

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-энергетических установок

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Адаптивная информационная система учета и контроля радиоактивных отходов УДК 621.039.7:004.414.2

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0АМ4В	Бабкин Сергей Дмитриевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Директор ООО «Ап Кварк»	Юшицин К.В.	к.ф.-м.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., доцент		

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
0АМ4В	Бабкину Сергею Дмитриевичу

Тема работы:

Адаптивная информационная система учета и контроля радиоактивных отходов	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	26.02.2016 № 1618/с

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

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	– информационная система учета и контроля радиоактивных отходов; – требования, предъявляемые к качеству обрабатываемых в системе учетных данных; – требования в части функциональности ИС с учетом особенностей системы обращения с РАО объекта внедрения; – требования, предъявляемые со стороны государственных нормативных актов и стандартов в области учета и контроля РАО, информационной безопасности; – требования в части адаптивности ИС к изменяющимся внешним и внутренним условиям функционирования.
---------------------------------	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	– рассмотрение существующей системы государственного учета и контроля РАО; – изучение объекта внедрения, моделирование производственных процессов обращения с РАО и процессов учета и контроля РАО; – формирование требований к разрабатываемой системе; – формирование концепции автоматизации деятельности по учету и контролю РАО объекта внедрения; – разработка структуры программного и технического обеспечения информационной системы; – проведение предварительных испытаний созданной системы и анализ его результатов.
Перечень графического материала	

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:

Введение
Анализ нормативно-правовой базы и существующих решений в области учета и контроля радиоактивных отходов
Методология создания информационной системы учета и контроля радиоактивных отходов на базе тиражируемого программного обеспечения
Реализация информационной системы учета и контроля радиоактивных отходов
Результаты внедрения
Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения
Социальная ответственность
Заключение
Electronic tracking and documentation of containerized radioactive waste

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Директор ООО «Ап Кварк»	Юшицин К. В.	к.ф.-м.н.		01.02.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0AM4B	Бабкин Сергей Дмитриевич		01.02.2016

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

Студенту:

Группа	ФИО
0AM4B	Бабкину Сергею Дмитриевичу

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:	– ОСН

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 интегральных показателей: финансового, ресурсоэффективности, экономической эффективности

Перечень графического материала:

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	14.03.2016
--	------------

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	Бабкин Сергей Дмитриевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
0AM4B	Бабкину Сергею Дмитриевичу

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 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:	– радиационная безопасность; – 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); – средства защиты.
– анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной 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	14.03.2016
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Т. С. Гоголева	к.ф.-м.н.		14.03.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0AM4B	Бабкин Сергей Дмитриевич		14.03.2016

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит: 110 с., 8 рис., 23 табл., 29 источников, 8 прил.

Ключевые слова: радиоактивные отходы, учет и контроль радиоактивных отходов, информационная система учета и контроля радиоактивных отходов, обращение с радиоактивными отходами, проектирование информационных систем.

Объектом исследования является адаптивная информационная система учета и контроля радиоактивных отходов

Целью данной работы являлось автоматизация деятельности эксплуатирующей организации по учету и контролю РАО на базе адаптивной информационной системы.

В рамках работы производилось создание информационной системы учета и контроля РАО на базе тиражируемой модульной программной платформы с применением модельно-ориентированного подхода. На основе результатов моделирования производственных процессов обращения с РАО, процессов учета и контроля РАО, а также выделенных требований со стороны законодательства, была сформирована концепция автоматизации деятельности по учету и контролю РАО, разработана структура программного и технического обеспечения информационной системы.

Система, разработанная на основе полученной в данной работе концепции автоматизации, прошла апробацию на объекте внедрения.

Область применения разработки: учет и контроль РАО в эксплуатирующей организации

Экономическая эффективность разработанного решения заключается в повышении эффективности процедур учета и контроля через минимизацию трудовых и временных затрат, повышение качества учетных данных, снижение дозовых нагрузок на персонал.

Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

информационная система: Совокупность содержащейся в базах данных информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий и технических средств.

контроль радиоактивных веществ и радиоактивных отходов: Контроль наличия и перемещения РВ и РАО, включающий контроль доступа к РВ и РАО, оборудованию и информации, наблюдение за РВ и РАО, проверку санкционированного размещения и перемещения РВ и РАО.

национальный оператор по обращению с радиоактивными отходами: Юридическое лицо, уполномоченное в соответствии с настоящим Федеральным законом осуществлять деятельность по захоронению радиоактивных отходов и иные виды деятельности по обращению с радиоактивными отходами

обращение с радиоактивными отходами: Деятельность по сбору, сортировке, переработке, кондиционированию, перевозке, хранению и захоронению радиоактивных отходов.

отходы радиоактивные: Не предназначенные для дальнейшего использования вещества в любом агрегатном состоянии, в которых содержание радионуклидов превышает минимальные значения, установленные федеральными нормами и правилами.

специализированная организация по обращению с радиоактивными отходами: Юридическое лицо, выполняющее работы и предоставляющее услуги по сбору, сортировке, переработке, кондиционированию, перевозке, хранению радиоактивных отходов, эксплуатации, выводу из эксплуатации или закрытию пунктов хранения радиоактивных отходов

учет радиоактивных веществ и радиоактивных отходов: Определение наличного количества РВ и РАО, составление, регистрация и ведение учетных и отчетных документов.

учетная единица радиоактивных веществ или радиоактивных отходов (учетная единица): Поддающийся идентификации предмет, содержащий РВ или РАО, характеристики которого регистрируют документом и(или) отдельной записью (строкой) в учетных документах РВ или РАО, целостность которого остается неизменной в течение определенного периода времени.

учетные данные: Характеристики РВ и РАО, используемые в учетных документах.

учетные документы: Документы, содержащие данные о наличии, количестве, составе, местонахождении и состоянии РВ и РАО.

фактически наличное количество радиоактивных веществ и радиоактивных отходов: Измеренное или иначе определенное в соответствии с установленными организацией процедурами количество РВ и РАО, фактически имеющееся в наличии в данное время в организации.

характеризация отходов: Определение физических, радиологических свойств отходов с целью определения необходимости их дальнейшей коррекции, обработки или кондиционирования, или же пригодности к дальнейшему манипулированию, переработке, хранению или захоронению.

эксплуатирующая организация в области атомной энергии: Организация, созданная в соответствии с законодательством Российской Федерации и признанная в порядке и на условиях, установленных Правительством Российской Федерации, соответствующим органом управления использованием атомной энергии пригодной эксплуатировать ядерную установку, радиационный источник или пункт хранения и осуществлять собственными силами или с привлечением других организаций деятельность по размещению, проектированию, сооружению, эксплуатации и выводу из эксплуатации ядерной установки, радиационного источника или пункта хранения, а также деятельность по обращению с ядерными материалами и радиоактивными веществами.

Обозначения и сокращения

АРМ – автоматизированное рабочее место

АС – автоматизированная система

АЭС – атомная электростанция

БД – база данных

ГК «Росатом» – Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом»

ЖРО – жидкие радиоактивные отходы

ЗРИ – закрытый радионуклидный источник

ИАЦ – информационно-аналитический центр

ИИ – ионизирующее излучение

ИИИ – источник ионизирующего излучения

ИС – информационная система

ИС ПСО РАО – информационная система поддержки системы обращения с радиоактивными отходами

МЭД – мощность эквивалентной дозы

НО РАО – Национальный оператор по обращению с радиоактивными отходами

ПЭВМ – персональная электронная вычислительная машина

РАО – радиоактивные отходы

РВ – радиоактивные вещества

СГУК РВ и РАО – Система государственного учета и контроля радиоактивных отходов

СКС – структурированная кабельная система

СО – специализированная организация

СОКБ – специализированное опытно-конструкторское бюро

СУБД – система управления базами данных

СУиК ЯМ – Система учета и контроля ядерных материалов

ТРО – твердые радиоактивные отходы

УиК РАО – учет и контроль радиоактивных отходов

ЦОРО – цех по обращению с радиоактивными отходами

ЭО – эксплуатирующая организация

ЯМ – ядерный материал

Оглавление

Введение.....	19
1 Анализ нормативно-правовой базы и существующих решений в области учета и контроля радиоактивных отходов.....	23
1.1 Система государственного учета и контроля радиоактивных веществ и радиоактивных отходов.....	23
1.2 Учет и контроль радиоактивных отходов в организации.....	25
1.3 Обзор существующих разработок в области автоматизации учета и контроля радиоактивных отходов в организации.....	37
2 Методология создания информационной системы учета и контроля радиоактивных отходов на базе тиражируемого программного обеспечения	40
2.2 Выбор подхода к созданию информационной системы.....	43
2.3 Предпроектное обследование объекта внедрения.....	45
2.4 Формирование требований к информационной системе, выбор программной платформы.....	48
2.5 Формирование концепции автоматизации деятельности по учету и контролю радиоактивных отходов.....	50
2.6 Адаптация модулей информационной системы к объекту внедрения.....	54
2.7 Развертывание информационной системы.....	55
2.8 Испытания информационной системы.....	56
3 Реализация информационной системы учета и контроля радиоактивных отходов	56
3.1 Предпроектное обследование объекта внедрения	56
3.4 Формирование требований к информационной системе.....	64
3.5 Формирование концепции автоматизации деятельности по учету и контролю РАО объекта внедрения.....	66
3.12 Разработка структуры программного и технического обеспечения информационной системы.....	68
3.15 Адаптация информационной системы.....	70

5	Результаты внедрения.....	71
6	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения...	71
6.1	Предпроектный анализ.....	72
6.1.1	Потенциальные потребители результатов исследования.....	72
6.1.2	Анализ конкурентных технических решений.....	74
6.1.3	SWOT-анализ.....	74
6.2	Инициация проекта.....	75
6.2.1	Заинтересованные стороны проекта.....	76
6.2.2	Цели и результаты проекта.....	76
6.3	Планирование управления научно-техническим проектом.....	78
6.3.1	Иерархическая структура работ проекта.....	79
6.3.2	Контрольные события проекта.....	79
6.3.3	План проекта.....	80
6.3.4	Бюджет научно-исследовательского проекта.....	81
6.3.5	Организационная структура проекта.....	86
6.4	Определение ресурсной, финансовой и экономической эффективности исследования.....	88
7	Социальная ответственность.....	89
7.1	Анализ опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах.....	92
7.1.1	Гигиенические требования и организация работ с ЭВМ.....	95
7.1.2	Электробезопасность.....	97
7.1.3	Пожарная и взрывная безопасность.....	100
7.1.4	Радиационная безопасность.....	102
7.2	Условия безопасной работы.....	103
	Заключение.....	107
	Список публикаций студента.....	118
	Список использованных источников.....	119

Приложение А (справочное) Electronic tracking and documentation of containerized radioactive waste.....	121
Приложение Б (обязательное) Схема процессов обращения с РАО объекта внедрения.....	146
Приложение В (обязательное) Схема автоматизации деятельности по учету и контролю РАО объекта внедрения.....	147
Приложение Г (обязательное) Схема технического обеспечения ИС учета и контроля РАО.....	147
Приложение Д (обязательное) Схема программного обеспечения ИС учета и контроля РАО.....	148
Приложение Е (справочное) Матрица SWOT-анализа.....	150
Приложение Ж (справочное) Иерархическая структура работ проекта.....	151
Приложение И (справочное) Календарный план проекта.....	152

Введение

Научно-технический прогресс немыслим без развития атомной науки и техники. В различных областях человеческой деятельности – промышленности, медицине, науке, сельском хозяйстве и др., – использование радиоактивных изотопов и ядерных излучений все более расширяется, что сопровождается и ростом количества радиоактивных отходов (РАО).

Ввиду своих свойств РАО представляют собой угрозу для человека и окружающей среды, поэтому требуется осуществление комплекса мер, направленных на обеспечение безопасности их обращения на всех этапах их жизненного цикла. В связи с этим безопасное обращение с РАО является крупнейшей технической, экономической и социальной проблемой, решение которой – одно из основных условий развития атомной энергетики и промышленности. Одной из таких мер является проведение непрерывного учета и контроля РАО, имеющих на предприятии, направленного на обеспечение наличия полной, достоверной, оперативной и актуальной информации о них.

В рамках непрерывного учета и контроля проводится комплексное информационное сопровождение всех технологических и бизнес процессов обращения с РАО: происходит документальный учет и сопровождение выполняемых работ, собираются и документируются данные о состоянии, характеристиках и месторасположении РАО на всех стадиях их жизненного цикла, формируется сопроводительная, учетная и отчетная документация, вырабатываются управленческие решения. Таким образом осуществление деятельности по учету и контролю РАО связано с генерацией, сбором, хранением, обработкой большого количества разнообразной информации.

На практике в большинстве случаев процедуры учета и контроля РАО осуществляются традиционными способами: заполнением бумажных носителей, либо набора различных файлов вручную с некоторой периодичностью. Справки, учетные и отчетные документы по установленным формам подготавливаются также вручную путем выборки, анализа и обобщения данных из электронных

файлов и бумажных носителей. Такой подход к решению задач учета и контроля малоэффективен и неизбежно приводит к недостоверности и несогласованности данных, повышенным трудовым и временным затратам. Таким образом, эффективное решение задач учета и контроля РАО невозможно без автоматизации процессов сбора и обработки информации. Поэтому оправданной является автоматизация процедур учета и контроля с помощью специализированной информационной системы – удобного и эффективного инструмента, дополняющим уже существующие общесистемные решения в области учета и контроля, при реализации этих задач.

Создание такой системы представляет собой совокупность упорядоченных во времени, взаимосвязанных, объединённых в стадии и этапы работ, начиная с анализа необходимости создания такой системы и заканчивая ее вводом в действие.

При разработке проектных решений по созданию информационной системы необходимо:

- учесть весь возможный спектр задач, решаемых с помощью создаваемой системы;
- обеспечить полноту охвата системой всех производственных и бизнес процессов обращения с РАО, а также согласованность с ними;
- учесть особенности обращения с РАО конкретного предприятия;
- базировать порядок создания системы на требованиях и положениях, определенных Государственными стандартами, с обязательным учетом требований и норм, определяемых руководящими и нормативными документами как государственного, так и отраслевого уровня в области учета и контроля.

Этого можно достичь, заложив общие требования к разрабатываемой системе, ее функциональности и архитектуре в ее концепцию, реализующуюся на начальном этапе создания на основе результатов моделирования проблемной области предприятия. Такой подход к созданию системы называется модельно-ориентированным.

В условиях динамичного развития современных предприятий, частых изменениях и реорганизациях технологических и бизнес процессов к системам, посредством которых обеспечивается информационная поддержка какого-либо вида деятельности, предъявляются повышенные требования в части их адаптивности – информационная система в каждый момент времени должна адекватно поддерживать изменения в части технологических и бизнес процессов обращения с РАО, - система должна быть адаптивной.

Цель данной работы – автоматизация деятельности эксплуатирующей организации по учету и контролю РАО на базе адаптивной информационной системы.

Достижение поставленной цели требует выполнения следующих задач:

- рассмотрение существующей системы государственного учета и контроля РАО;
- изучение объекта внедрения, моделирование производственных процессов обращения с РАО и процессов учета и контроля РАО;
- формирование требований к разрабатываемой системе;
- формирование концепции автоматизации деятельности по учету и контролю РАО объекта внедрения;
- разработка структуры программного и технического обеспечения информационной системы;
- проведение предварительных испытаний созданной системы и анализ его результатов.

В данной работе объектом исследования является адаптивная информационная система учета и контроля РАО.

Предметом исследования является процесс создания адаптивной информационной системы учета и контроля РАО.

Научная новизна данной работы заключается в том, что в ней был сформирован и апробирован подход к созданию информационной системы учета и контроля на базе тиражируемой модульной программной платформы.

Результаты данной работы были апробированы на реальном объекте использования атомной энергии. Результаты предварительных испытаний информационной системы, построенной по приведенным в работе концептуальным основам показали, что она пригодна для автоматизации процессов учета и контроля РАО, эффективно выполняет свои функции.

Таким образом, приведенные основы могут в дальнейшем послужить основой для концептуальных проектов разрабатываемых систем, решающих задачи учета и контроля на реальных объектах использования атомной энергии.

Результаты по теме ВКР были представлены на XIII Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Перспективы развития фундаментальных наук» в рамках доклада «Концептуальные основы построения информационных систем учета и контроля радиоактивных отходов»

1 Обзор литературы

1.1 Система государственного учета и контроля радиоактивных веществ и радиоактивных отходов

СГУК РВ и РАО создана в соответствии с Федеральным законом от 21.11.1995 г. №170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» (ст.22).

Целями такой системы являются:

- определение наличного количества РВ и РАО в пунктах (местах) их нахождения, хранения и захоронения,
- предотвращение потерь, несанкционированного использования и хищений,
- предоставление органам государственной власти, управления использованием атомной энергии и государственного регулирования безопасности информации об их наличии и перемещении, а также об экспорте и импорте. [4,5].

Тем самым функционирование СГУК РВ и РАО препятствует несанкционированному использованию РВ и РАО, способствует поддержанию радиационной и экологической безопасности населения и окружающей среды.

К ключевым элементам СГУК РВ и РАО можно отнести:

- органы управления на федеральном, региональном и ведомственном уровнях;
- информационно-аналитические организации и центры сбора, обработки и передачи информации
- инженерно-технические средства
- нормативные правовые акты, регламентирующие деятельность в области учета и контроля РАО [4,5,11].

Согласно статье 15 части 2 федерального закона N 190-ФЗ «Об обращении с радиоактивными отходами», системой предусматривается государственный учет и контроль всех РАО, находящихся на территории РФ [6]. Государственный учет и контроль РАО проводится на трех уровнях: федеральном, региональном и ведомственном. Постановление Правительства

РФ N 1298, уточняет, что государственному учету и контролю подлежат РАО в количествах и с активностью (и/или испускающие ионизирующее излучение с интенсивностью или энергией), величины которых превышают минимальные значения, установленные федеральными нормами и правилами в области использования атомной энергии [7,11].

Источником информации для СГУК РВ и РАО являются организации и их обособленные подразделения, осуществляющие обращение с РАО. В этих целях ЭО осуществляют учет и контроль РАО на месте осуществления деятельности по обращению с РАО, формируют отчетную документацию по установленным формам, и предоставляют ее в информационно-аналитические центры системы. Отчеты представляются на бумажном носителе, а также в электронном виде, либо только в форме электронного документа, скрепленного квалифицированной электронной цифровой подписью.

Формы, сроки и порядок отчетности ЭО в ИАЦ СГУК РВ и РАО регламентированы приказом Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» N 1/19-НПА. В зависимости от сроков (периодичности) подачи отчетов выделяются три информационных потока: оперативная отчетность, годовая отчетность, периодическая инвентаризация.

Оперативная отчетность включает информацию о наличии, изготовлении, образовании, передаче, получении, переработке, кондиционировании, постановке и снятии с учета, изменении состояния, свойств и местоположения РАО, включая перемещение через госграницу. Такой подход позволяет организовать учет и контроль РАО от момента их образования/сбора до размещения их в пунктах долговременного хранения или захоронения, включая все перемещения РАО между подразделениями ЭО, либо между юридическими лицами – тем самым обеспечивается контроль сохранности РАО

Годовая отчетность содержит данные об итогах деятельности организации за отчетный год по обращению с РАО и отработавшим ядерным топливом; выбросам радионуклидов в атмосферу и их сбросу в водные объекты, на рельеф местности или в сети канализации; о наличии загрязненных

радионуклидами территорий, находящихся на промплощадке, в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения отчитывающейся организации. Ведение годовой отчетности позволяет не только контролировать правильность отражения операций по обращению с РАО в оперативной отчетности, но и собирать дополнительную информацию для дальнейшего анализа, в частности о выбросах/ сбросах радионуклидов в окружающую среду;

Периодическая инвентаризация, проводящаяся раз в пять лет для РАО, позволяет не только уточнять данные о наличии и характеристиках отходов в местах их размещения, но собирать дополнительную информацию о характеристиках пунктов хранения.

1.2 Учет и контроль радиоактивных отходов в организации

В целях предотвращения несанкционированного использования РАО, обеспечения радиационной и экологической безопасности, своевременного информирования контролирующих органов, участников процесса обращения с РАО и заинтересованных организаций о его состоянии (характеристиках), текущем месте нахождения, а также экспорте и импорте, все РАО в ЭО должны быть поставлены на учет [10, 12]. Учет и контроль РАО должен вестись на всех этапах их жизненного цикла, с момента:

- их образования;
- перевода из одной категории в другую;
- обнаружения ранее неучтенных;
- получения от другой организации;

до момента:

- утраты;
- их передачи другой организации: СО по обращению с РАО, НО РАО на окончательное захоронение;

– снижения активности до значений ниже установленных федеральными нормами и правилами.

Учет и контроль РАО должен осуществляться в организации и ее подразделениях, осуществляющих обращение с РАО [8].

Для оперативного решения задач учета и контроля РАО на всех этапах обращения в ЭО (либо в ее обособленных подразделениях) реализуется система учета и контроля РАО. Система учета и контроля РАО ЭО является источником информации для СГУК РВ и РАО – отчетная информация передается в ИАЦ СГУК РВ и РАО на бумажном носителе, либо в виде электронного файла.

Таким образом, система учета и контроля РАО в ЭО является неотъемлемой частью СГУК РВ и РАО – локальным уровнем общей государственной системы.

Система учета и контроля РАО в ЭО должна соответствовать федеральным требованиям безопасности, в том числе федеральным нормам и правилам в области использования атомной энергии (НП-067-11) и решать следующие задачи [8]:

- учет образования, перемещения (между подразделениями ЭО, а также по технологическим операциям), убыли (в том числе при передаче СО) РАО;
- учет и контроль РАО, размещаемых в пунктах хранения;
- учет радионуклидов, сбрасываемых со сточными водами;
- учет радионуклидов, выбрасываемых в атмосферу;
- обеспечение оперативности, полноты и достоверности информации о месте нахождения, наличии и состоянии РАО;
- обеспечение своевременного перевода РВ в категорию РАО;
- обеспечение своевременного выявления несанкционированных действий в отношении РАО и информирование об этих действиях ЭО;
- обеспечение расследования инцидентов, связанных с утратой или обнаружением РАО;
- обеспечение своевременного представления отчетов, установленных в СГУК РВ и РАО.

Порядок осуществления учета и контроля РАО в ЭО должен быть регламентирован внутренними распорядительными документами ЭО, содержащими основные принципы и положения учета и контроля РАО, организационную структуру системы, порядок организации работ по учету и контролю, порядок взаимодействия подразделений ЭО по вопросам УиК РАО и т.д.

Осуществление учета и контроля РАО в организации должно быть подчинено следующим основным принципам:

- непрерывность учета и контроля;
- периодичность проведения инвентаризаций;
- определение фактического наличия;
- своевременное документирование результатов операций;
- своевременное выявление нарушений;
- внесение изменений в журналы, акты, накладные, паспорта и иные документы, содержащие учетные данные (далее - учетные документы) с указанием даты и лица, внесшего изменения, с возможностью прочтения ошибочно сделанной записи;
- исправление отчетных данных путем представления новых отчетных документов;
- дифференцированный подход к определению процедур учета и контроля закрытых радионуклидных источников (далее – ЗРИ) с учетом их категорий по потенциальной радиационной опасности [8].

Для проведения учета и контроля выделяются отдельные объекты учета – учетные единицы РАО. Согласно «Основным правилам учета и контроля радиоактивных веществ и радиоактивных отходов в организации» НП-067-11, что учетная единица РАО – поддающийся идентификации предмет, содержащий РАО, характеристики которого регистрируются документом и/или отдельной записью (строкой) в учетных документах РАО, целостность которого остается неизменной в течение определенного периода времени. Идентификация

отдельной учетной единицы подразумевает нанесение на нее визуально- или машиночитаемой маркировки, содержащей уникальный идентификатор учетной единицы.

Для РАО, кроме отработавших ЗРИ, минимальной учетной единицей РАО является упаковка РАО, содержащая отходы, обладающие практически однородным составом, физико-химическими и радиологическими свойствами (что достигается проведением сортировки собранных отходов).

Образованная учетная единица подвергается характеристизации с целью определения физических, радиологических свойств отходов, основными из которых являются активность и радионуклидный состав.

Согласно законодательным требованиям, на каждую учетную единицу (упаковку/ партию РАО) должен быть оформлен паспорт и сопроводительные документы, содержащие сведения о основных характеристиках учетной единицы.

Вся информация об обращении с РАО должна накапливаться в едином хранилище с целью ведения информационной статистической базы данных о количестве и характеристиках РАО, обязательной постановки отходов на учет в СГУК РВ и РАО, формирования аналитических отчетов в различных срезах, формирования отчетных документов установленных форм, предоставляемых органам управления и регулирования безопасности при обращении с РАО.

Работы по учету и контролю проводятся с применением информационной технологии, под которой подразумевается совокупность средств и методов сбора, обработки и передачи данных (первичной информации) использующихся при решении функциональной задачи. Применяемая специалистами по учету и контролю информационная технология может основываться на применении бумажных носителей информации, либо на автоматизированном осуществлении процессов обращения информации с помощью средств вычислительной техники. Информация с локальной системы учета и контроля передается в информационно-аналитический центр СГУК РВ и РАО в виде электронного массива данных, поэтому, согласно [8] учет и контроль РВ и РАО должен

проводиться с использованием информационных технологий, предусматривающих предоставление информации, обмен информацией в электронной форме.

1.3 Обзор существующих разработок в области автоматизации учета и контроля радиоактивных отходов в организации

1.3.1 Единая автоматизированная система учета, контроля и инвентаризации РВ и РАО от СОКБ «Вектор»

Информация по данной системе приведена здесь [10]. Согласно информации, приведенной в данном источнике можно сделать следующие выводы.

Система предназначена для автоматизации процессов в части учета, контроля и инвентаризации РВ и РАО.

С точки зрения технической архитектуры данная система построена по архитектуре «клиент-сервер». Клиентская часть системы является многоуровневой и включает:

- на первом уровне – территориально распределенные по производственным участкам АРМ, информация с которых поступает непосредственно в базу данных системы, находящуюся на сервере системы;
- на втором уровне – АРМ службы по учету и контролю, предназначенные для решения аналитических задач, формирования справок и отчетов, используют сводные данные, поступающие с базы данных системы;
- на третьем уровне – АРМ руководства объектов, предназначенные для утверждения справок и отчетов, решения аналитических задач верхнего уровня, используют сводные данные, поступающие с базы данных системы.

Программное обеспечение данной системы построено по модульному принципу. Модули системы выделены по функциональному признаку, а именно:

- подсистема учета и контроля ТРО и ОНАО;
- подсистема радиоинвентаризации учетных единиц;
- подсистема учета и контроля ЖРО;

- подсистема мониторинга технологических перевозок РАО, ОНАО.

1.3.2 Система контроля и учета РВ и РАО ФГУП «РАДОН»

Краткая информация по данной системе приводится в следующей публикации [10].

В данной работе обозначены особенности ФГУП «РАДОН» в части системы обращения с РАО, а именно – наличие трех форм существования отходов на протяжении процесса обращения:

- первичные формы РАО – РАО, поступающие на предприятие извне, бесхозные РАО и радиоактивные отходы, образующиеся на предприятии в результате перевода РВ в РАО;
- промежуточные формы РАО. К этой группе относятся РАО, являющиеся целевым продуктом работы установок (участков) переработки и отходы, представляющие собой побочные продукты производственной деятельности;
- окончательные формы РАО. Это кондиционированные формы РАО, подготовленные для размещения в сооружениях, предназначенных для их длительного хранения.

Далее приводятся особенности проведения учета и контроля РАО на данном предприятии, определяющиеся масштабами данного предприятия, а также наличием сложной цепочки производственных процессов обращения с РАО, включая серию технологических переделов. К ним, относятся:

- большое количество учетных единиц, находящихся в обращении;
- направление учетных единиц, входящих в состав партии, на различные технологические операции;
- различные сроки проведения технологических операций (ограниченная пропускная способность участков и установок переработки);
- разделение и объединение учетных единиц с формированием новых учетных единиц;

- прекращение существования учетных единиц.

В данной публикации приводится схема электронного оборота документов, оптимизированная под особенности системы обращения с РАО предприятия. Схема основана на применении е-паспорта – основного сопроводительного документа учетной единицы РАО на протяжении всего процесса обращения с РАО на предприятии. Е-паспорт содержит служебные сведения, справочные сведения, результаты расчетов, учетных или подтверждающих измерений. Сведения в е-паспортах меняются в процессе обращения, отражая изменение характеристик упаковок РАО. Архив е-паспортов на производственном участке служит аналогом журнала учета. Для учета операция переработки введен дополнительный документ – карточка переработки, отражающая вход процесса – упаковки РАО, вошедшие в процесс, и выход – вновь сформированные упаковки РАО, содержащие продукт переработки. Для отслеживания истории технологических переделов и направления образованной в результате переработки учетной единицы на следующий этап переработки, е-паспорт на нее оформляется на основе сведений из карточки переработки.

На окончательную форму РАО оформляется отдельный паспорт, содержащий сведения о месте размещения учетной единицы в хранилище, помещающийся в архив.

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

Перспективность научного исследования определяется не только масштабом открытия, но и его коммерческим потенциалом. 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, 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 [1].

В работе необходимо представить результаты следующих этапов управления научным проектом:

- предпроектный анализ;
- инициация проекта;
- планирование проекта;
- исполнение проекта.

В данной работе представлена оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и

ресурсосбережения разрабатываемой адаптивной информационной системы учета и контроля РАО.

2.1 Предпроектный анализ

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

Данная работа была направлена на создание адаптивной информационной системы учета и контроля РАО на базе тиражируемой модульной программной платформы ИС ПСО РАО – специализированного программного обеспечения, разработанного АО «Неолант».

Так как в данном проекте использовано тиражируемое программное обеспечение, то целесообразно анализировать потребительский рынок с позиции потенциала ее внедрения на предприятия различного типа, осуществляющие обращения с РАО. Таким образом для анализа потребительского рынка будут использованы следующие критерии:

- тип объекта внедрения (АЭС, хранилище РАО, радиохимический завод, специализированная организация по обращению с РАО) – функциональное предназначение предприятия (объекта внедрения) и соответствующие ему особенности в части обращения с РАО;
- потенциал внедрения (низкий средний высокий) – степень соответствия функциональных возможностей программного обеспечения особенностям и потребностям предприятия, являющегося потенциальным объектом внедрения информационной системы.

В качестве продуктов-конкурентов были выбраны:

- автоматизированная система учета и контроля (АСУиК) РВ и РАО от специализированного ОКБ «Вектор»;
- система контроля и учета (СКУ) РВ и РАО ФГУП «Радон.»

Результаты исследования рынка методом сегментирования представлены на схеме (таблица 1).

Таблица 1 – Карта сегментирования рынка информационных систем учета и контроля РАО

Критерии		Тип объекта внедрения					
		АЭС		Хранилище РАО	Радиохимический завод	Специализированная организация по обращению с РАО	
Потенциал внедрения	высокий						
	средний						
	низкий						
Условные обозначения			ИС ПСО РАО (АО «Неолант»)		АСУиК РВ и РАО (СОКБ «Вектор»)		СКУ РВ и РАО (ФГУП «Радон»)

Анализ карты сегментирования рынка показывает, что использованная в данном проекте программная платформа обладает наиболее высоким потенциалом внедрения по сравнению с выделенными конкурентными решениями.

Учитывая, что рынок систем подобного класса еще находится в развитии, у программной платформы ИС ПСО РАО, а, следовательно, и у информационных систем, использующих данную платформу как основу, имеется большой потенциал к коммерциализации – потребителями системы являются практически все эксплуатирующие организации, в той или иной степени осуществляющие обращение с РАО.

2.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок позволяет реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов, существующих на рынке и помогает вносить коррективы в научное исследование с целью поддержания конкурентоспособности продукта.

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

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты. В данном случае, для анализа конкурентных технических решений, помимо используемой в работе программной платформы ИС ПСО РАО (ф), были выбраны следующие технические продукты: АСУиК РВ и РАО от СОКБ «Вектор» (к1), СКУ РВ и РАО от ФГУП «Радон» (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 1:

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

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

Критерии	В _i	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
Повышение эффективности процедур учета и контроля РАО	0,09	5	4	3	0,45	0,36	0,27
Функциональная мощность	0,08	5	4	3	0,4	0,32	0,24
Надежность	0,08	4	4	5	0,32	0,32	0,4
Помехоустойчивость	0,07	5	4	5	0,35	0,28	0,35
Адаптируемость	0,07	5	3	2	0,35	0,21	0,14
Защита информации	0,07	4	4	3	0,28	0,28	0,21
Удобство в эксплуатации	0,06	5	3	5	0,3	0,18	0,3
Конкурентоспособность продукта	0,06	5	4	2	0,3	0,24	0,12
Цена	0,05	3	3	4	0,15	0,15	0,2
Простота эксплуатации	0,05	3	4	4	0,15	0,2	0,2
Качество интеллектуального интерфейса	0,05	4	5	3	0,2	0,25	0,15
Интеграция со смежными системами	0,05	5	3	1	0,25	0,15	0,05
Послепродажное обслуживание	0,05	5	5	3	0,25	0,25	0,15
Финансирование научной разработки	0,04	4	4	2	0,16	0,16	0,08
Срок выхода на рынок	0,04	4	4	5	0,16	0,16	0,2
Уровень проникновения на рынок	0,03	3	5	4	0,09	0,15	0,12
Безопасность	0,02	4	4	4	0,08	0,08	0,08
Предполагаемый срок эксплуатации	0,02	5	5	5	0,1	0,1	0,1
Энергоэкономичность	0,01	3	2	3	0,03	0,02	0,03
Наличие сертификации разработки	0,01	5	5	3	0,05	0,05	0,03
Итого:	1	-	-	-	4,42	3,91	3,42

По результатам проведенного анализа можно сделать вывод, что реализация информационной системы учета и контроля РАО на базе программной платформы ИС ПСО РАО является наиболее оптимальным техническим решением поставленной задачи. В пользу этого свидетельствуют высокие показатели в части:

- общего повышения эффективности процедур учета и контроля;

- функциональной мощности;
- надежности;
- помехоустойчивости;
- адаптируемости;
- обеспечения защиты информации.

Данные показатели имеют большой вес по причине требований, предъявляемых к такому классу систем со стороны государственных нормативных актов и стандартов. Таким образом предлагаемый продукт является практически безусловным лидером среди конкурентных решений, его использование в эксплуатирующей организации даст максимальные показатели эффективности автоматизации деятельности по учету и контролю РАО.

2.1.3 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. Сильные и слабые стороны проекта приведены в матрице SWOT-анализа в приложении А.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды [20]. 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 3.

Таблица 3 – Интерактивная матрица проекта

Внешние и внутренние факторы		Возможности					Угрозы				
		В1	В2	В3	В4	В5	У1	У2	У3	У4	У5
Сильные стороны	С1	0	0	+	0	0	+	0	-	+	+
	С2	0	-	+	-	-	+	0	-	-	+
	С3	+	+	+	0	+	+	+	-	-	+
	С4	+	0	+	+	-	0	0	-	-	0
	С5	-	-	+	0	-	+	0	-	+	0
Слабые стороны	Сл1	0	0	0	-	-	-	0	-	+	+
	Сл2	0	-	+	-	-	-	0	-	0	0
	Сл3	0	0	0	-	-	-	+	-	+	+
	Сл4	-	0	+	-	-	-	0	-	-	0
	Сл5	-	+	+	+	-	-	-	+	-	0

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

2.2 Инициация проекта

В данном разделе необходимо привести информацию о заинтересованных сторонах проекта, иерархии целей и критериях достижения целей.

2.2.1 Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Научный руководитель проекта (директор ООО «Ап кварк»)	Выполнение совместного проекта компаний ООО «Ап кварк» и АО «Неолант»
Студент-исполнитель проекта	– Участие в процессе создания информационной системы учета и контроля РАО на реальном объекте использования атомной энергии – Получение практического опыта – Сбор материала для написания магистерской диссертации
Эксплуатирующая организация	Комплексная автоматизация деятельности по учету и контролю РАО
Компания-разработчик программного обеспечения информационной системы (АО «Неолант»)	Результаты проведения предварительных испытаний программного продукта на реальном объекте, методология проектирования и внедрения информационной системы

2.2.2 Цели и результаты проекта

Необходимо представить информацию об иерархии целей проекта и критериях достижения целей. Цели и результаты проекта представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Цели и результаты проекта

Цель проекта	Автоматизация деятельности эксплуатирующей организации по учету и контролю РАО на базе адаптивной информационной системы
Ожидаемые результаты проекта	Создание и предварительная эксплуатация информационной системы учета и контроля РАО
Критерии приемки результата проекта	Разработанная информационная система должна обеспечивать автоматизированное выполнение задач учета РАО на всех этапах их жизненного цикла Разработанная информационная система должна: – соответствовать требованиям нормативных актов и стандартов; – соответствовать системе обращения с РАО объекта внедрения; – соответствовать общесистемным принципам эффективного функционирования информационных систем. По результатам предварительных испытаний информационная система должна продемонстрировать следующие показатели: – повышение эффективности процедур учета и контроля РАО за счет сокращения временных и трудовых затрат; – полнота, достоверность, оперативность и актуальность учетных данных; – ресурсоэффективность.
Требования к результату проекта	Требования:
	Итоги каждого этапа создания информационной системы должны быть отражены в соответствующих отчетах.
	Порядок проведения предварительных испытаний созданной информационной системы должен быть отражен в Программе проведения испытаний
	Результаты предварительных испытаний должны быть отражены в протоколе предварительных испытаний

Продолжение таблицы 5 – Цели и результаты проекта

Требования к результату проекта	Требования:
	В пояснительной записке к магистерской ВКР должны быть отражены: – основные вопросы создания информационной системы; – обзор системы государственного учета и контроля РАО; – обзор существующих решений в области автоматизации учета и контроля РАО; – примененный в работе подход; – результаты исследования системы обращения с РАО объекта внедрения; – требования к создаваемой системе; – результаты проектирования системы; – результаты внедрения системы.

2.3 Планирование управления 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 [4].

План управления научным проектом должен включать в себя следующие элементы:

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

2.3.1 Иерархическая структура работ проекта

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

содержание всего проекта. В приложении Б представлена ИСР в рамках создания информационной системы учета и контроля РАО.

2.3.2 Контрольные события проекта

В рамках данного раздела 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 6.

Таблица 6 – Контрольные события проекта

Контрольное событие	Дата	Подтверждающий документ
Выбор направления исследований	1.02.16	-
Разработка и утверждение технического задания на выполнение ВКР	2.02.16	Задание на выполнение ВКР, Приказ
Календарное планирование работ	4.02.16	Календарный план работ
Подбор и изучение материалов по теме	16.02.16	Отчет
Анализ законодательства в области обращения с РАО	24.02.16	Отчет
Обследование объекта внедрения	10.03.16	Отчет
Моделирование проблемной области предприятия	14.03.16	Отчет
Обоснование необходимости создания информационной системы	15.03.16	Отчет
Определение объекта автоматизации	16.03.16	Отчет
Выделение требований к создаваемой системе	23.03.16	Отчет
Формирование концепции автоматизации	30.03.16	Отчет

Продолжение таблицы 6 – Контрольные события проекта

Контрольное событие	Дата	Подтверждающий документ
Разработка структуры программного и технического обеспечения создаваемой системы	06.04.16	Отчет
Адаптация информационной системы к законодательным требованиям	09.04.16	Отчет
Адаптация информационной системы к системе обращения с РАО объекта внедрения	12.04.16	Отчет
Составление программы предварительных испытаний	14.04.16	Программа предварительных испытаний
Проведение предварительных испытаний	21.04.16	-
Оформление протокола предварительных испытаний	24.04.16	Протокол предварительных испытаний
Анализ результатов разработки и внедрения информационной системы	27.04.16	Отчет
Составление пояснительной записки	7.05.16	Пояснительная записка
Подготовка к защите	10.05.16	Презентация

2.3.3 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.

Календарный план проекта представлен в таблице В.1 (Приложение В).
Календарный график проекта, построенный при помощи диаграмм Ганта, представлен в таблице В.2 (Приложение В).

2.3.4 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:

- 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.

2.3.5 Расчет материальных затрат

Затраты на освещение вычисляются следующим образом:

$$З_{\text{осв}} = \frac{(15 \cdot S_f \cdot M \cdot t)}{1000} \cdot C, \quad (2)$$

где S_f – площадь пола (20 м²);

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

t – число рабочих дней (99 дней);

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

По результатам расчетов получаем:

$$Z_{\text{осв}} = \frac{(15 \cdot 20 \cdot 7 \cdot 99)}{1000} \cdot 2,35 = 488,57 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{элект}} = C_{\text{эл}} \cdot P \cdot F_{\text{об}}, \quad (3)$$

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. Таким образом затраты на электроэнергию составляют:

$$C_{\text{элект}} = 2,35 \cdot 0,085 \cdot 99 \cdot 8 = 158,20 \text{ руб.}$$

Таблица 7 – Материальные затраты

Наименование	Количество, шт.	Цена за ед., руб.	Зм, руб.
Набор канцелярских принадлежностей	1	330	330
Картридж для принтера	1	500	600
Комплект спецодежды и СИЗ	2	2000	4000
Транспортные расходы	-		20100
Затраты на электроэнергию (кВт/ч)	-	2,35	158,20
Затраты на освещение (кВт/ч)	-	2,35	488,57
Итого:			25676,77

2.3.6 Расчёт затрат на специальное оборудование

В данной работе к спецоборудованию, необходимому для проведения работ по созданию информационной системы, относятся персональные компьютеры в количестве 2 штук. Стоимость каждого компьютера составляет 25000 рублей, срок службы каждого компьютера 5 лет.

Затраты на амортизацию оборудования рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{аморт}} = C_{\text{об}}/T, \quad (4)$$

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

T – срок службы (дней).

$$C_{\text{аморт}} = \frac{25000}{5 \cdot 365} = 13,70 \text{ руб./дн.}$$

Оборудование использовалось в течение 99 дней, таким образом, затраты на оборудование:

$$C_{\text{аморт(общ)}} = 13,70 \cdot 99 = 1356,30 \text{ руб.}$$

Таким образом, общие амортизационные затраты проекта составляют 1356,30 рублей. Данные, используемые для расчета, а также его результаты приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Затраты на амортизацию специального оборудования

Специальное оборудование	Затраты на амортизацию оборудования, руб./день	Время использования оборудования, дней	Общие затраты на оборудование, руб.
Персональные компьютеры	13,70	99	1356,30

2.3.7 Расчет заработной платы

Данная статья расходов состоит из заработной платы руководителя работ (таблица 6) по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Заработная плата включает основную заработную плату (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (5)$$

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

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

Основная заработная плата ($З_{осн}$) рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p, \quad (6)$$

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

T_p – продолжительность выполняемых работ, раб. дн. (таблица 9);

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

Результаты расчета основной заработной платы руководителя приведены в таблице

Таблица 9 – Результаты расчета основной заработной платы

Исполнители работ	Продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником T_p , раб. дн.	Среднедневная заработная плата работника $З_{дн}$, руб.	Основная заработная плата работника $З_{осн}$, руб.
Руководитель	6	5336,56	32019,36

Среднедневная заработная плата руководителя рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot М}{F_{\text{д}}}, \quad (9)$$

где $З_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад, руб.;

$М$ – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени, раб. дн. (таблица 10).

Результаты расчета среднедневной заработной платы приведены в таблице

Таблица 10 – Результаты расчета среднедневной заработной платы

Исполнители работ	Месячный должностной оклад работника $З_{\text{м}}$, руб	Количество месяцев работы без отпуска в течение года $М$	Действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей работ, раб. дн.	Среднедневная заработная плата работника $З_{\text{дн}}$, руб.
Руководитель	131040	11,24	276	5336,56

Таблица 11 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель
Календарное число дней	365
Количество нерабочих дней:	89
– выходные дни;	81
– праздничные дни.	8
Потери рабочего времени, дни:	0
– отпуск;	
– невыходы по болезни.	
Действительный годовой фонд рабочего времени $F_{\text{д}}$, дни	276

Месячный должностной оклад:

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

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 месячного должностного оклада руководителя работ приведён в таблице 12.

Таблица 12 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$З_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$, руб
Руководитель	63000	0,3	0,3	1,3	131040

2.3.8 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 примем $k_{\text{доп}}$ равным 0,1. Результат расчетов представлен в таблице 13.

Таблица 13 – Расчет дополнительной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{осн}}$, руб.	$Z_{\text{доп}}$, руб.
Руководитель	32019,36	4802,90

2.3.9 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:

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

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

На 2016 год в соответствии с [2] установлен размер страховых взносов равный 30%. Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	32019,36	4802,90
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды, %	30	
Отчисления, руб.	11046,68	

2.3.10 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 $k_{\text{накл}}$ в ООО «Ап Кварк» составляют 70 % от суммы основной и дополнительной зарплаты работников, участвующих в выполнении работ. Таким образом, накладные расходы составят:

$$C_{\text{накл(руководитель)}} = 0,7 \cdot (32019,36 + 4802,90) = 25775,58 \text{ руб.}$$

2.3.11 Формирование бюджета затрат научно-исследовательской работы

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 15.

Таблица 15 – Расчет бюджета затрат научного исследования

Наименование статьи	Сумма, руб.
Материальные затраты	25676,77
Затраты на специальное оборудование	1356,30
Затраты по основной заработной плате	32019,36
Затраты по дополнительной заработной плате	4802,90
Затраты на отчисления во внебюджетные фонды	11046,68
Накладные расходы	25775,58
Итого:	100677,6

2.3.12 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

2.4 Определение ресурсной, финансовой и экономической эффективности исследования

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

Интегральный показатель финансовой эффективности получают в ходе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования (таблица 16). Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета, с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения [22].

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

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

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 16.

Таблица 16 – Расчет интегрального финансового показателя

Стоимость, руб.		Интегральный финансовый показатель разработки	
Φ_{max}	386244		
$\Phi_{\text{проект}}$	100677	Проект	0,26
$\Phi_{\text{аналог1}}$	122936	Аналог 1	0,32
$\Phi_{\text{аналог2}}$	386244	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 – бальная оценка i-го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегральных показателей приводится в таблице 16.

Таблица 17 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Баллы		
		Проект	Аналог 1	Аналог 2
Повышение эффективности процедур учета и контроля РАО	0,09	5	4	3
Функциональная мощность	0,08	5	4	3
Надежность	0,08	4	4	5
Помехоустойчивость	0,07	5	4	5
Адаптируемость	0,07	5	3	2
Защита информации	0,07	4	4	3
Удобство в эксплуатации	0,06	5	3	5
Конкурентоспособность продукта	0,06	5	4	2
Цена	0,05	3	3	4
Простота эксплуатации	0,05	3	4	4
Качество интеллектуального интерфейса	0,05	4	5	3
Интеграция со смежными системами	0,05	5	3	1
Послепродажное обслуживание	0,05	5	5	3
Финансирование научной разработки	0,04	4	4	2
Срок выхода на рынок	0,04	4	4	5
Уровень проникновения на рынок	0,03	3	5	4
Безопасность	0,02	4	4	4
Предполагаемый срок эксплуатации	0,02	5	5	5
Энергоэкономичность	0,01	3	2	3
Наличие сертификации разработки	0,01	5	5	3
Итого:	1	-	-	-

Таблица 18 – Результаты расчета интегрального показателя ресурсоэффективности разработки

Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	
Проект	4,42
Аналог 1	3,91
Аналог 2	3,42

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

$$I_{испi} = \frac{I_{pi}}{I_{финр}}. \quad (16)$$

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

Таблица 19 – Результаты расчета интегрального показателя эффективности разработки

Интегральный показатель эффективности разработки	
Проект	17
Аналог 1	12,22
Аналог 2	3,42

Параметры эффективности разработки представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Сравнительная эффективность разработки

Показатели	Проект	Аналог 1	Аналог 2
Интегральный финансовый показатель разработки	0,26	0,32	1
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,42	3,91	3,42
Интегральный показатель эффективности разработки	17	12,22	3,42

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

Список публикаций студента

1. Бабкин С.Д., Годовых А.В. Концептуальные основы построения информационных систем учета и контроля радиоактивных отходов [Электронный ресурс] / С.Д. Бабкин, А.В. Годовых // Сборник научных трудов XIII Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Перспективы развития фундаментальных наук». – Томск: Изд-во – Национальный Исследовательский Томский Политехнический Университет, 2016. – Режим доступа: http://science-persp.tpu.ru/Arch/Proceedings_2016_vol_7.pdf – 131 с.
2. Бабкин С.Д., Годовых А.В. Выделение требований к составу и структуре информации, обрабатываемой в автоматизированной системе учета и контроля радиоактивных отходов [текст] / С.Д. Бабкин, А.В. Годовых // Сборник материалов конференции «Актуальные проблемы инновационного развития ядерных технологий». – Северск: Изд-во СТИ НИЯУ МИФИ, 2016. – С. 83