

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 Ядерная физика и технологии

Кафедра Физико-энергетические установки

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Разработка модели системы безопасности ядерного объекта

УДК 621.039.58

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0АМ4В	Парепко Маргарита Сергеевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель	А. В. Годовых			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	М. В. Верховская	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ФЭУ	О. Ю. Долматов	К.ф.-М.Н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ООП

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 Ядерная физика и технологии

Кафедра Физико-энергетические установки

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

О. Ю. Долматов

(Подпись)

(Дата)

(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
0AM4B	Парепко Маргарите Сергеевне

Тема работы:

Разработка модели системы безопасности ядерного объекта	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	26.02.2016 № 1618/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	20.06.2016
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	– аналитический комплекс для подготовки персонала систем физической защиты; – требования к разрабатываемому комплексу: – организация многоуровневого обучения специалистов систем физической; – соответствие нормам и требованиям законодательных актов в области физической защиты ядерных материалов.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	– сбор исходных данных для формирования требований к процессу моделирования системы безопасности; – выделение элементов и подходов к моделированию системы физической защиты; – изучение вопросов концептуального проектирования аналитического комплекса для подготовки специалистов; – выделение особенностей подготовки специалиста посредством аналитического комплекса.

Перечень графического материала	Структурная схема аналитического комплекса для подготовки специалистов систем физической защиты (обязательное)
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	М. В. Верховская
Социальная ответственность	Т. С. Гоголева
Иностранный язык	Я. В. Ермакова
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Методическая основа моделирования систем безопасности	
Разработка аналитического комплекса для подготовки персонала систем безопасности на основе модели системы физической защиты	
Особенности подготовки операторов систем физической защиты при помощи разрабатываемого аналитического комплекса	
Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	
Безопасность использования и анализа данных при помощи электронной вычислительной машины	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.02.2016
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель	А. В. Годовых			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0AM4B	Парепко Маргарита Сергеевна		

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

Студенту:

Группа	ФИО
0AM4B	Парепко Маргарите Сергеевне

Институт	Физико-технический	Кафедра	Физико-энергетические установки
Уровень образования	магистр	Направление/специальность	14.04.02 Ядерная физика и технологии

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

– стоимость ресурсов научного исследования (НИ):	– материально-технических; – энергетических; – информационных; – человеческих.
– нормы и нормативы расходования ресурсов:	– электроэнергии.
– используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений для:	– преподавателей и студентов университета.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

– оценка коммерческого и инновационного потенциала НИ;	– составление карты сегментирования рынка; – формирование оценочной карты для сравнения конкурентных технических решений.
– планирование и формирование бюджета НИ;	– составление иерархической и организационной структуры НИ; – представление плана НИ; – формирование бюджета затрат НИ.
– определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности НИ.	– расчет интегрального финансового показателя, интегрального показателя ресурсоэффективности, интегрального показателя экономической эффективности.

Перечень графического материала:

- таблица сегментирования рынка;
- диаграмма FAST;
- иерархическая структура работ проекта;
- календарный план-график проекта.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	М. В. Верховская	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0AM4B	Парепко Маргарита Сергеевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
0AM4B	Парепко Маргарите Сергеевне

Институт	Физико-технический	Кафедра	Физико-энергетические установки
Уровень образования	магистр	Направление/специальность	14.04.02 Ядерная физика и технологии

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

– описание рабочего места для работы с персональной электронно-вычислительной машиной (ПЭВМ) на предмет возникновения:	– опасных проявлений факторов производственной среды (электрической, пожарной и взрывной природы). – вредных проявлений факторов производственной среды (микроклимат, освещение, шумы, электромагнитные поля, ионизирующие излучения).
– знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме:	– электробезопасность; – пожарная безопасность; – гигиенические требования к ПЭВМ.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

– анализ выявленных вредных производственных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:	– действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ).
– анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности:	– электробезопасность; – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0AM4B	Парепко Маргарита Сергеевна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 126 страниц, 1 рисунок, 22 таблицы, 23 источников, 8 приложений.

Ключевые слова: ядерный объект, система безопасности, система физической защиты, моделирование, несанкционированное действие.

Объектом исследования является модель системы физической защиты на ядерном объекте.

Цель работы – выделение особенностей подготовки оператора с использованием моделируемой системы физической защиты.

В процессе исследования проводился сбор исходных данных для формирования требований к процессу моделирования системы безопасности, выделены элементы и подходы к моделированию системы физической защиты, рассмотрены вопросы концептуального проектирования аналитического комплекса для подготовки специалистов. Выделить особенности подготовки специалиста посредством разрабатываемого аналитического комплекса.

В рамках работы представлен концептуальный проект автоматизированного рабочего места и предлагаемого для обучения программного обеспечения, функционирующего в рамках аналитического комплекса. Сформулированы основные требования к АРМ, выделены подходы к его реализации. Представлены особенности использования и функционирования АРМ, предлагаемого для обучения.

Оглавление

Введение.....	11
1 Методическая основа моделирования систем безопасности	14
1.1 Метод ситуационного моделирования.....	15
1.2 Методика сбора исходных данных для разработки модели системы физической защиты на ядерном объекте	17
1.2.1 Описание ядерного объекта.....	20
1.2.2 Модель нарушителя.....	21
1.3 Подходы к моделированию систем безопасности.....	23
1.3.1 Функциональные возможности моделирования	23
1.3.2 Моделирование компонентов системы безопасности	24
2 Разработка аналитического комплекса для подготовки специалистов систем безопасности на основе модели системы физической защиты	26
2.1 Моделирование системы физической защиты на ядерном объекте	26
2.1.1 Модель ядерного объекта	27
2.1.2 Моделирование комплекса инженерно-технических средств физической защиты	28
2.1.3 Моделирование персонала систем физической защиты.....	33
2.1.4 Моделирование нарушителя.....	34
2.2 Проектирование аналитического комплекса для подготовки специалистов систем безопасности	35
2.2.1 Функциональные модули аналитического комплекса.....	37
2.2.2 Базы данных	38
2.2.3 Особенности функционирования автоматизированного рабочего места в составе аналитического комплекса	38
3 Особенности подготовки операторов систем физической защиты при помощи разрабатываемого аналитического комплекса	41
3.1 Возможности использования автоматизированного рабочего места	41
3.2 Функциональные особенности модуля ситуационного моделирования	42

3.3	Оценка эффективности действий оператора и системы физической защиты	46
4	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	50
4.1	Предпроектный анализ	51
4.1.1	Потенциальные потребители результатов исследования	51
4.1.2	Анализ конкурентных технических решений.....	52
4.1.3	FAST-анализ	55
4.1.4	SWOT-анализ	60
4.2	Инициация проекта	61
4.3	Планирование управлением научно-техническим проектом.....	62
4.3.1	Иерархическая структура работ проекта.....	63
4.3.2	План проекта	63
4.3.3	Бюджет научно-исследовательского проекта.....	63
4.3.3.1	Расчет материальных затрат.....	64
4.3.3.2	Расчёт затрат на специальное оборудование.....	66
4.3.3.3	Расчет основной заработной платы	67
4.3.3.4	Расчет дополнительной заработной платы	70
4.3.3.5	Отчисления во внебюджетные фонды	71
4.3.3.6	Накладные расходы.....	72
4.3.3.7	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	73
4.3.4	Организационная структура проекта.....	73
4.3.5	Матрица ответственности.....	75
4.4	Определение ресурсной, финансовой и экономической эффективности исследования.....	75
5	Безопасность использования и анализа данных при помощи электронной вычислительной машины	79
5.1	Анализ опасных и вредных факторов	80
5.1.1	Требования и организация работ с ЭВМ.....	81
5.1.2	Электробезопасность.....	82

5.1.3 Пожарная и взрывная безопасность.....	83
5.2 Условия безопасной работы.....	85
Заключение	89
Список публикаций студента	91
Список использованных источников.....	92
Приложение А (обязательное) Critical Infrastructure Protection Evaluation	95
Приложение Б (обязательное) Структурная схема аналитического комплекса.....	114
Приложение В (справочное) Базовые источники данных	115
Приложение Г (справочное) Функционально-стоимостная диаграмма	117
Приложение Д (справочное) Матрица SWOT-анализа	118
Приложение Е (справочное) Иерархическая структура работ проекта.....	121
Приложение Ж (справочное) План проекта	122
Приложение И (справочное) Матрица ответственности.....	125

Введение

В настоящее время стоит вопрос нехватки квалифицированных кадров в области использования атомной энергии, что влечет необходимость совершенствования системы подготовки и обучения будущих специалистов атомной отрасли. Студенты высших учебных заведений получают необходимую теоретическую подготовку, как по фундаментальным наукам, так и по профильным дисциплинам. В связи с недостатком практического обучения, будущие специалисты не получают достаточных практических навыков, и оказываются неподготовленными к решению технических задач и выполнению своих прямых обязанностей на рабочем месте.

Одним из важнейших направлений деятельности в области использования атомной энергии, наряду с вопросами обеспечения ядерной и радиационной безопасности на ядерном объекте, является физическая защита ядерных установок, ядерных материалов и пунктов хранения ядерных материалов [1]. Для обеспечения физической защиты на объектах ядерного топливного цикла Российской Федерации реализуется система физической защиты. В свою очередь, построение эффективной системы физической защиты на ядерном объекте невозможна без соблюдения правил физической защиты, и требований, предъявляемых к системам физической защиты. Эти правила и требования устанавливаются нормативными документами, регулирующими деятельность в области использования атомной энергии [2, 3].

Функционирование эффективной системы физической защиты, способной выполнять поставленные задачи [2] и противостоять выделенным угрозам и моделям нарушителя [4], зависит не только от ее технической организации и реализации, но и от процесса управления этой системой. Система физической защиты является автоматизированной системой и требует наличие специалиста – оператора системы физической защиты. Подготовленность оператора, отлаженность его действий и умение управлять комплексом

инженерно-технической средств физической защиты будет напрямую влиять на эффективность системы в целом.

В настоящее время используются специализированные тренажеры для подготовки и обучения операторов блочных пунктов управления – специалистов ядерного объекта, отвечающих за управление ядерным реактором и обеспечение ядерной безопасности [5, 6], но нет доступных аналогов для подготовки персонала службы безопасности ядерного объекта. Поскольку физическая защита является неотъемлемой частью безопасного обращения с ядерными материалами в области использования атомной энергии, наряду с вопросами ядерной безопасности, внимание в данной работе направлено на решение проблемы подготовки операторов системы физической защиты. С учетом влияния подготовленности оператора на эффективную работу всей системы физической защиты в целом, возникает необходимость создания комплексных аналитических тренажеров для подготовки данных специалистов.

Возможности современной техники и технологий позволяют использовать инструменты моделирования для имитации процессов, объектов и их взаимосвязей, давая возможность рассмотрения, изучения, модернизации или изменения объектов моделирования с сохранением свойств и особенностей, присущих тем или иным объектам и процессам в физическом мире. Эта особенность позволяет использовать процесс моделирования для создания модели системы безопасности, в частности системы физической защиты на ядерном объекте. Созданная с помощью инструментов моделирования система безопасности отвечает требованиям, предъявляемым к реальной системе безопасности. Свойства каждого элемента моделируемой системе соответствуют свойствам его реального аналога. Созданная модель и ее составные элементы доступны для изучения и управления, налаживание взаимосвязей и их прослеживания. Соответствие виртуальной и реальной модели системы безопасности позволяют на основе модели системы физической защиты разработать аналитический комплекс для подготовки специалиста (оператора системы физической защиты), который будет изучать систему и управлять ей

при помощи специализированного автоматизированного рабочего места (АРМ), входящего в состав комплекса. Обучение на данном автоматизированном рабочем месте дает возможность решения выделенных и комплексных задач, целевую подготовку оператора в рамках широкого спектра деятельности службы безопасности ядерного объекта.

Целью работы является выделение особенностей подготовки оператора с использованием моделируемой системы физической защиты. Реализуемый на основе применения расширенных адаптивных технологий аналитический комплекс и АРМ в его составе будут обеспечивать полное вовлечение обучаемого человека в процесс подготовки, посредством широкого применения информационных, технических и методических ресурсов.

Для достижения поставленной цели необходимо произвести сбор исходных данных для формирования требований к процессу моделирования системы безопасности, выделить элементы и подходы к моделированию системы физической защиты, рассмотреть вопросы концептуального проектирования аналитического комплекса для подготовки специалистов. Важно выделить особенности подготовки специалиста посредством разрабатываемого аналитического комплекса.

В рамках работы представлен концептуальный проект АРМ и предлагаемого для обучения программного обеспечения, функционирующего в рамках аналитического комплекса. Сформулированы основные требования к АРМ, выделены подходы к его реализации. Представлены особенности использования и функционирования АРМ, предлагаемого для обучения.

Разработанный концептуальный проект будет использован для практической реализации предлагаемого аналитического комплекса и дальнейшего его использования для подготовки студентов Национального исследовательского Томского политехнического университета, обучающихся по направлениям «Безопасность и нераспространения ядерных материалов», «Ядерно-технический контроль и регулирование».

1 Методическая основа моделирования систем безопасности

Осуществление мероприятий по обеспечению безопасности промышленных объектов [7] представляет собой непрерывный процесс. Непрерывное и стабильное функционирование любого объекта невозможно без организации надежной защиты, включающей в себя комплекс мер, направленных на выявление основных угроз и опасных ситуаций, оценки ущерба при осуществлении этих угроз и создания системы безопасности объекта. Безопасность защищаемого объекта – это состояние защищенности объекта от угроз причинения ущерба (вреда) жизни или здоровью людей, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, техническому состоянию [8].

Для организации эффективной защиты необходимо разработать обобщенную концепцию безопасности [9, 10, 11], которая должна быть адаптирована к объекту, исходя из условий его функционирования, расположения, характера деятельности, географического положения, особенностей окружающей среды и других факторов. Концепция безопасности представляет собой общий проект организации технических и организационных мероприятий по защите объекта от прогнозируемых угроз. Исходя из ее положений, разрабатывается проект оснащения объекта инженерно-техническими, специальными и программно-аппаратными средствами безопасности. Концепция обеспечения комплексной безопасности объекта предназначена для решения следующих задач:

- определение целей или предметов защиты;
- определение и оценка угроз;
- разработка и реализация мер защиты.

После разработки концепции безопасности на объекте реализуется система безопасности. Система безопасности (СБ) – это совокупность средств и методов поддержания безопасного состояния объекта, предупреждения,

обнаружения и ликвидации угроз жизни, здоровью и среде обитания, имуществу и информации. При этом необходимость поддержания безопасного состояния объекта, предупреждения, обнаружения и ликвидации угроз определяется основными функциями СБ. СБ включает в себя персонал системы безопасности, средства обеспечения безопасности, организационные мероприятия, осуществляемые на охраняемом объекте [12].

В данной работе под СБ подразумевается система физической защиты, реализуемая на ядерном объекте. Основой изучения систем физической защиты и подготовки специалистов систем физической защиты представлена модель системы физической защиты, реализуемая в рамках модели ядерного объекта. Далее будут представлены подход к моделированию СБ, методическая основа анализа и сбора данных для формирования требований к процессу моделирования.

Также следует отметить, что важным при моделировании системы физической защиты является наличие инструментов по оценке ее эффективности. Используемые для моделирования подходы и конечный программный продукт должны включать различные алгоритмы и методики оценки эффективности, давая возможность их корректирования и дополнения. Обзор и анализ существующих методик по оценке эффективности систем физической защиты представлен в приложении А.

1.1 Метод ситуационного моделирования

Прежде чем перейти к разработке модели системы физической защиты (СФЗ) на ядерном объекте (ЯО), необходимо определить подходы к моделированию. Необходимым в данном случае является наличие инструментария для оценки эффективности СФЗ на объекте, а также возможность использовать модель СФЗ и реализуемое на объекте несанкционированное действие (НСД) в качестве инструмента подготовки специалистов систем безопасности, в частности, операторов СФЗ. Важно

отразить зависимость эффективности СФЗ от действий персонала СФЗ, и влияние подготовленности оператора СФЗ на эффективную работу системы.

В настоящее время перспективным способом решения подобных задач является метод ситуационного моделирования. Такие подходы получили широкое распространение и, наряду с другими методами математического моделирования, позволяют в полном объеме изучать поведение той или иной системы (и протекающих в ней процессов) в интересах выработки рекомендаций по повышению эффективности их функционирования. Задача оценки эффективности СФЗ в постановке ситуационного моделирования сводится к построению комплексной модели объекта, разработке правил функционирования тех или иных элементов исследуемых систем и выполнению вариативного множества расчетов их возможного взаимодействия, включая противостояние «человек – система», с целью выявления наиболее рискованных сценариев развития событий и поиска путей их предупреждения, локализации или пресечения.

В числе требований, предъявляемых к разрабатываемым моделям и принятых в качестве основополагающих в предлагаемой технологии, основной упор делается на следующих аспектах:

- адекватность;
- расширяемость;
- масштабируемость;
- компактность описания;
- интерпретируемость описания неспециалистом.

Под адекватностью в данном случае понимается возможность создаваемых в рамках этой технологии инструментов адекватно описывать предметную область, не принося в такое описание какой-либо системной ошибки. В понятие расширяемости включена возможность пополнения функциональности создаваемого инструментария. Под масштабируемостью подразумевается свойство, обеспечивающее возможность описания разных

типов поведения для одного элемента модели, при этом допускается итерационный процесс создания поведенческой модели с постоянным ее уточнением и дополнением. Под компактностью описания понимается такое описание, в котором минимизируется количество рассматриваемых элементов модели. Интерпретируемость неспециалистом подразумевает, что технология должна быть проста настолько, чтобы ее можно было освоить без длительной подготовки [13].

Подход к описанию сложного поведения объектов, используемый в комплексе средств ситуационного моделирования, позволяет описывать достаточно широкий спектр моделей поведения, включаемых в имитационные модели сложных организационно-технических систем. Основное достоинство такого подхода – его универсальность, которая позволяет использовать его как основу для комплекса инструментальных средств описания сложного поведения систем различного назначения, в данном случае, СФЗ.

1.2 Методика сбора исходных данных для разработки модели системы физической защиты на ядерном объекте

Прежде чем перейти к моделированию ЯО, необходимо подробно изучить его характеристики. Для дальнейшего моделирования СФЗ необходимы полные знания об угрозах, реализуемых различными типами нарушителей. Для получения этой информации воспользуемся известной методикой анализа уязвимости ЯО.

Основной целью проведения анализа уязвимости является определение внутренних и внешних угроз и вероятных способов их осуществления, моделей нарушителя, а также выявления уязвимых мест ядерной установки (ЯУ), пункта хранения ядерного материала (ЯМ) и технологических процессов использования и хранения ЯМ для последующего создания на основании полученных результатов СФЗ.

Результаты анализа уязвимости ЯО используются в качестве исходных данных для проектирования СФЗ ЯО.

Анализ уязвимости проводится для всех действующих ЯО, т.е. предприятий и организаций ядерного комплекса, осуществляющих деятельность по производству, использованию, хранению и утилизации ЯМ, а также для вновь проектируемых и реконструируемых объектов, которые будут заниматься указанной деятельностью. Кроме того, администрация ЯО должна проводить анализ уязвимости в случае увеличения вероятности совершения диверсии или хищения ЯМ. Факторами, увеличивающими такую вероятность, могут быть:

- изменение угрозы на федеральном и региональном уровнях, что определяется соответствующими компетентными органами;
- выявление новых уязвимых мест ЯУ или пункта хранения ЯМ;
- изменение условий эксплуатации ЯУ, технологии производств, условий использования и хранения ЯМ, состояния оборудования;
- реконструкция ЯО (расположенных на нём ЯУ, пунктов хранения ЯМ, зданий, сооружений, помещений, проведение ремонтных работ).

Под угрозами ЯО понимаются потенциальные возможности хищений ЯМ и совершения диверсий в отношении ЯМ, ЯУ, пунктов хранения ядерных материалов (ПХЯМ).

Основными источниками угроз ЯО являются отказы и неисправности оборудования ЯУ, пунктов хранения ЯМ, другого жизненно важного для ЯО оборудования, непрофессиональные или умышленные действия человека.

По отношению к ЯО источники угроз могут быть разделены на внешние, внутренние и комбинированные. Внешние угрозы исходят от лиц, не входящих в состав персонала ЯО и не имеющих права доступа на территорию ЯО. Внешние угрозы реализуются внешним нарушителем. Внутренние угрозы исходят от персонала ЯО и других лиц, допущенных в охраняемые зоны объекта. Внутренние угрозы реализуются внутренним нарушителем. Комбинированные

угрозы исходят одновременно от внешних и внутренних нарушителей, действующих совместно (в сговоре). В общем случае следует предполагать, что нарушители, как внешние, так и внутренние, обладают высокой степенью информированности об особенностях ЯО и СФЗ.

К вероятным способам осуществления угроз ЯО со стороны внешних нарушителей можно отнести следующие:

- нападение и проникновение на ЯО группы террористов с использованием любых возможных транспортных средств, оружия, взрывчатых и зажигательных веществ;
- проникновение группы (толпы) экстремистски настроенных противников атомной энергетики или других видов ядерной деятельности (антиядерных экстремистов) с целью занять ЯУ и совершить НСД в связи с выдвижением политических, экономических или экологических требований;
- повреждение ими жизненно важных для ЯО сооружений и оборудования, расположенных за пределами защищённой зоны, способное привести к опасным радиационным последствиям;
- дистанционный вывод из строя различных электронных систем и систем связи.

К вероятным способам осуществления угроз ЯО со стороны внутренних нарушителей можно отнести хищение ЯМ, рассеяние ЯМ, в том числе, с помощью взрыва, повреждение персоналом ЯО оборудования, устройств или какого-либо их элемента, способное привести к опасным радиационным последствиям, вмешательство в работу вычислительной техники, участвующей в управлении работой ЯУ, или инженерно-технических средств, входящих в состав СФЗ, вывод из строя или изменение заданных параметров используемых технических средств СФЗ любыми доступными способами, воздействие на технические средства.

Внутренние нарушители опасны также тем, что они имеют высокую профессиональную квалификацию, могут обладать не только знанием уязвимых мест ЯУ и СФЗ, но и имеют право доступа к ним и к соответствующей информации [4].

1.2.1 Описание ядерного объекта

Описание ЯО проводится с целью определения и изучения характеристик и особенностей ЯО и находящихся на нём ЯМ, ЯУ и ПХЯМ для того чтобы установить конкретные для данного ЯО предметы физической защиты (ПФЗ), степень их опасности и привлекательности для потенциального нарушителя.

В процессе указанного исследования необходимо описать следующее:

- границы ЯО;
- особенности территориального расположения ЯО;
- топология ЯО;
- основные характеристики и особенности ЯО в целом;
- условия работы ЯО;
- характеристики ЯМ и изделий на их основе, находящихся на объекте;
- характеристики и особенности каждого вида ЯО, ЯУ и ядерного производства.

В процессе описания ЯО следует также учитывать особенности систем ядерной, радиационной, пожарной, технической (технологической) безопасности, физической защиты, учёта и контроля ЯМ, информационной безопасности.

Эта информация может быть получена путём анализа и изучения соответствующей документации, а также в результате осмотра ЯО и обсуждения интересующих вопросов с администрацией и персоналом ЯО. Полученная информация позволит лучше понять пути выполнения требований, которым должна отвечать конкретная СФЗ, функции, которые она должна выполнять, будет способствовать определению уязвимых мест ЯУ и решению вопросов оптимального совмещения мер ФЗ с обеспечением нормального режима работы ЯУ и обеспечением других видов безопасности ЯО [4].

1.2.2 Модель нарушителя

Модель нарушителя представляет собой совокупность его количественных и качественных характеристик и складывается из следующих параметров:

- типы нарушителей, которые могут воздействовать на ЯО;
- цели, преследуемые каждым из типов нарушителей;
- мотивацию нарушителей;
- предполагаемое число нарушителей;
- оснащение, вооружение, используемые транспортные средства, инструменты, принадлежности;
- уровень осведомлённости о ЯО и его уязвимых местах;
- уровень осведомлённости о структуре и функционировании СФЗ;
- уровень подготовленности и технической квалификации;
- тактику и способы действий нарушителей;
- сценарии действий нарушителей и маршруты передвижения.

К основным типам (категориям) нарушителей относятся террористы, антиядерные экстремисты, агрессивно настроенный персонал ЯО, сотрудники ЯО, подвергшиеся воздействию со стороны внешних нарушителей путём подкупа, шантажа или угроз применения силы, сотрудники, обладающие преступными наклонностями, психически нездоровые люди, люди, страдающие «радиофобией».

К целям, которые могут преследовать нарушители, относят хищение ЯМ, диверсию в отношении ЯМ, ЯУ, ПХЯМ, захват заложников, захват ЯУ, ЯМ с целью выдвижения требований путём угрозы совершения НСД, воспрепятствование нормальной деятельности ЯО, хищение конфиденциальной информации об СФЗ.

Мотивы, которые могут побудить потенциальных нарушителей можно разделить на политические (идеологические), экономические (получение материальной выгоды), экологические, личные.

Для достижения поставленных целей внешние нарушители могут использовать:

- вооружение;
- взрывчатые и зажигательные вещества, специальные средства, транспортные средства, снаряжение, специальные инструменты, другое оборудование;
- финансовые средства для подкупа внутренних нарушителей;
- содействие со стороны внутренних нарушителей;
- недостатки в СФЗ.

Следует учитывать, что террористы имеют высокий уровень технической грамотности, опыта и оснащённости.

Тактика действий при проникновении в охраняемые зоны может быть следующей:

- насильственная – подразумевает применение насилия по отношению к людям или повреждение инженерно-технических средств;
- обманная – использование поддельных документов, ключей, идентификаторов личности с целью создать видимость санкционированного доступа;
- скрытая – подразумевает стремление нарушителя остаться незамеченным;
- комбинированная – сочетание различных видов тактик.

Общая модель нарушителя включает пять обобщённых типов потенциальных нарушителей:

- внешний нарушитель первого типа – нарушитель или малочисленная группа уголовных элементов, которые преследуют корыстные интересы;

- внешний нарушитель второго типа – диверсионно-террористическая группа;
- внутренний нарушитель первого типа – сотрудник ЯО из числа обслуживающего персонала, имеющий право доступа на территорию и внутрь вспомогательных сооружений, но не имеющий права постоянного доступа к местам хранения ЯМ и уязвимым местам ЯУ;
- внутренний нарушитель второго типа – сотрудник ЯО, который имеет непосредственный доступ к ПФЗ;
- внутренний нарушитель третьего типа – сотрудник службы безопасности ЯО или личный состав подразделения охраны [4].

1.3 Подходы к моделированию систем безопасности

В рамках данной работы модель СБ, а именно СФЗ ЯО, является основой предлагаемого аналитического комплекса для подготовки оператора СФЗ. Прежде чем перейти к процессу моделирования, необходимо произвести сбор исходных данных для формирования требований к процессу моделирования СБ, выделить элементы и подходы к моделированию СФЗ.

В данной главе представлены особенности и возможности моделирования СБ, подходы к созданию моделей структурах компонентов этих систем, которые будут удовлетворять требования нормативных документов. На основе полученных данных, далее (глава 2) будет представлен подход к моделированию СФЗ на ЯО.

1.3.1 Функциональные возможности моделирования

Для имитации системы безопасности в рамках данной работы был выбран процесс моделирования – создание на основе реальной системы ее компьютерной модели, повторяющей свойства и функции оригинала.

Преимущества моделирования представлены следующими функциональными возможностями:

- визуализация объекта исследования;
- исследование моделируемых процессов и явлений в динамике;
- возможность настраивания модели для проведения эксперимента;
- анализ характеристик исследуемого объекта в процессе моделирования.

Каждая из перечисленных функциональных возможностей процесса моделирования позволяет отразить взаимодействия элементов и составных частей системы, создать максимально приближенную к реальности модель СБ. Это позволит использовать полученную модель для детального изучения всех ее элементов, особенностей их взаимодействия и функционирования в динамике, даст возможность изучить характеристики исследуемой системы. Подробный анализ полученной информации позволит выявить слабые места реализуемой СБ и изъяны в ее управлении. На основе этих данных возможно проводить неоднократное изменение и модернизацию системы, тем самым повышая эффективность системы.

Следует отметить, что процесс использования модели СБ невозможен без наличия модели охраняемого объекта. Модель объекта также должна отражать свойства оригинала, быть доступной для подробного изучения и анализа.

1.3.2 Моделирование компонентов системы безопасности

На начальных этапах моделирования СБ необходимо определить элементы самого процесса: объект, субъект и модель, отражающую взаимодействие объекта и субъекта. Объектом исследования в рассматриваемом процессе моделирования является СБ, субъект – оператор, отвечающий за управление моделью СБ.

Реальная СБ обладает набором свойств, функций и составных элементов, которые при взаимодействии позволяют системе выполнять поставленные цели и задачи – обеспечение сохранности поставленного под контроль предмета охраны. Важно отразить процесс обеспечения безопасности предмета охраны максимально приближенно к реальности в соответствии с требованиями нормативных документов, предъявляемых к системе безопасности и ее функционированию. Следовательно, в модель системы безопасности должны быть включены следующие элементы [12]:

- средства охраны;
- предметы охраны;
- источники угрозы для предметов охраны;
- элемент управления системой безопасности – оператор;
- силы охраны.

Каждый из указанных элементов модели СБ обладает индивидуальным набором возможностей и инструментов. Использование этого функционала позволит максимально приближенно к реальности осуществить моделирование НСД в отношении предмета охраны.

Доступный набор инструментов в составе функциональных возможностей использования модели позволяет оператору получать необходимые знания о работе СБ, о составных элементах и подсистемах. Дает возможность подробно изучить взаимодействия и процессы в ходе функционирования системы, провести моделирование процесса осуществления угрозы в отношении предмета охраны и использование навыков управления средствами охраны. Тем самым, процесс исследования СБ на основе ее модели является инструментом подготовки специалистов, приобретения ими необходимых навыков и знания для управления СБ.

Далее, на основе проведенного анализа и выделенных особенностей моделирования СБ будет представлен подход к моделированию СФЗ ЯО. Использование полученной модели является ключевым подходом к подготовке специалистов СФЗ при помощи предлагаемого аналитического комплекса.

4 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не только масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта трудно, но и коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческого потенциала разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

Целью данного раздела является определение перспективности и успешности научно-исследовательского проекта, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Достижение цели необходимо сформировать концепцию проекта (глава 4), организовать работы по научно-исследовательскому проекту, определить возможные альтернативы проведения научных исследований. Необходимо планирование научно-исследовательских работ, оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

Выполнение научных исследований затрагиваемой области должно строиться на основе подходов и принципов управления проектами.

В работе необходимо представить результаты следующих этапов управления научным проектом [17]:

- предпроектный анализ;
- инициация проекта;
- планирование проекта;

- исполнение проекта.

В данной работе представлена оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения аналитического комплекса, планируемого для использования в целях подготовки и обучения специалистов СБ ЯО.

4.1 Предпроектный анализ

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

В зависимости от категории потребителей (коммерческие организации, физические лица) необходимо использовать соответствующие критерии сегментирования. Например, для коммерческих организаций критериями сегментирования могут быть: месторасположение, отрасль, выпускаемая продукция, размер и др.

Для физических лиц критериями сегментирования могут быть: возраст, пол, национальность, образование, уровень дохода, социальная принадлежность, профессия и др.

Из выявленных критериев целесообразно выбрать два наиболее значимых для рынка. На основании этих критериев строится карта сегментирования рынка.

Для анализа потребительского рынка разрабатываемого аналитического комплекса будут применены следующие критерии: функциональные возможности продукта, уровень внедрения в сферу образования [17].

В качестве продуктов-конкурентов были выбраны программы Контрфорс и Вега-2. Результаты исследования рынка методом сегментирования представлены на схеме (таблица 1).

Таблица 1 – Карта сегментирования рынка программного обеспечения для моделирования систем безопасности

Критерии		Функциональные возможности			
		Оценка эффективност и системы	Моделирован ие НСД	Настройка уровня подготовки	Групповое взаимодейств ие
Уровень внедрения	высокий				
	средний				
	низкий				
Условные обозначения		Аналитический комплекс	Контрфорс	Вега-2	

Анализ сегментов рынка представляемого программного обеспечения показал, что большинство существующих инструментов моделирования систем безопасности недоступны широкому кругу потребителей. Для и их использования необходимо иметь специальные разрешения и формы допуска к уязвимой информации, связанной с функционированием СФЗ и ЯО в целом. Предлагаемый в данной работе продукт, обладая всеми необходимыми функциональными возможностями, займет самый обширный и наименее освоенный рынок потребителей – высшие учебные заведения. Перспективность данной разработки и возможность расширения функциональных возможностей позволит в дальнейшем внедрить разработку непосредственно на предприятия ядерного топливного цикла с целью подготовки, переподготовки и повышения квалификации специалистов.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное

исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках: технические характеристики разработки, конкурентоспособность разработки, уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.), бюджет разработки, уровень проникновения на рынок, финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения [17].

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты. В данном случае, для анализа конкурентных технических решений, помимо предлагаемого в работе аналитического комплекса для подготовки специалистов систем безопасности (ф), были выбраны следующие технические продукты: Контрфорс (к1), Вега-2 (к2).

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -ого показателя.

Оценка конкурентных технических решений представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Вид работ	V_i	Баллы			Конкурентоспособность		
		B_{ϕ}	B_{k1}	B_{k2}	K_{ϕ}	K_{k1}	K_{k2}
Повышение производительности труда пользователя	0,11	5	4	3	0,5	0,4	0,3
Удобство в эксплуатации	0,07	5	3	5	0,35	0,21	0,35
Помехоустойчивость	0,02	0	0	0	0	0	0
Энергоэкономичность	0,03	2	3	3	0,06	0,09	0,09
Надежность	0,06	4	4	4	0,24	0,24	0,24
Уровень шума	0,01	0	0	0	0	0	0
Безопасность	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
Потребность в ресурсах памяти	0,08	3	2	3	0,24	0,16	0,24
Функциональная мощность	0,07	5	4	3	0,35	0,28	0,21
Простота эксплуатации	0,06	4	4	4	0,24	0,24	0,24
Качество интеллектуального интерфейса	0,07	5	5	4	0,35	0,35	0,28
Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,06	5	5	5	0,3	0,3	0,3
Конкурентоспособность продукта	0,06	5	4	4	0,3	0,24	0,24
Уровень проникновения на рынок	0,03	1	5	3	0,03	0,15	0,09
Цена	0,08	5	1	3	0,4	0,08	0,24
Предполагаемый срок эксплуатации	0,02	5	5	5	0,1	0,1	0,1
Послепродажное обслуживание	0,01	1	2	5	0,01	0,02	0,05
Финансирование научной разработки	0,04	3	2	1	0,12	0,08	0,04
Срок выхода на рынок	0,07	1	5	5	0,07	0,35	0,35
Наличие сертификации разработки	0,01	1	5	5	0,01	0,05	0,05
Итого:	1	-	-	-	3,87	3,54	3,61

По результатам проведенного анализа можно сделать вывод, что предлагаемый аналитический комплекс является наиболее оптимальным техническим решением поставленной задачи – обучение операторов СФЗ. Самый широкий набор функциональных возможностей в совокупности с минимальными энергозатратами и простотой эксплуатации делает предлагаемы

продукт безусловным лидером среди конкурентных решений. Ценовая политика и отсутствие необходимости в специализированном оборудовании делает комплекс доступным для широкого использования. Результат эксплуатации дает максимальные показатели эффективности обучения специалистов в широком спектре деятельности СБ ЯО.

4.1.3 FAST-анализ

FAST-анализ – функционально-стоимостной анализ выбранного объекта исследования. Суть метода состоит в том, что затраты, связанные с созданием и использованием любого объекта, выполняющего заданные функции, состоят из необходимых для его изготовления и эксплуатации и дополнительных, функционально неоправданных, излишних затрат. Возникают эти затраты из-за введения ненужных функций, не имеющих прямого отношения к назначению объекта, или связаны с несовершенством конструкции, технологических процессов, применяемых материалов, методов организации труда.

Проведение FAST-анализа предполагает шесть стадий:

- выбор объекта FAST-анализа;
- описание главной функции, основных и вспомогательных функций, выполняемых объектом;
- определение значимости выполняемых функций объектом;
- анализ стоимости функций, выполняемых объектом исследования;
- построение функционально-стоимостной диаграммы объекта и ее анализ;
- оптимизация функций, выполняемых объектом.

Рассмотрим выполнение каждой стадии подробно.

В рамках данной работы в качестве объекта FAST-анализа выступает аналитический комплекс для подготовки операторов СФЗ.

Далее объект анализируется с позиции функционального устройства. Так, при анализе необходимо выделить и описать следующие функции объекта:

- главную функцию (автоматизированное рабочее место);
- основную функцию (имитационный модуль);
- вспомогательную функцию (конструкционный модуль, математический модуль, модуль визуализации, информационно-аналитический модуль) [18].

Характеристика функций исследуемого объекта представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Классификация функций аналитического комплекса

Наименование	Кол-во	Выполняемая функция	Ранг функции		
			главная	основная	вспомогательная
1 АРМ	1	реализация процесса подготовки и обучения специалистов систем безопасности	+		
2 имитационный модуль	1	моделирование процесса несанкционированного действия		+	
3 конструкционный модуль	1	описание объекта и инфраструктуры свойств и характеристик ИТСФЗ			+
4 математический модуль	1	Оценка эффективности СФЗ			+
5 модуль визуализации	1	отображение моделируемого объекта и событий			+

Продолжение таблицы 3

Наименование	Кол-во	Выполняемая функция	Ранг функции		
			главная	основная	вспомогательная
6 информационно-аналитический модуль	1	информационное обеспечение аналитического комплекса			+

Для оценки значимости функций используется метод расстановки приоритетов, предложенный Блумбергом В. А. и Глущенко В. Ф.. В основу данного метода положено расчетно-экспертное определение значимости каждой функции. Результат оценки представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Матрица смежности

Функции	1	2	3	4	5	6
1	=	=	>	>	>	>
2	<	=	>	>	>	>
3	<	<	=	>	>	>
4	<	>	<	=	>	>
5	<	<	>	>	=	>
6	<	<	<	>	>	=
Обозначения:	< – менее значимый		= – одинаковый по значимости		> – более значимый	

Далее, на основе таблицы смежности, необходимо построить матрицу количественных соотношений путем использования следующего правила: 0,5 балла при «<», 1,5 балла при «>», 1 балл при «=». Определение значимости функций производится путем деления балла, полученного по каждой функции, на общую сумму баллов по всем функциям. Результат преобразования и расчетов представлен в таблице 5.

Таблица 5 –Матрица количественных соотношений функций

Функции	1	2	3	4	5	6	Итого	Значимость
1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	4	0,17
2	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	3,5	0,15
3	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,5	3,5	0,15
4	0,5	1,5	0,5	1	0,5	0,5	4,5	0,19
5	0,5	0,5	1,5	0,5	1	0,5	4,5	0,19
6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	3,5	0,15
Обозначения:	< – менее значимый		= – одинаковый по значимости		> – более значимый		23,5	1

Далее оценивается уровень затрат на выполнение каждой функции. Расчет стоимости функций приведен в таблице 6.

Таблица 6 – Определение стоимости функций аналитического комплекса

Наименование	Количество	Выполняемая функция	Стоимость, руб.	Заработная плата, руб.	Себестоимость (вес), руб.
1 АРМ	1	реализация процесса подготовки и обучения специалистов систем безопасности	120000	5000	170000 (0,4)
2 имитационный модуль	1	моделирование процесса несанкционированного действия	-	50000	50000 (0,14)
3 конструкционный модуль	1	описание объекта и инфраструктуры свойств и характеристик ИТСФЗ	-	70000	70000 (0,18)

Продолжение таблицы 6

Наименование	Количество	Выполняемая функция	Стоимость, руб.	Заработная плата, руб.	Себестоимость (вес), руб.
4 математический модуль	1	Оценка эффективности СФЗ	-	45000	45000 (0,12)
5 модуль визуализации	1	отображение моделируемого объекта и событий	-	35000	35000 (0,09)
6 информационно- аналитический модуль	1	информационное обеспечение аналитического комплекса	-	25000	25000 (0,07)
Итого:					395000 (1)

Данная информация используется для построения функционально-стоимостной диаграммы (приложение Г).

Построенная функционально-стоимостная диаграмма позволяет выявить диспропорции между важностью (полезностью) функций и затратами на них.

Явная диспропорция наблюдается для функций 1 (АРМ) и 3 (конструкционный модуль). Для снижения затрат на обеспечение функции в первом случае на первых этапах эксплуатации комплекса возможно сокращение материально-технической базы – использование двух персональных компьютеров и предусмотренного программного обеспечения, вместо заявленных четырех. Подобное сокращение не повлияет на функциональные возможности комплекса, но значительно сократит затраты на закупку оборудования. В дальнейшем, в процессе эксплуатации материально-техническая база комплекса по необходимости может быть дополнена. Затраты на реализацию конструкционного модуля возможно сократить за счет отказа от

услуг сторонних организаций (услуги программистов) и привлечения преподавателей и студентов Томского политехнического университета.

4.1.4 SWOT-анализ

Следующим этапом является комплексный анализ внешней и внутренней среды проекта с помощью технологии SWOT (Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы)), который проводится в несколько шагов.

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

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды [19]. В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Возможно использование этой матрицы в качестве одной из основ для оценки вариантов стратегического выбора. Интерактивная матрица отображена в таблице 7.

Таблица 7 – Интерактивная матрица проекта

Внешние и внутренние факторы		Возможности					Угрозы				
		B1	B2	B3	B4	B5	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
Сильные стороны	C1	0	+	0	0	0	0	-	0	0	+
	C2	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
	C3	+	+	0	+	0	-	-	0	0	0
	C4	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C5	+	0	+	0	+	0	0	-	0	0

Продолжение таблицы 7

Внешние и внутренние факторы		Возможности					Угрозы				
		B1	B2	B3	B4	B5	У1	У2	У3	У4	У5
Слабые стороны	Сл1	-	-	0	0	0	0	0	0	0	-
	Сл2	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0
	Сл3	0	0	0	+	0	-	-	0	0	0
	Сл4	+	0	0	0	+	0	0	-	0	0
	Сл5	0	0	-	0	+	0	0	0	0	0

В рамках третьего этапа должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа (приложение Д), отображающая перспективы развития предлагаемого продукта с учетом его сильных и слабых сторон под влиянием внешних факторов.

4.2 Инициация проекта

В данном разделе необходимо привести информацию о заинтересованных сторонах проекта, иерархии целей и критериях достижения целей. Заинтересованные стороны проекта представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Научный руководитель проекта	Организация учебного процесса при помощи разрабатываемого аналитического комплекса для подготовки
Студент-исполнитель проекта	Участие в организации проекта при обучении в аспирантуре
Кафедра ФЭУ	Наличие новой технологии для подготовки специалистов

Необходимо представить информацию об иерархии целей проекта и критериях достижения целей. Цели и результаты проекта представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Цели и результаты проекта

Цель проекта	Оптимизация процесса подготовки специалистов
Ожидаемые результаты проекта	Эффективная программа по обучению специалистов
Критерии приемки результата проекта	Энергоэкономичность комплекса, низкая трудозатратность, эффективность обучения
Требования	
Доступность использования комплекса для обучения	
Простота эксплуатации разрабатываемого комплекса	
Расширенная методическая база	
Наличие квалифицированных специалистов по обучению	

4.3 Планирование управлением научно-техническим проектом

Планирование управления проектом состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

План управления научным проектом должен включать в себя следующие элементы [20]:

- иерархическая структура работ проекта;
- контрольные события проекта;
- план проекта.

4.3.1 Иерархическая структура работ проекта

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта. В приложении Е представлена ИСР разрабатываемого аналитического комплекса для подготовки операторов СФЗ.

4.3.2 План проекта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный план и календарный план-график проекта для всех исполнителей проекта. В данной работе список исполнителей включает:

- руководителя;
- студента;
- лаборанта.

Необходимо определить ключевые события проекта, определить их даты и результаты, которые должны быть получены по состоянию на эти даты. Информация по событиям проекта представлена в таблице Ж.1 (приложение Ж). Календарный график проекта, построенный при помощи диаграмм Ганта, представлен в таблице Ж.2 (Приложение Ж).

4.3.3 Бюджет научно-исследовательского проекта

При планировании бюджета проекта должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета используется следующая группировка затрат по статьям [19]:

- материальные затраты;

- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

4.3.3.1 Расчет материальных затрат

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}, \quad (2)$$

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, м² и т.д.);

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

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

Затраты на освещение вычисляются следующим образом:

$$Z_{осв} = \frac{(15 \cdot S_f \cdot M \cdot t)}{1000} \cdot C, \quad (3)$$

где S_f – площадь пола (40 м^2);

M – количество часов искусственного освещения в сутки (7 ч);

t – число рабочих дней (276 дней);

C – стоимость 1 кВт/ч электроэнергии (2,35 руб.).

Результаты расчета материальных затрат представлены в таблице 10.

По результатам расчетов получаем:

$$Z_{\text{осв}} = \frac{(15 \cdot 7 \cdot 40 \cdot 276)}{1000} \cdot 2,35 = 2724,12 \text{ руб.} \quad (4)$$

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{элект}} = C_{\text{эл}} \cdot P \cdot F_{\text{об}}, \quad (5)$$

где $C_{\text{эл}}$ – тариф на промышленную электроэнергию (2,35 руб. за 1 кВт/ч);

P – мощность оборудования. кВт;

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

Для данной работы затраты для разработки использовался портативный компьютер с мощностью 85 Вт на электроэнергию составляют:

$$C_{\text{элект}} = 2,35 \cdot 0,085 \cdot 90 \cdot 5 = 8,99 \text{ руб.} \quad (6)$$

Таблица 10 – Материальные затраты

Наименование	Количество, шт.	Цена за ед., руб.	Зм, руб.
Шариковая ручка	2	20	48
Бумажные листы формата А4	500	0,4	240
Карандаш грифельный	1	10	12
Ластик	1	15	18
Картриджи для принтера	1	500	600

Продолжение таблиц 10

Наименование	Количество, шт.	Цена за ед., руб.	Зм, руб.
Набор чертежных инструментов (линейка, транспортир, угольник)	1	30	36
Электроэнергия (кВт/ч)	-	2,35	2733
Итого:			3687

4.3.3.2 Расчёт затрат на специальное оборудование

В данной работе к спецоборудованию, необходимому для организации работ по созданию комплекса, относятся персональные компьютеры в количестве четырех штук. Стоимость каждого компьютера составляет 35000 рублей, срок службы каждого компьютера 4 года.

Затраты на амортизацию оборудования рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{аморт}} = C_{\text{об}}/T,$$

где $C_{\text{об}}$ – стоимость оборудования (руб);

T – срок службы (дней).

$$C_{\text{аморт}} = \frac{35000}{365} = 95,89 \text{ руб./дн.}$$

Оборудование использовалось в течение 90 дней, таким образом, затраты на оборудование:

$$C_{\text{аморт(общ)}} = 95,89 \cdot 90 = 8630,10 \text{ руб.}$$

Таким образом, общие амортизационные затраты проекта составляют 8630,10 рублей. Данные, используемые для расчета, представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Затраты на амортизацию специального оборудования

Специализированное оборудование	Затраты на амортизацию оборудования, руб./день	Время использования оборудования, дней	Общие затраты на оборудование, руб.
Персональные компьютеры	95,89	90	8630

4.3.3.3 Расчет основной заработной платы

Расчет основной заработной платы включает расчет оплаты руководителя, студента-исполнителя и лаборанта информационного отдела 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. Данные по заработной плате приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Расчет заработной платы по окладу

Исполнители работ	Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., руб.	Всего заработная плата по тарифу (окладам), руб.
Руководитель	628	16751
студент	246	4500
Лаборант	594	14584

Статья заработной платы включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (7)$$

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:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot Т_p, \quad (8)$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_d}, \quad (9)$$

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

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 13).

Таблица 13 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент	Лаборант
Календарное число дней	365	365	365
Количество нерабочих дней:	89	98	89
– выходные дни;	81	90	81
– праздничные дни.	8	8	8
Потери рабочего времени, дни:			
– отпуск;	0	0	0
– невыходы по болезни.			
Действительный годовой фонд рабочего времени F _д , дни	276	267	276

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (10)$$

где $З_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

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

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

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

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 14.

Таблица 14 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$З_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$, руб.	$З_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб. дн.	$З_{\text{осн}}$, руб.	M , мес	$F_{\text{д}}$	$З_{\text{эп}}$
Руководитель	16751	0,3	0,2	1,3	32665	1330	10	13300	11,24	276	5353
Студент	4500	-	-	-	5850	246	76	18696		267	18696
Лаборант	14584	0,3	0,2	1,3	28439	1158	14	16212		276	305

Основная заработная плата руководителя (от ТПУ) 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 (см. «Положение об оплате труда», приведенное на интернет-странице Планово-финансового отдела ТПУ).
- стимулирующие выплаты – устанавливаются руководителем подразделений за эффективный труд, выполнение дополнительных обязанностей и т.д.
- иные выплаты; районный коэффициент.

4.3.3.4 Расчет дополнительной заработной платы

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:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}, \quad (11)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы. Для руководителя и лаборанта примем $k_{\text{доп}}$ равным 0,15, для студента коэффициент не учитывается. Результат расчетов представлен в таблице 15.

Таблица 15 – Расчет дополнительной заработной платы

Исполнители	З _{осн} , руб.	З _{доп} , руб.
Руководитель	13300	1995
Студент	18696	0
Лаборант	16212	2432

4.3.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования, пенсионного фонда и медицинского страхования от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

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

На 2016 год в соответствии с [21] установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании [21] для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2016 году водится пониженная ставка – 27,1%. Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 16. Отчисления во внебюджетные фонды не предусмотрены для стипендиальных начислений.

Таблица 16 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	13300	1995

Продолжение таблицы 16

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Лаборант	16212	2432
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды, %	27,1	
Отчисления, руб.	9197	

4.3.3.6 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:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (13)$$

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

Накладные расходы в ТПУ составляют 25-35 % от суммы основной и дополнительной зарплаты работников, участвующих в выполнении темы. Примем $k_{\text{накл}} = 30 \%$. Таким образом, накладные расходы составят:

$$C_{\text{накл(руководитель)}} = 0,3 \cdot (13300 + 1995) = 4588,5 \text{ руб.},$$

$$C_{\text{накл(лаборант)}} = 0,3 \cdot (16212 + 2432) = 5593,2 \text{ руб.}$$

4.3.3.7 Формирование бюджета затрат научно-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 17.

Таблица 17 – Расчет бюджета затрат научного исследования

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Руководитель	Студент	Лаборант
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	13300	5850	16212
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	1995	0	2432
Затраты на отчисления во внебюджетные фонды	4145	0	5053
Накладные расходы	4589	0	5593
Затраты	24029	5850	29290
Материальные затраты	3687		
Затраты на специальное оборудование	8630		
Итого:	71486		

4.3.4 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 1.



Рисунок 1 – Организационная структура работы

4.3.5 Матрица ответственности

Степень ответственности каждого члена команды за принятые полномочия регламентируется матрицей ответственности. Матрица ответственности данного проекта представлена в приложении И.

Степень участия в проекте характеризуется следующим образом:

- ответственный (О) – лицо, отвечающее за реализацию этапа проекта и контролирующее его ход;
- исполнитель (И) – лицо (лица), выполняющие работы в рамках этапа проекта;
- утверждающее лицо (У) – лицо, осуществляющее утверждение результатов этапа проекта (в данной работе не предусмотрен);
- согласующее лицо (С) – лицо, осуществляющее анализ результатов проекта и участвующее в принятии решения о соответствии результатов этапа требованиям.

4.4 Определение ресурсной, финансовой и экономической эффективности исследования

Определение эффективности осуществлялось на основе расчета интегрального показателя эффективности. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности получают в ходе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета, с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения [17].

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{\text{pi}}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (14)$$

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).

Данные для расчет интегрального финансового показателя представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Расчет интегрального финансового показателя

Стоимость, руб.		Интегральный финансовый показатель разработки	
Φ_{max}	77616		
$\Phi_{\text{проект}}$	71486	Проект	0,92
$\Phi_{\text{аналог1}}$	63209	Аналог 1	0,81
$\Phi_{\text{аналог2}}$	77616	Аналог 2	1

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

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

$$I_{\text{pi}} = \sum_{i=1}^n a_i \cdot b_i, \quad (15)$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

n – число параметров сравнения.

Расчет интегральных показателей приводится в таблице 19.

Таблица 19 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Вид работ	Весовой коэффициент	Баллы		
		Проект	Аналог 1	Аналог 2
Повышение производительности труда пользователя	0,19	5	4	3
Удобство в эксплуатации	0,08	5	3	5
Помехоустойчивость	0,02	4	3	3
Энергоэкономичность	0,05	2	3	3
Надежность	0,06	4	4	4
Уровень шума	0,01	4	3	3
Безопасность	0,09	4	4	4
Потребность в ресурсах памяти	0,08	3	2	3
Функциональная мощность	0,17	5	4	3
Качество интеллектуального интерфейса	0,15	5	5	4
Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,1	5	5	5
Итого:	1	4,51	3,93	3,66

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки $I_{испи}$ определяется на основании интегрального показателя

ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя. Формула для расчета имеет вид:

$$I_{\text{исп}i} = \frac{I_{pi}}{I_{\text{исп}i}^{\text{финр}}}. \quad (16)$$

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

$$I_{\text{исп.проект}} = \frac{4,51}{0,92} = 4,90,$$

$$I_{\text{исп.аналог1}} = \frac{3,93}{0,81} = 4,85,$$

$$I_{\text{исп.аналог2}} = \frac{3,66}{1} = 3,66.$$

Параметры эффективности разработки представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Сравнительная эффективность разработки

Показатели	Проект	Аналог 1	Аналог 2
Интегральный финансовый показатель разработки	0,92	0,81	1
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,51	3,93	3,66
Интегральный показатель экономической эффективности	4,90	4,85	3,66

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

Список публикаций студента

1. **Парепко, М. С.** Анализ особенностей взаимодействия в система «нарушитель-СФЗ» [Текст]/ А. В. Годовых, М. С. Парепко, Б. П. Степанов // IV Международная школа-конференция молодых атомщиков Сибири: сборник тезисов докладов / НИ ТПУ, Томск. – Томск, 2013. – С. 62.
2. **Парепко, М. С.** Специальная подготовка персонала СФЗ [Текст]/ А. В. Годовых, М. С. Парепко, Б. П. Степанов // НПК «Молодежь ЯТЦ: наука, производство, экологическая безопасность»: сборник тезисов докладов / ГХК, Железногорск. – Железногорск, 2013. – С. 220-221.
3. **Парепко, М. С.** Разработка аналитического комплекса для подготовки персонала систем физической защиты [Текст]/ А. В. Годовых, М. С. Парепко, С. В. Шаравина// V Международная школа-конференция молодых атомщиков Сибири: сборник тезисов докладов / НИ ТПУ, Томск. – Томск, 2014. – С. 50.
4. **Парепко, М. С.** Разработка физической модели охраняемого объекта [Текст]/ А. В. Годовых, М. С. Парепко // VI Международная школа-конференция молодых атомщиков Сибири: сборник тезисов докладов / НИ ТПУ, Томск. – Томск, 2015. – С. 57.
5. **Парепко, М. С.** Разработка модели системы безопасности ядерного объекта [Текст]/ А. В. Годовых, М. С. Парепко// VIII Международная научно-практически конференция «Физико-технические проблемы в науке, промышленности и медицине»: сборник научных трудов / НИ ТПУ, Томск. – Томск, 2016. – С. 206.
6. **Parepko, M. S.** Physical Model of Secure Facility Development /A. V. Godovых, M. S. Parepko // International Conference “XXI Century: Nuclear Technologies and Nonproliferation Problems”: reports collection / Kazakhstan, Astana. – Astana, 2015. – P. 33-34.
7. **Parepko, M. S.** Analysis of Interaction Peculiarities in the System “OUTSIDER – PPS” // A. V. Godovых, M. S. Parepko, B. P. Stepanov. – Advanced Materials Research, 2015 – Vol. 1084. – P. 609-612.