуют на различных иностранных языках, поэтому их интерпретация требует дополнительной подготовки и временных затрат;

с законами других стран; В3. Изучение технологий и правил снятия с эксплуатации АЭС.	открытом доступе, что позволяет полностью проанализировать и сравнить необходимые данные.	2. Необходимость работы с устаревшими документами, а также с теми, которые требуют модификации для согласования в связи с научно-техническим прогрессом.
Угрозы: У1. Низкий спрос на результаты исследования; У2. Нерелевантность рекомендаций и требований, сформулированных в этом проекте.	Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Сильные стороны и угрозы»: 1. Исследования не использовались во многих приложениях, потому что большинство атомных электростанций во всем мире еще не достигли своего конца или точки остановки. Таким образом, технология и требования безопасности для	Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Слабые стороны и угрозы»: 1. Разработка требований для безопасного обращения с ядерными и радиоактивными материалами при эксплуатации атомных электростанций. 2. Предоставление записей в соответствии с

	снятия с эксплуатации ядерных установок еще предстоит испытать в большинстве стран, которые не закрыли доступ к своим ядерным объектам.	нормативными требованиями к новым пользователям сайта о прошлой деятельности сайта и обеспечении безопасности.
--	--	---

Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта.

План проекта

В рамках планирования исследовательского проекта построен календарный план-график с помощью диаграммы Ганта. В данном случае работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения работ.

Проект исследовательский

- изучение международных документов
- создание требования
- описание разработанных требований

4.2. Планирование управления научно-техническим проектом

4.2.1. Иерархическая структура работ проекта

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта.



Рисунок 8 — Иерархическая структура работ

4.2.2. Планирование этапов и работ по выполнению НИР

Для успешного научного исследования должна быть структура работы между студентом и научным руководителем. Порядок составления правильных этапов и исследования приведен в таблице.

Таблица 4.2.2.—Контрольные события проекта

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания на НИР	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель

Таблица 4.2.2.—Контрольные события проекта продолжается

Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель Студент
	3	Календарное планирование работ по теме	Руководитель Студент
Теоретические и практические исследования	4	Основная часть	Руководитель Студент
	5	Практическая часть	Студент
Обобщение и оценка результатов	6	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель Студент
	7	Составление пояснительной записки	Студент

	8	Подготовка темы к защите	Руководитель Студент
--	---	--------------------------	-------------------------

4.2.3. Контрольные события проекта

Ключевые события исследовательского проекта, их даты и результаты .приведены в таблице

Таблица 4.2.3.— Календарный план проекта

№	Контрольное событие	Дата	Результат (подтверждающий документ)
---	---------------------	------	-------------------------------------

Таблица 4.2.3.— Календарный план проекта продолжается

1	Разработка технического задания на НИР	7.11.2016	Приказ по ФТИ
2	Составление и утверждение технического задания	8.11.2016	Задание на выполнение Исследования
3	Выбор направления исследований	10.11.2016	
4	Подбор и изучение материалов по Теме	28.11.2016	Отчёт
5	Выделение и описание основных этапов обращения с РВ и РАО	9.02.2017	Отчёт
6	Календарное планирование работ	10.02.2017	План работ
7	Формирование требований к безопасному обращению радиоактивных веществ и РАО	17.03.2017	Отчёт

8	Установление требований к безопасному использованию ядерных и радиоактивных материалов при эксплуатации атомной станции на практике	23.03.2017	Отчёт
9	Составление пояснительной записки	23.03.2017-02.05.2017	Пояснительная записка
10	Проверка правильности выполнения ГОСТа пояснительной записки	02.05.2017	

Таблица 4.2.3.— Календарный план проекта продолжается

11	Подготовка к защите	02.05.2017-29.05.2017	
----	---------------------	-----------------------	--

4.3. Бюджет научного исследования

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

- Материальные затраты;
- Основная заработная плата исполнителей темы
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

Расчет материальных затрат

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_M = (1 + kT) \sum_{i=1}^m Ц_i \cdot N_{расхi}, (4.1.)$$

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

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -ого вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, m^2 и т.д.);

$Ц_i$ – цена приобретения единицы i -ого вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./ m^2 и т.д.);

kT – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, принимаются в пределах 15-25 % от стоимости материалов. Примем kT равным 0,2.

Основными затратами в данной исследовательской работе являются затраты на электроэнергию и приобретение канцелярских товаров. Результаты расчётов по затратам на материалы приведены в таблице

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$С = Ц_{эл} \cdot P \cdot F_{об} (4.2.)$$

где $Ц_{эл}$ – тариф на промышленную электроэнергию (5,80 руб. за 1 кВт·ч);

P – мощность оборудования, кВт;

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

Для данной работы затраты для разработки использовался портативный компьютер с мощностью 100 Вт на электроэнергию составляют:

$$С = Ц_{эл} \cdot P \cdot F_{об}$$

$$С = 5,80 \cdot 0,1 \cdot 1920 = 1113,60 \text{ руб}$$

Затраты на электроэнергию составили 1113,60 руб

Таблица 4.3.1. – Материальные затраты

Наименование	Марка, размер	Количество	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб
персональный компьютер	—	1	50000	50000
Электроэнергия	—		5,80	1113,60
Бумага	Лист	150	0,94	141
Печать на листе А4	—	150	1	150
Ручка	Штук	4	45	180

Таблица 4.3.1. – Материальные затратыпродолжается

Доступ в интернет	—	4 месяца	450	1800
Всего за материалы				3384,60
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)				
Итого по статье С _м				53384,60

4.3.1. Основная заработная плата исполнителей темы

Расчет основной заработной платы включает расчет оплаты руководителя, студента-исполнителя по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной

заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада.

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (4.3.)$$

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

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

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

$$З_{осн} = З_{дн} + T_p, \quad (4.4.)$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_d}, \quad (4.5.)$$

где $З_m$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

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

Таблица 4.3.2. – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней: – выходные дни;	52	98

– праздничные дни.	11	11
Потери рабочего времени, дни:		
– отпуск;	56	48
– невыходы по болезни.	-	-
Действительный годовой фонд рабочего времени Фд, дни	246	208

Студент во время прохождения преддипломной практики получает стипендию, равную 2206,70 руб/месяц. Среднедневная стипендия (оплата)составляет:

$$З_{\text{дн}} = \frac{2206,70 \cdot 11,2}{208} = 118,82 \text{ руб/день}$$

Данная научно-исследовательская работа выполнялась под руководством научного руководителя, который имеет должность доцента.

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{ок}} \cdot k_{\text{р}} \quad (4.6.)$$

где $З_{\text{ок}}$ – заработная плата по окладу

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

Таблица 4.3.3 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$З_{\text{м}}$	$K_{\text{р}}$	$З_{\text{ок}}$, руб	$З_{\text{дн}}$, руб	$T_{\text{раб}}$, Раб.дн.	$З_{\text{осн}}$, Руб
Руководитель	26300	1,3	20230,80	1315	8	10520
Студент	2206,7	-	1700	118,82	119	9298
Итого $З_{\text{осн}}$						19818

Основная заработная плата научного руководителя рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда. Отраслевая система оплаты труда в ТПУ предполагает следующий состав заработной платы:

- оклад – определяется предприятием. В ТПУ оклады распределены в соответствии с занимаемыми должностями, например, ассистент, ст. преподаватель, доцент, профессор.
- стимулирующие выплаты – устанавливаются руководителем подразделений за эффективный труд, выполнение дополнительных обязанностей и т.д.
- Иные выплаты: районный коэффициент.

4.3.2. Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = K_{\text{доп}} + З_{\text{осн}}, \quad (4.7.)$$

где $K_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы. Для руководителя и прием $K_{\text{доп}}$ равным 0,15, для студента коэффициент не учитывается.

Результат расчетов представлен в таблице

Таблица 4.3.4. – Расчет дополнительной заработной платы

Заработная плата	Руководитель	Студент
Основная зарплата	34190	9298
Дополнительная зарплата	5128,50	нет
Зарплата исполнителя	39318,50	9298
Итого по статье $C_{зп}$	48616,50	

4.3.3. Отчисления во внебюджетные фонды

Размер отчислений во внебюджетные фонды составляет 30% от суммы затрат на оплату труда работников, непосредственно занятых выполнением исследовательской работы. Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$C_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}) \quad (4.8.)$$

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды составляет:

Для руководителя:

$$C_{внеб} = 0,30 \cdot (10520 + 1578) = 3629,40$$

4.3.4. Накладные расходы

В эту статью включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание, которые могут быть отнесены непосредственно на конкретную тему. Кроме того, сюда относятся расходы по содержанию, эксплуатации и ремонту оборудования, производственного инструмента и инвентаря, зданий, сооружений и др.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) \quad (4.9.)$$

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

Накладные расходы в ТПУ составляют 12-16% от суммы основной и дополнительной зарплаты работников, участвующих в выполнении темы. Примем $k_{\text{накл}} = 12-16\%$ %.

Накладные расходы составляют:

$$C_{\text{накл}} = 0,16 \cdot (12098 + 3629,40 + 9298) = 4004,64 \text{ руб}$$

4.3.5. Формирование бюджета затрат исследовательского проекта

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

Таблица 4.3.5. – Расчёт бюджета затрат исследовательского проекта

Наименование статьи	Сумма, руб
1. Материальные затраты исследования	53384,60
2. Затраты на специальное оборудование	0
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	19818
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей тем	1578
5. Отчисления в внебюджетные фонды	3629,40
6. Накладные расходы	4004,64
Бюджет затрат исследования	82414,64

4.4. Организационная структура проекта

Организационная структура проекта представляет собой временное структурное образование, создаваемое для достижения поставленных целей и задач проекта и включающее в себя всех участников процесса выполнения работ на каждом этапе. Данной исследовательской работе соответствует функциональная структура организации. То есть организация рабочего процесса выстроена иерархически: у каждого участника проекта есть непосредственный руководитель, сотрудники разделены по областям специализации, каждой группой руководит компетентный специалист (функциональный руководитель).

Организационная структура научного проекта представлена на рисунке



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

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности. Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования (см. табл.). Для этого наибольший интегральный показатель

реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (4.10)$$

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

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

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

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

Данные для расчета интегрального финансового показателя представлены в таблице.

Таблица 4.5.1. – Расчет интегрального финансового показателя

Стоимость, руб.		Интегральный финансовый показатель разработки	
Φ_{max}	53000		
$\Phi_{\text{проект}}$	48616,50	Проект	0,91
$\Phi_{\text{аналог1}}$	44241,30	Аналог 1	0,85

$\Phi_{\text{аналог2}}$	53000	Аналог 2	1
-------------------------	-------	----------	---

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

$$I_{pi} = \sum_{i=1}^n a_i \cdot b_i \quad (4.11.)$$

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

a_i – весовой коэффициент i-го варианта исполнения разработки;

b_i – бальная оценка i-го варианта исполнения разработки, устанавливается

экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегральных показателей приводится в таблице

Таблица 4.5.2. – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Баллы		
		Проект	Аналог 1	Аналог 2
Удобство в эксплуатации	0,08	5	3	4
Надежность	0,06	4	4	4
Безопасность	0,09	4	4	4

Соответствие нормативным документам	0,17	5	4	5
Энергосбережение	0,20	4	3	3
Масштаб реализации	0,30	5	3	4
Завершенность результатов	0,10	4	4	4
Итого:	1	4,55	3,42	3,97

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки $I_{исп1}$ определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя. Формула для расчета имеет вид:

$$I_{исп1} = \frac{I_{р-исп1}}{I_{финр}}, \quad I_{исп2} = \frac{I_{р-исп2}}{I_{финр}} \quad (4.12)$$

Таким образом, интегральный показатель всех вариантов исполнения разработки, составил:

$$I_{исп.проект} = \frac{4,55}{0,91} = 5$$

$$I_{исп.Аналог1} = \frac{3,42}{0,85} = 4,02$$

$$I_{исп.аналог2} = \frac{3,97}{1} = 3,97$$

Параметры эффективности разработки представлены в таблице

Таблица 4.5.3. – Сравнительная эффективность разработки

Показатели	Проект	Аналог 1	Аналог 2
Интегральный финансовый показатель разработки	0,91	0,85	1
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработ	4,55	3,42	3,97

отки			
Интегральныйпоказательэффективности	5	4,02	3,97

С учетом рассчитанных интегральных показателей, предлагаемый вариант проекта является наиболее эффективным с позиции ресурсного, финансового и экономического сбережения.