

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

Институт – Физико-технический

Направление – Ядерные физика и технологии

Кафедра – Электроника и автоматика физических установок

Специальность – Электроника и автоматика физических установок

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Тема работы	
РАЗРАБОТКА АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА РАСПРЕДЕЛЕННОГО ХРАНЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ	

УДК 004.415:53.08

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0712	Захаров А.М.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Обходский А.В.	канд. техн. наук		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Меньшикова Е.В.	канд. филос. наук, доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Акимов Д.В.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭАФУ	Горюнов А.Г.	д-р техн. наук, доцент		

Томск – 2017 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Универсальные компетенции</i>	
Р1	Представлять современную картину мира на основе целостной системы естественнонаучных и математических знаний, а также культурных ценностей; понимать социальную значимость своей будущей профессии, обладать высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности, защите интересов личности, общества и государства; быть готовым к анализу социально-значимых процессов и явлений, применять основные положения и методы гуманитарных, социальных и экономических наук при организации работы в организации, к осуществлению воспитательной и образовательной деятельности в сфере публичной и частной жизни.
Р2	Обладать способностями: действовать в соответствии с Конституцией РФ, исполнять свой гражданский и профессиональный долг, руководствуясь принципами законности и патриотизма, правилами и положениями, установленные законами и другими нормативными правовыми актами; к логическому мышлению, обобщению, анализу, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения; понимать основы национальной и военной безопасности РФ; работать в многонациональном коллективе; формировать цели команды, применять методы конструктивного разрешения конфликтных ситуаций; использовать на практике навыки и умения в организации научно-исследовательских и научно-производственных работ.

P3	Самостоятельно, методически правильно применять методы самостоятельного физического воспитания для повышения адаптационных резервов организма и укрепления здоровья, готовностью к достижению и поддержанию должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
P4	Свободно владеть литературной и деловой письменной и устной речью на русском языке, навыками публичной и научной речи. Уметь создавать и редактировать тексты профессионального назначения, владеть одним из иностранных языков как средством делового общения.
P5	Находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и нести за них ответственность; быть готовым к принятию ответственности за свои решения в рамках профессиональной компетенции, принимать решения в нестандартных условиях обстановки и организовывать его выполнение, самостоятельно действовать в пределах предоставленных прав; самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности, развития социальных и профессиональных компетенций.
P6	Применять основные законы естественнонаучных дисциплин, математический аппарат, вычислительную технику, современные методы исследований процессов и объектов для формализации, анализа и выработки решения профессиональных задач.
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P7	Уметь самостоятельно повышать уровень знаний в области

	профессиональной деятельности, приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения; использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт, методы научно-исследовательской и практической деятельности, современные компьютерные технологии и базы данных в своей предметной области; работать с информацией в глобальных компьютерных сетях; оценивать перспективы развития АСУ и АСНИ физических установок (вооружения и техники, процессов и аппаратов атомной промышленности и энергетики), использовать современные достижения в научно-исследовательских работах.
P8	Применять знания о процессах в ядерных энергетических и физических установках, и о технологических процессах ядерного топливного цикла используя методы математического моделирования отдельных стадий и всего процесса для разработки АСУ ТП и АСНИ с применением пакетов автоматизированного проектирования и исследований.
P9	Использовать знания о протекающих процессах в ядерных энергетических установках, аппаратах производств ядерного топливного цикла, теории и практики АСУ ТП, при проектировании, настройке, наладке, испытаниях и эксплуатации современного оборудования, информационного, организационного, математического и программного обеспечения, специальных технических средств, сооружений, объектов и их систем; организовать эксплуатацию физических установок (вооружения и техники, процессов и аппаратов атомной промышленности и энергетики), современного оборудования и приборов с учетом требований руководящих и

	нормативных документов; быть готовым к освоению новых образцов физических установок, составлению инструкций по эксплуатации оборудования и программ испытаний.
P10	Использовать технические средства и информационные технологии, проводить предварительное технико-экономического обоснования проектных расчетов устройств и узлов приборов и установок, расчет, концептуальную и проектную проработку программно-технических средств АСУ ТП и АСНИ, применять методы оптимизации, анализа вариантов, поиска решения многокритериальных задач с учетом неопределенностей объекта управления, разрабатывать способы применения программно-технических средств АСУ ТП и АСНИ, решать инженерно-физические и экономические задачи, применяя знания теории и практики АСУ, включающее математическое, информационное и техническое обеспечения, для проектирования, испытания, внедрения и эксплуатации АСУ ТП и АСНИ.
P11	Понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, соблюдать основные требования безопасности и защиты государственной тайны; выполнять мероприятия по восстановлению работоспособности физических установок (вооружения и техники, процессов и аппаратов атомной промышленности и энергетики) при возникновении аварийных ситуаций, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения; проводить анализ и оценку обстановки для принятия решения в случае возникновения аварийных ситуаций, экологическую безопасность, нормы и правило производственной санитарии, пожарной, радиационной и ядерной безопасности.

P12	Разрабатывать проекты нормативных и методических материалов, технических условий, стандартов и технических описаний средств АСУ ТП и АСНИ, регламентирующих работу в сфере профессиональной деятельности; осуществлять разработку технического задания, расчет, проектную проработку современных устройств и узлов приборов, установок (образцов вооружения, программно-технических средств АСУ ТП и АСНИ), использовать знания методов анализа эколого-экономической эффективности при проектировании и реализации проектов.
P13	Использовать в профессиональной деятельности нормативные правовые акты в области защиты государственной тайны, интеллектуальной собственности, авторского права и в других областях; осуществлять поиск, изучение, обобщение и систематизацию научно-технической информации, нормативных и методических материалов в сфере своей профессиональной деятельности.
P14	Проявлять и активно применять способность к организации и управлению работой коллектива, в том числе: находить и принять управленческие решения в сфере профессиональной деятельности; разрабатывать планы работы коллективов; контролировать соблюдение технологической дисциплины, обслуживания, технического оснащения, размещения технологического оборудования; организовывать учет и сохранность физических установок (вооружения и техники), соблюдение требований безопасности при эксплуатации; использовать основные методы защиты персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий.

P15	Демонстрировать способность к осуществлению и анализу научно-исследовательских, технологических и пуско-наладочных работ, разработке планов и программ их проведения, включая ядерно-физические эксперименты, выбору методов и средств решения новых задач с применением современных электронных устройств, представлению результатов исследований и формулированию практических рекомендаций их использования в формах научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных работ; выполнять полный объем работ, связанных с техническим обслуживанием физических установок с учетом требований руководящих и нормативных документов.
-----	---

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

Институт – Физико-технический
Направление – Ядерные физика и технологии
Кафедра – Электроника и автоматика физических установок
Специальность – Электроника и автоматика физических установок

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой ЭАФУ ФТИ
_____ А.Г. Горюнов
«3» октября 2016 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломной работы

Студенту:

Группа	ФИО
0712	Захаров А.М.

Тема работы:

Разработка аппаратно-программного комплекса распределенного хранения экспериментальных данных

Утверждена приказом директора ФТИ	от 31.10.2016 № 9286/с
--	------------------------

Дата сдачи студентом выполненной работы	23 января 2017 г.
--	-------------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объектом исследования является аппаратно-программный комплекс распределенного хранения экспериментальных данных. Требования к разрабатываемому аппаратно-программному комплексу: 1. Аппаратно-программный комплекс должен обеспечивать функционирование программного пакета моделирования материалов. 2. Для хранения экспериментальных данных должна применяться реляционная модель данных. 3. Для реализации функций распределенного хранения данных должны применяться FTP -сервер и однотипные СУБД. 4. Должен быть разработан алгоритм передачи
---------------------------------	--

	файлов по сети с использованием протокола FTP, при помощи хранимой процедуры СУБД. 5. Для унификации экспериментальных данных должен применяться транспортный файл формата xml. 6. Для работы пользователя с аппаратно-программным комплексом должно быть разработано клиентское приложение, реализующее основные операции: параметрический поиск данных в распределенных базах данных, сохранение результатов экспериментов в базах данных. 7. Форма задания поисковых запросов – графическая с указанием значений в виде текста или выбором значения из выпадающего списка возможных значений. 8. Максимальный объем сохраняемых экспериментальных данных в базе должен определяться емкостью носителя информации - НЖМД. 9. Типы сохраняемых экспериментальных данных – разнородные (.txt, exe, .xml и др.). 10. Время выполнения операции однократного сохранения данных с одного эксперимента в базе данных аппаратно-программного комплекса – менее 2 с. 11. Программное обеспечение должно функционировать на базе ОС Windows, Linux.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	– Аналитический обзор сетевых архитектур для сохранения экспериментальных данных. – Анализ моделей для сохранения экспериментальных данных. – Разработка обобщенной структуры аппаратно-программного комплекса хранения экспериментальных данных. – Разработка структуры модели данных для функционирования программного пакета моделирования материалов. – Разработка структуры разметки транспортного файла. – Разработка структуры и алгоритмов функционирования клиентского приложения и хранимой процедуры СУБД. – Проведение автономных и комплексных испытаний аппаратно-программного комплекса. В результате выполнения дипломной работы разработан комплекс программных и технических решений для распределённого хранения экспериментальных данных, формируемых в программном пакете моделирования материалов.

Перечень графического материала	Схема структурная аппаратно-программного комплекса распределенного хранения экспериментальных данных (обязательная). Схема разметки транспортного файла. Схема логической структуры базы данных (обязательная). Схема структуры клиентского приложения (обязательная). Схема алгоритма функционирования аппаратно-программного комплекса распределенного хранения экспериментальных данных (обязательная). Схема алгоритма функционирования клиентского приложения (обязательная). Схема алгоритма функционирования хранимой процедуры СУБД (обязательная). Чертеж формы графического интерфейса пользователя клиентского приложения (обязательный).
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	доцент, канд. филос. наук Меньшикова Е.В.
Социальная ответственность	ассистент, Акимов Д.В.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	3 октября 2016 г.
---	-------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Обходский А.В.	канд. тех. наук		3.10.16

Задание принял к исполнению студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0712	Захаров А.М		3.10.16

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 137 с., 21 рис., 18 табл., 69 источников, 6 прил.

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС, МОДЕЛИРОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ, РАСПРЕДЕЛЕННОЕ ХРАНЕНИЕ ДАННЫХ, СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БАЗАМИ ДАННЫХ

Цель работы – обеспечить функции распределенного хранения разнородных данных, получаемых в ходе проведения экспериментов по компьютерному моделированию материалов.

При решении задач ВКР проведен анализ существующих моделей, обеспечивающих хранение экспериментальных данных, выполнена оценка их применимости для сохранения результатов экспериментов компьютерного моделирования материалов. Проведены исследования архитектур для построения систем хранения данных. Проведен анализ СУБД, как основного инструмента управления потоками экспериментальных данных. Разработана схема структуры распределенного АПК. Сформирована реляционная модель данных эксперимента, для которой определены сущности. Разработан алгоритм хранения данных, управляемый при помощи СУБД PostgreSQL. Для передачи данных в распределенном АПК разработана спецификация транспортного XML-файла. Разработана хранимая процедура СУБД, выполняющая функции передачи данных между узлами распределенного АПК и клиентское приложение для организации работы пользователя.

Результатом работы является аппаратно-программный комплекс распределенного хранения данных, разработанный для применения в составе программного пакета моделирования материалов. Были проведены испытания разработанных алгоритмов распределенного хранения экспериментальных данных.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В данной работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.004–91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1).

ГОСТ 12.1.030–81 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.

ГОСТ Р 12.1.019–2009 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

ГОСТ 12.1.005–88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

НПБ 105–03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

ГН 2.1.6.1338–03 Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.

СН 2.2.4/2.1.8.562–96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы.

СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

В данной работе применены следующие сокращения:

аппаратно-программный комплекс; АПК.

база данных; БД.

источник бесперебойного питания; ИБП.

клиентское приложение; КП.

операционная система; ОС

персональная электронно-вычислительная машина; ПЭВМ.

программный пакет моделирования материалов; ПП.
система управления базами данных; СУБД.
транспортный файл; ТФ.
хранимая процедура; ХП.
direct attached storage; DAS.
extensible markup language; XML.
file transfer protocol; FTP.
local area network; LAN.
network attached storage; NAS.
storage area networks; SAN.
strengths, weaknesses, opportunities, threats; SWOT.
structured query language; SQL.
wide area network; WAN.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	18
1 Аналитический обзор информационных источников	20
1.1 Актуальность работы	20
1.2 Анализ современных подходов для создания систем хранения данных	21
1.3 Анализ моделей организации данных для программного пакета моделирования материалов	25
1.4 Оценка применения СУБД как основного элемента управления и структурирования данных	29
1.4.1 Применение СУБД Oracle Database для построения систем хранения данных	29
1.4.2 Применение СУБД MySQL для построения систем хранения данных	31
1.4.3 Применение СУБД PostgreSQL для построения систем хранения данных	33
1.4.4 Сравнительный анализ СУБД	35
1.5 Выводы по разделу	36
2 Разработка аппаратно-программного комплекса распределенного хранения экспериментальных данных	39
2.1 Применение реляционной модели при компьютерном моделировании материалов	39
2.2 Структура комплекса технических средств АПК	42
2.3 Алгоритм работы АПК	45
2.4 Разработка алгоритмов функционирования АПК	48
2.4.1 Алгоритм функционирования клиентского приложения АПК	48
2.4.2 Алгоритм функционирования хранимой процедуры	55
2.5 Программная реализация разработанных компонентов АПК	57
2.5.1 Программная реализация клиентского приложения	57
2.5.2 Программная реализация хранимой процедуры	58
2.6 Выводы по разделу	60

3 Проведение экспериментальных исследований аппаратно-программного комплекса распределенного хранения экспериментальных данных	62
3.1 Программа экспериментальных исследований	62
3.2 Методики проведения исследований	65
3.3 Выводы по разделу	70
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	72
4.1 Необходимость определения коммерческой ценности разработки	72
4.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	72
4.3 SWOT-анализ	74
4.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации	76
4.5 Выбор метода коммерциализации результатов научно технического исследования	78
4.6 Инициация проекта	78
4.6.1 Определение целей и результатов проекта	78
4.6.2 Определение организационной структуры проекта	80
4.6.3 Определение ограничений и допущений проекта	81
4.7 Составление календарного плана проекта	81
4.8 Бюджет проекта	82
4.8.1 Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	82
4.8.2 Заработная плата сотрудников	83
4.8.3 Отчисления на социальные нужды	87
4.8.4 Накладные расходы	87
4.9 Реестр рисков проекта	91
4.10 Оценка сравнительной эффективности исследования проекта	92
5 Социальная ответственность	97
5.1 Необходимость охраны труда на рабочем месте	97
5.2 Характеристика вредных и опасных факторов при проведении экспериментальных исследований	98

5.3 Обеспечение пожаробезопасности в лаборатории	99
5.4 Обеспечение электробезопасности в лаборатории	100
5.5 Обеспечение санитарно-гигиенических норм при работе на ПЭВМ	100
5.5.1 Обеспечение допустимого уровня электромагнитного и радиационного излучений	100
5.5.2 Обеспечение допустимого микроклимата в лаборатории	101
5.5.3 Обеспечение уровня шума	102
5.5.4 Обеспечение норм освещенности	102
5.6 Выводы по разделу	105
Заключение	107
Список использованных источников	110
Приложение А. Логическая структура модели данных	118
Приложение Б. Список таблиц базы данных	119
Приложение В. Физическая структура транспортного файла	122
Приложение Г. Руководство пользователя клиентского приложения	123
Приложение Д. Код хранимой процедуры СУБД	130
Приложение Е. Презентационный материал	На отдельных листах
Титульный лист	
Актуальность работы	
Цели и задачи	
Применение разрабатываемого АПК в программном пакете моделирования материалов	
Типы сохраняемых экспериментальных данных	
Применение реляционной модели данных для структурирования экспериментальных данных	
Современные подходы к построению АПК	
Структура комплекса технических средств	
Структура программного обеспечения АПК	
Обоснование выбора СУБД	
ПО АПК. Клиентское приложение	

ПО АПК. Графический интерфейс пользователя клиентского приложения
Обобщенный алгоритм функционирования АПК
Алгоритм сохранения данных
Инструментальное ПО для разработки АПК
Проведение экспериментальных исследований
Результаты экспериментальных исследований
Экономическая эффективность разработки
Результаты работы
Публикации по результатам дипломной работы
Диск CD-R.....в конверте на обороте обложки
ФЮРА 421221.003ПЗ Пояснительная записка ВКР. Файл Захаров_ВКР.doc
643.ФЮРА.00013–01.81.01. Проектный файл клиентского приложения
ClientApp.pro
643.ФЮРА.00013–01.81.01. Схема разметки транспортного файла UTF.txt
Презентация к ВКР. Файл Захаров_ВКР_презентация.pptx

ВВЕДЕНИЕ

При проведении экспериментальных исследований по компьютерному моделированию материалов, генерируются терабайты выходных данных. При этом суммарный объем данных помимо результатов моделирования включает в себя так же информацию о методах расчета, расчетных параметрах и другую важную информацию. Проблема передачи, хранения, защиты и управления данными возрастает в условиях роста их объема. Для оптимизации аппаратных ресурсов хранения и организации доступа к данным используются специализированные подходы хранения и структурирования данных с использованием сетевых хранилищ данных. Любая организованная система для хранения данных имеет устройства хранения информации, инфраструктуру доступа к этим устройствам, программное обеспечение для управления хранением, а также систему управления и мониторинга.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка аппаратно-программного комплекса распределенного хранения экспериментальных данных применяемого для функционирования программного комплекса моделирования материалов. Актуальность решаемых в ВКР задач обусловлена необходимостью разработки нового решения для применения его в программном пакете моделирования материалов, разрабатываемого на кафедре ЭАФУ ТПУ. Работа выполнена в рамках проекта прикладных научных исследований и экспериментальных разработок на кафедре ЭАФУ при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации.

					643.ФЮРА.00013-01 81 01				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разраб.		Захаров			Введение	Лит.	Лист	Листов	
Провер.		Одходский							
Консульт.						ТПУ ФТИ			
Н. Контр.		Ефремов				Группа 0712			
Утверд.		Горюнов							

Программный пакет оперирует с большим количеством гетерогенных данных, относящихся к экспериментам по моделированию материалов, поэтому для последующей обработки этих данных, необходимо создание единых алгоритмов структурированного хранения больших объемов экспериментальных данных, с прицелом на снижение нагрузки на ресурсы ЭВМ пользователей, доступа к данным и управления. Упомянутые алгоритмы выполнены в виде программно-аппаратного комплекса, описываемого в данной работе. Для хранения данных в разработанном аппаратно-программном комплексе организуется распределенная сеть хранения данных, где могут быть использованы ресурсы хранения ЭВМ пользователей (то есть локальные серверы), любые другие удаленные серверы доступные для работы и выделенный сервер хранения данных, который входит в состав аппаратно-программного комплекса.

1 Аналитический обзор информационных источников

1.1 Актуальность работы

В подразделе представлено краткое изложение проведённых при выполнении ВКР аналитических исследований. Эти сведения необходимы для формирования общего представления об актуальности проведённой работы, используемых в проекте технических и программных решениях.

Представленный в ВКР аппаратно-программный комплекс (АПК) разработан в рамках проекта прикладных научных исследований и экспериментальных разработок по созданию программного пакета (ПП) моделирования материалов, который реализуется на кафедре ЭАФУ ТПУ при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации. В ПП формируются различные экспериментальные данные: результаты экспериментов, данные о расчетных методах моделирования, расчетные параметры, данные о времени и месте проведения эксперимента, а также исследователях [1, 2]. Указанную совокупность данных необходимо сохранять в полном объеме, так как зачастую неизвестно, какие из них и когда могут понадобиться исследователю в будущем [3]. Для оптимизации аппаратных ресурсов хранения, организации доступа к данным и структурирования данных в ПП интегрировано комплексное решение – АПК распределенного хранения данных, выполняющий функции распределенной системы хранения данных (СХД) [4, 5].

					643.ФЮРА.00013-01 81 01		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Захаров			Аналитический обзор информационных источников		
Провер.		Одходский					
Консульт.							
Н. Контр.		Ефремов					
Утверд.		Горюнов					
						Лит.	Лист
							Листов
						ТПУ ФТИ	
						Группа 0712	

Основной причиной применения подобных систем в разных областях научных исследований, в том числе и при моделировании материалов, является лавинообразный рост экспериментальных данных. Емкости жестких дисков в используемых отдельных ЭВМ может быть недостаточно для сохранения всего объема информации, поэтому технически и экономически выгодным является введение системы, использующей для хранения данных распределенные ресурсы памяти – серверы хранения данных или ЭВМ отдельных пользователей [6, 7].

Для разработки АПК, представленного в ВКР, проведен аналитический обзор информационных источников, в ходе которого были рассмотрены существующие решения в части физической реализации архитектуры системы хранения данных, модели данных для структурирования разнородных экспериментальных данных, механизмы применения СУБД как основного элемента управления и структурирования данных.

1.2 Анализ современных подходов для создания систем хранения данных

Физическая архитектура СХД подразумевает то, какие технологии и аппаратные средства используются для осуществления физического хранения данных, доступа к данным, управления потоками данных внутри системы хранения данных, сопряжения устройств в единую систему.

Существует несколько распространённых архитектур СХД, они разделяются в зависимости от физической организации самого хранилища данных, отчего обладают рядом специфических особенностей. Основным различием архитектур СХД является подход к организации совместной работы устройства доступа – сервера, и устройств хранения данных.

СХД с прямым подключением (Direct Attached Storage или DAS) представляет собой жесткие диски (каждую подключенную сборку жестких дисков, которую можно представить, как автономную СХД), непосредственно

подключенные к вычислительной системе, при помощи контроллера шины, например, RAID-контроллера [7]. Доступ к ресурсам хранения (жестким дискам) осуществляется через одно устройство – сервер доступа. Типовая архитектура DAS изображена на рисунке 1.1.

Преимуществом данных систем является их низкая стоимость относительно других архитектур СХД, простота конфигурирования оборудования. К сильным сторонам можно отнести безопасность данных от несанкционированного проникновения, ввиду необходимости защищать только одну точку доступа.

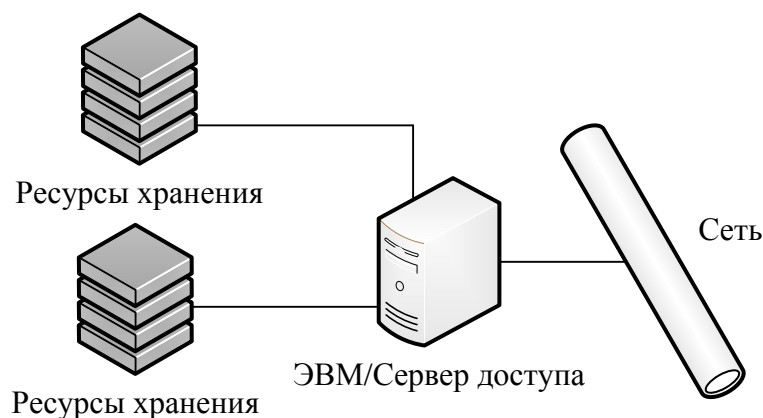


Рисунок 1.1 – Архитектура системы DAS

Существует ряд особенностей архитектуры, которые ограничивают применение таких систем. Расширение емкости хранения существующих серверов происходит за счет добавления к серверу новых физических дисков. В качестве подключаемых дисков могут быть как отдельные жесткие диски, так и другие подобные автономные СХД. Из-за того, что все ресурсы использования единого сервера доступа, при проблемах сети или аварии сервера все данные становятся недоступны сразу, стандартным решением от потери данных в таком случае является использование технологии RAID [7, 8].

Основной задачей, решаемой DAS, является создание централизованного хранилища данных, где каждая единица данных хранит отдельную часть общей совокупности данных, поэтому добавление новых

серверов в такую СХД приводит к образованию отдельных «островов» данных. С другой стороны, наличие «островов» данных позволяет добиться высокого быстродействия в рамках одного узла хранения данных [7].

Сетевая СХД (Network Attached Storage или NAS) представляет собой устройства хранения, подключенные в сеть и предоставляющие доступ к своим дискам по одному из сетевых протоколов. В настоящее время большинство NAS-устройств направлены на применение в сетях Ethernet, основанных на протоколах TCP/IP, CIFS, NFS, FTP, TFTP. Использование сетевых протоколов позволяет получать доступ к данным даже если пользователи работают под управлением разных операционных систем. Типовая архитектура такой системы изображена на рисунке 1.2.

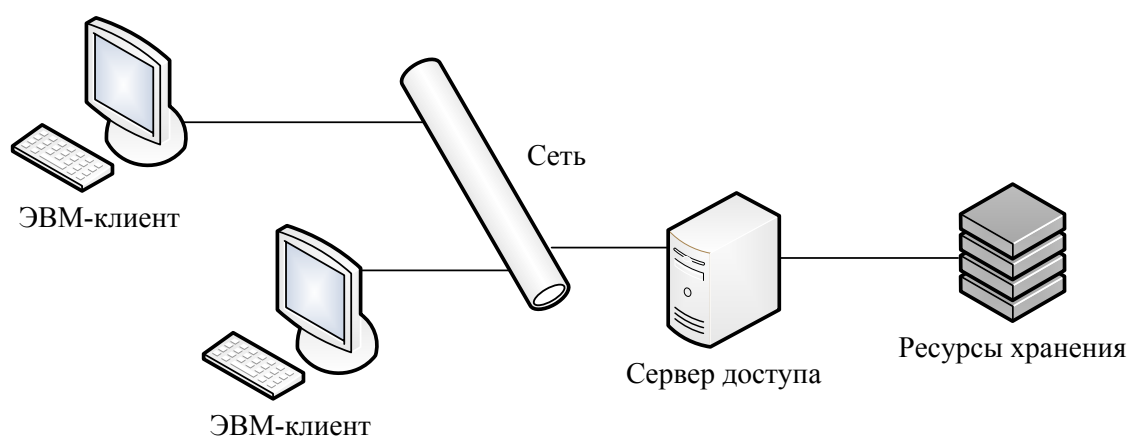


Рисунок 1.2 – Архитектура системы NAS

Основной задачей NAS является организация многопользовательского одновременного доступа к файлам. Для лёгкости обслуживания и гибкости управления на NAS устанавливается любая специализированная серверная ОС, которую трудно вывести из строя и не нужно обслуживать. Архитектура позволяет чрезвычайно упростить процесс установки NAS, но ограничивает масштабируемость системы ввиду падения быстродействия при увеличении количества подключаемых ресурсов. Падение быстродействия может быть так же вызвано одновременным наплывом большого числа пользователей, но

данная проблема может быть разрешена благодаря простоте разграничения прав доступа к файлам [7, 9, 10].

Сети хранения данных (Storage Area Network или SAN) – представляет собой систему, организованную в выделенную LAN/WAN сеть, состоящую из устройств хранения данных – дисковых, или RAID-массивов, ленточных библиотек, среды передачи данных и подключенных к ней серверов. Сеть хранения данных внедряется в виде подсети в состав рабочей локальной (LAN) или глобальной (WAN) сети. Типовая архитектура SAN представлена на рисунке 1.3.

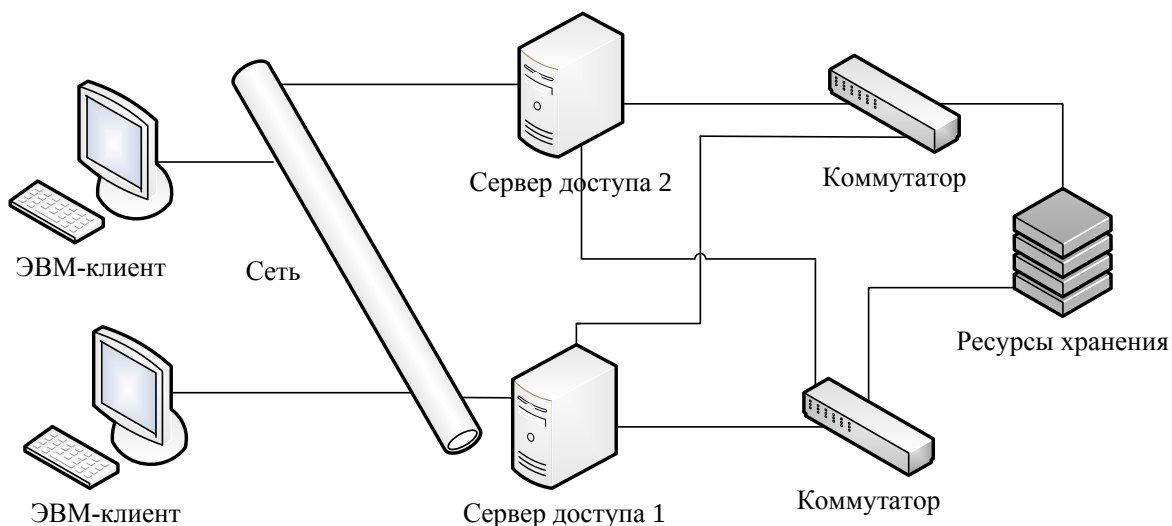


Рисунок 1.3 – Архитектура системы хранения данных SAN

В SAN любое устройство доступа к данным может получить полный доступ к любому устройству хранения данных, при этом неограниченному числу пользователей предоставляется возможность хранения информации в одном месте, осуществляя при этом быстрый доступ к ней и возможность совместно использовать её. Масштабируемость архитектуры достигается как за счет увеличения емкости уже существующих хранилищ, так и за счет добавления новых [10, 11].

Основными недостатками SAN является достаточно высокая по сравнению с другими архитектурами цена и сравнительно большие затраты

ресурсов для управления системой. Система подразумевает использование различного сетевого оборудования, коммутирующего потоки данных во внутренней сети, поэтому возникают определенные трудности в первичной настройке SAN [7, 11].

В завершение было проведено обобщение полученной информации, отраженное в таблице 1.1. При рассмотрении знаком «+» обозначалось полное соответствие требованию, знаком «-» – несоответствие, знаком «+/-» – наличие ограничений.

Таблица 1.1 – Сравнительные характеристики архитектур СХД

Параметр сравнения	DAS	NAS	SAN
Масштабируемость	+/-	+	+
Сетевой доступ к ресурсам хранения	-	+	+
Простота обслуживания	+	+	-

1.3 Анализ моделей организации данных для программного пакета моделирования материалов

ПП моделирования зачастую уникальны по своему устройству и назначению, поэтому Форматы экспериментальных данных, используемые при работе с ПП и получаемые в результате проведения экспериментов различны. Наиболее распространёнными методами моделирования свойств атомных структур твердых материалов является методы молекулярной динамики и квантовой химии. Помимо прочих факторов так же необходимо учитывать тип используемых вычислительных ресурсов [12–14]. Данные каждого отдельного эксперимента, проводимого при помощи методов молекулярной механики, должны давать полное представление об эксперименте, то есть устанавливать

соответствие между результатами проведенного эксперимента с данными об использованных методах расчета, функциональных базисных наборах, а при использовании ПП моделирования материалов, идентифицировать экспериментаторов. В такой ситуации, для решения задачи структурированного хранения экспериментальных данных ПК, выгодно использовать универсальный подход к структурированному хранению экспериментальных данных – сформировать единую модель данных эксперимента.

Для аппаратно-программного комплекса необходимо было определить тип модели хранения данных эксперимента, на основе которой формируется база данных (БД) экспериментов ПП моделирования материалов.

За всю историю использования электронных баз данных было изобретено немалое количество моделей данных. Вне зависимости от модели, их объединяет наличие четырех составляющих: элементы данных, связи, ограничения, определенная схема расположения данных. Наиболее часто прибегают к использованию реляционной модели [15, 16].

В реляционной модели представление данных сводится к совокупности двумерных таблиц, каждая из которых называется отношением. Любая таблица в базе данных состоит из строк, которые называются записи, и столбцов, которые называют полями или сущностями. Минимальная единица данных в реляционной модели – конкретные значения данных располагающиеся на пересечении строк и столбцов. Структура таблицы в реляционной базе данных характеризуется следующим:

- 1) таблица состоит из совокупности столбцов с неповторяющимися именами;
- 2) последовательность столбцов в таблице не играет важной роли;
- 3) строки в таблице не повторяются, так как определяют экземпляр объекта;
- 4) последовательность строк не существенна;
- 5) строки одной таблицы, имеют одинаковую длину;
- 6) данные одного столбца имеют один и тот же тип;

7) при работе с любой таблицей, все строки и столбцы могут просматриваться в произвольном порядке;

8) за пределами одной таблицы названия столбцов могут совпадать [17].

Табличная организация данных исключает иерархию элементов, поэтому все таблицы в реляционной базе данных считаются равноправными. В качестве некоторой замены иерархии, для конкретизации каждой сущности используются ключи [18].

Ключ – это комбинация атрибутов, которая однозначно определяет запись в реляционной базе данных. Доступ к конкретной записи таблицы, а значит к конкретной сущности, осуществляется при помощи первичного ключа из этого следуют обязательные требования к ключам:

- 1) ключ должен быть уникальным;
- 2) ключ должен быть непустым;
- 3) значение первичного ключа всегда должно определяться однозначно.

Ключ может быть простым, состоящим из одного поля (первичный ключ), и сложным, состоящим из нескольких полей (составной ключ). Сложный ключ используется, когда ни одно поле таблицы по поддельности не определяет запись однозначно. Составной ключ может оказаться громоздким, и работа с ним может оказаться неудобной. Существуют так же внешние ключи еще называемые индексы. Индекс представляет собой поле или совокупность полей, значения которых имеются в нескольких таблицах, и являются первичными ключами в одной из них, при помощи индексов в реляционной модели данных можно реализовать связь «многие ко многим» [15].

Реляционная база данных является дружелюбной к пользователю обладая самой простой из рассмотренных схемой представления данных (в виде таблиц). В них легко производить изменения, просто заменяя значения в полях записи. Благодаря своей простоте реляционные базы данных получили широкое распространение, что привело к созданию удобного, понятного и обширного

инструментария для работы с ними. В качестве недостатков реляционной модели выделяют невозможность задания строки произвольной длины, сложность описания связей между таблицами [15, 17].

Второй по популярности является Иерархическая модель данных. В иерархической модели данные представляются в виде древовидной (иерархической) структуры. Основными информационными единицами в иерархической модели являются: база данных, сегмент (или запись) и поле. Сегмент является более крупной единицей и состоит из конкретных экземпляров полей [15–17].

Иерархическая модель данных представляет собой неориентированный граф (общая структура представлена на рисунке 1.4), в вершинах которого располагаются сегменты. Линии, соединяющие узлы, представляют собой связи. Особенностью такой модели является то, что каждый сегмент имеет не более одного предка, произвольное количество потомков и минимум одно поле (т. н. связь «один ко многим»).

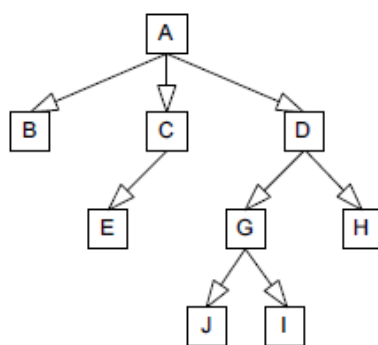


Рисунок 1.4 – Иерархическая модель данных

Среди операций, применяемых к сегментам есть такие операции, как найти, запомнить, модифицировать, извлечь, удалить. Поиск осуществляется путем обхода графа одним из возможных способов. Для иерархической модели данных устанавливается правило: никакой сегмент, кроме конечного, не может существовать без своего родителя.

Иерархическая модель данных удобна для работы с иерархически упорядоченной информацией и громоздка для информации со сложными логическими связями. Она не работает в ситуациях, когда множество объектов одного типа связано с множеством объектов другого типа, то есть для связи вида «многие-ко-многим» [15, 17].

1.4 Оценка применения СУБД как основного элемента управления и структурирования данных

1.4.1 Применение СУБД Oracle Database для построения систем хранения данных

Для формирования и поддержания модели данных в АПК необходимы программные механизмы, упрощающие работу пользователя, структурирующие и обрабатывающие данные в рамках модели. Для выполнения этих операций используются СУБД [19].

В различных программных комплексах молекулярного моделирования (Culgi, MedeA, Gromos, VEGA ZZ) для выполнения задачи структурированного хранения данных существует возможность интеграции с СУБД. Для сопряжения программ с СУБД обычно используются интерфейсы связи (т.н. драйверы СУБД). Однако для разработчиков ПО разработчиками СУБД предоставляются программные библиотеки для разных языков программирования, чтобы создавать собственные решения требуемым функционалом без использования дополнительного ПО [20].

Для упрощения работы пользователя с СУБД, используется специальное программное обеспечение – программа-клиент СУБД. Выпускается большое количество программ клиентов, имеющих разнообразный функционал: обеспечение доступа к серверам базам данных, управление подключениями к серверам СУБД, поиск данных в базах данных, формирование новых данных, редактирование структуры базы данных [20].

В 1.4 помимо СУБД Oracle, рассмотрены другие наиболее популярные СУБД, работающие с реляционной моделью данных – MySQL, PostgreSQL, а также их популярные программы клиенты.

Статистические данные показывают, что по популярности среди реляционных баз данных преимущество находится СУБД Oracle [21]. Центральным продуктом Oracle является объектно-реляционная СУБД Oracle Database, текущая (на ноябрь 2016) версия которого называется Oracle Database 12c. СУБД позволяет пользователям использовать базы данных, под управлением Oracle Database как облачные сервисы, используя для этого как свои ресурсы памяти, так и предоставляемые Oracle.

Oracle Database поддерживает нескольких серверных и настольных версий ОС Windows и дистрибутивов Linux. В качестве основного языка манипуляции данными используется SQL.

Для СУБД-программистов в СУБД Oracle существует поддержка следующих языков программирования C, C#, C++, Clojure, Cobol, Eiffel, Erlang, Fortran, Groovy, Haskell, Java, Eiffel, Java, Perl, Scala [21, 22]. Для обеспечения доступа к данным сторонних программ Oracle 12 поддерживает следующие интерфейсы взаимодействия приложений с СУБД: ODBC (для любых приложений), Oracle Call Interface (OCI) (для другого ПО Oracle), JDBC (для Java приложений), ODP.NET (для приложений на платформе .NET). Расширение возможностей сервера на Oracle Database достигается созданием дополнительных серверных функций (хранимых процедур) на языке PL/SQL с использованием дополнительно Java-конструкций, или просто на языке Java [22].

В поддержку своих программных решений, для достижения большей производительности Oracle совместно с Sun Microsystems выпускает готовые СХД – аппаратно-программные комплексы Exadata, в которых Oracle Database является системообразующей программой. Цена самых простых решений Oracle Exadata, на сайте разработчика, начинается от 40 тысяч долларов [23].

Многими аналитиками неоднократно отмечалось, что СУБД Oracle всегда опережают конкурентов в концептуальном и технологическом планах. Однако фактором, который не дает Oracle стать единоличным лидером является высокая цена на предоставляемые решения (700 долларов для Oracle Database 12c), в частности из-за невозможности отказаться от функциональных решений, которые могут быть не нужны конкретным потребителям [24, 25].

Для своей СУБД компанией Oracle разработана программа-клиент Oracle SQL Developer, которая распространяется бесплатно и работает под управлением операционных систем Windows и Linux. Oracle SQL Developer представляет графический интерфейс пользователя для работы с Oracle Database. ПО выполняет различные административные операции по форматированию БД: созданию объектов БД удаление записей в таблицах, редактирование пользователей и т. д.). При этом для таких операций можно сгенерировать код команды SQL и визуализировать его. Для упрощения выполнения запросов в программу включены заранее заготовленные блоки программного кода как для встроенных функций Oracle SQL, так и для других синтаксических конструкций (операторов условного перехода, циклов и т. п.). В SQL Developer реализована возможность импорта данных из таблиц Excel, помимо этого, реализована поддержка экспорта данных таблиц в файлы разных форматов, в том числе XSL, CSV, XML, SQL. Предусмотрены средства формирования параметрических отчетов о работе ПО. В Oracle SQL Developer предусмотрена поддержка работы с другими СУБД, например, существуют средства переноса информации между из базы данных MS SQL Server в Oracle Database [26].

1.4.2 Применение СУБД MySQL для построения систем хранения данных

Реляционная СУБД MySQL позиционируется как СУБД с открытым исходным кодом, однако некоторые функциональные модули новейших версий

являются закрытыми. СУБД имеет модульную структуру, стандартный пакет поставки расширяется за счет дополнительных программных модулей, предоставляемых Oracle, часть из которых – платные. Так, например, при создании распределенных информационных сетей при помощи данной СУБД потребуются дополнительные модули MySQL Cluster или MySQL Fabric [21].

Самой новой версией продукта является MySQL 5.7.12. Основным языком манипуляции данными является SQL. СУБД работает с операционными системами Windows, FreeBSD, Linux, OS X, Solaris; поддерживает интерфейсы для связи с сторонними программами: ADO.NET, JDBC, ODBC. Для расширения функциональных возможностей доступны языки программирования: Ada, C, C#, D, Eiffel, Erlang, Haskell, Java, Objective-C, OCaml, Perl, PHP, Python, Ruby, Scheme, Tcl [27].

Существенным недостатком MySQL является отсутствие проработанного контроля доступа пользователей к данным. В СУБД отсутствует возможность задания ролей пользователей и объединения пользователей в группы. Так же к недостаткам можно отнести постепенную коммерциализацию MySQL, ввиду которой функционал бесплатной версии СУБД ограничивает возможности по созданию серьезных корпоративных систем на основе данной СУБД. Исходный код основной части СУБД является полностью открытым, что позволяет вести собственные разработки, однако MySQL доступен по лицензии GNU General Public License, в которой также отмечены пункты Free Software Definition и Open Source Definition, но не по стандарту Copyleft. Это означает, что, если будет издан продукт, в котором используются исходники MySQL необходимо будет заплатить за коммерческую копию MySQL, либо открыть исходные коды для общего пользования [22].

Программа-клиент MySQL Workbench является наиболее популярной для работы с СУБД MySQL. MySQL Workbench представляет собой графический инструмент для работы с MySQL серверами и базами данных. Клиент работает на платформах Windows и Linux и распространяется бесплатно

для пользователей самим разработчиком СУБД. Существует платная версия с расширенным функционалом для администраторов и СУБД программистов [28].

MySQL Workbench позволяет создавать и управлять соединениями с серверами баз данных, обеспечивает возможность выполнения запросов SQL на соединения с базой данных с помощью встроенного редактора SQL. ПО дает возможность при отправке на сервер получать ответ в табличном виде. Клиент позволяет создавать модели схемы базы данных в графическом виде, предоставляет средства для редактирования таблиц, столбцов, и т. д. [29].

Клиент MyDB Studio – бесплатный инструмент для администрирования БД MySQL для платформы Windows. Клиент имеет графический интерфейс и позволяет подключаться к неограниченному количеству баз данных MySQL, создавать, редактировать и удалять записи, таблицы и базы данных. Реализована функция восстановления удаленных таблиц со всем содержимым. MyDB Studio позволяет экспортировать данные таблиц в XML, Excel, Word. В клиенте включен редактор SQL для выполнения одного или нескольких последовательных запросов и браузер данных для управления таблицами. В ПО включен конструктор запросов CREATE, SELECT, DELETE [30].

1.4.3 Применение СУБД PostgreSQL для построения систем хранения данных

СУБД PostgreSQL (Последняя версия 9.6.0) является развитой СУБД с открытым исходным кодом. Уникальной особенностью PostgreSQL является то, что основным языком запросов является разработанный PostgreSQL язык PL/pgSQL. Поддерживаемые операционные системы: Linux, Windows. Поддерживаемые языки программирования: C, C++, Java, Perl, Python, Tcl, языки платформы .Net. СУБД PostgreSQL отличается возможностью создания пользовательских хранимых процедур на любом из поддерживаемых языков

программирования. Для этого PostgreSQL существуют дополнительные библиотеки для разработчиков [21, 31].

PostgreSQL распространяется по лицензии BSD, в которой отмечены пункты Free Software Definition и Open Source Definition и стандарт Copyfree, поэтому возможно независимое использование PostgreSQL в коммерческих разработках [21].

Программа-клиент pgAdmin III является бесплатным менеджером для баз данных PostgreSQL, который поддерживается в большом количестве операционных систем, в том числе Windows, Linux. Клиент можно использовать для администрирования удаленного сервера на другой ОС. Графический интерфейс pgAdmin III поддерживает все функции PostgreSQL, от написания простых запросов SQL до разработки сложных баз данных. Он включает в себя интерфейс администрирования с отображением всех объектов базы данных со своим списком свойств, инструмент SQL запросов с цветовым выделением синтаксиса, процедурный редактор кода. В состав программы включен графический планировщик запросов, а также экран для отображения или записи данных [32].

EMS SQL Manager for PostgreSQL – это программа-клиент для администрирования баз данных сервера PostgreSQL, предназначенный для работы на операционных станциях под управлением операционных систем MS Windows. Цена стандартной версии EMS SQL Manager for PostgreSQL с одним годом поддержки составляет 16,5 тысяч рублей. У программы полностью настраиваемый интерфейс пользователя. ПО работает со всеми версиями PostgreSQL. Программа позволяет осуществлять соединение с несколькими удаленными серверами или базами данных одновременно. ПО включает в себя графический конструктор для построения сложных запросов к PostgreSQL без использования SQL-синтаксиса. Программа-клиент осуществляет экспорт данных в форматы: MS Excel, MS Word, MS Access, HTML, PDF, TXT, CSV, DBF, XML, ODF, а также импорт данных из файлов MS Excel, MS Access, DBF, XML, ODF, TXT и CSV [33].

1.4.4 Сравнительный анализ СУБД

После анализа технических возможностей популярных СУБД была проведена оценка возможности применения в рамках ВКР.

При проведении оценки в первую очередь целесообразно отталкиваться от использования свободно распространяющихся приложений с открытым кодом, в таком случае возможно избежать лишних затрат при коммерческом использовании результатов проекта ВКР, так же необходимо оценить возможности поддержки продукта производителем – выпуск патчей, обновлений и т.д. Важным параметром для оценки является возможность неограниченной расширяемости объемов БД, так как результаты научных экспериментов будут занимать значительный объем придется оперировать объемом информации. Данному критерию удовлетворяют все рассмотренные СУБД. По причине совместного использования системы хранения данных большим числом пользователей необходимо оценить возможность СУБД поддерживать многопользовательскую работу. Для гибкой настройки СУБД в рамках АПК необходимо оценить возможность расширения её возможностей при помощи функций пользователя. Результаты проделанного анализа на основе полученной информации из 1.4.1–1.4.3, руководств пользователя [22, 27, 31] и статистике [21] были представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Сравнительные характеристики СУБД

Параметры сравнения	Oracle Database 12	MySQL 5.7.12	PostgreSQL 9.6.0
Возможности по расширению функционала	+/-	+/-	+
Поддержка большого числа пользователей	+	+/-	+
Расширяемость БД	+	+	+

Требования к мощности ЭВМ	-	+	+
Свободное распространение	-	+/-	+
Техническая поддержка производителем	+	+	+/-

При рассмотрении знаком «+» обозначалось полное соответствие требованию, знаком «-» – несоответствие, знаком «+/-» – наличие ограничений. В таблице есть несколько неоговоренных ранее моментов. Во-первых, возможности по расширению функционала для Oracle Database и MySQL ограничиваются лицензионными соглашениями и закрытостью кода. Во-вторых, все рассмотренные СУБД являются многопользовательскими, но в MySQL отсутствует возможность задания ролей пользователей и объединения пользователей в группы. В-третьих, Технические требования для СУБД Oracle выше чем для MySQL и PostgreSQL. В-четвертых, разработчики PostgreSQL достаточно часто обновляют версию продукта, поэтому существует необходимость постоянных обновлений версии ПО для получения полноценной поддержки, особенно при разработке дополнительных функций, необходимо постоянно обновлять версии, что может нарушить работоспособность системы.

1.5 Выводы по разделу

По проведенному анализу основных архитектур хранения данных было установлено, что основные отличия архитектур заключаются в способе организации доступа к ресурсам хранения, организации данным для пользователя. Оптимальным решением с точки зрения финансовых затрат и трудности обслуживания при создании АПК является применение сетевых серверов NAS, с возможностью расширения объема памяти с помощью добавления дополнительных жестких дисков. Доступ к таким серверам строиться на основе сетевых протоколов взаимодействия.

Структура разнородных данных проекта ВКР должна быть едина для каждого ресурса хранения данных – необходимо определить единую модель данных для АПК. Основными применяемыми моделями данных являются иерархическая и реляционная. Данные каждого отдельного эксперимента в АПК должны формировать полное представление об эксперименте, то есть устанавливать соответствие между результатами проведенного эксперимента с данными об самом эксперименте: использованных методах расчета, функциональных базисных наборах, личностях экспериментаторов. Очевидно, что одни и те же данные об эксперименте могут относиться к нескольким экспериментам с разными результатами и наоборот, поэтому в общем имеется модель данных, которая обладает большим количеством логических связей как «один ко многим», так и «многие ко многим». Применение иерархической модели приведет к чрезвычайно большому дублированию данных, поэтому в качестве модели данных была выбрана реляционная модель данных, так как совокупность таблиц с использованием механизмов ключей и индексов, позволяет исключить избыточность данных устанавливая зависимости между данными.

Наиболее выгодным с точки зрения ВКР является наличие у СУБД развитого инструментария для создания собственных функций для работы с СУБД и внедрения их в разработку. Для этого в СУБД вводится поддержка хранимых процедур и функций пользователя, которые можно реализовывать на разных языках программирования. Помимо этого, в СУБД реализуются механизмы для поддержки сторонних программ через дополнительные программные интерфейсы. Важным для СУБД является возможность работы в разных операционных системах, таких как разные версии ОС Windows, дистрибутивы Linux. На основе сформулированных пожеланий была выбрана СУБД PostgreSQL, также её неоспоримым преимуществом является возможность применения в независимых коммерческих проектах без получения лицензий.

Клиентские программы для рассмотренных СУБД объединяет возможность создания запросов без использования языка запросов SQL, что выгодно с точки зрения разработки ВКР, как решения направленного на людей слабо ориентирующихся в программировании. Визуализация результатов запросов, возможность создания подключения и одновременной работы с несколькими базами данных на разных серверах, так же является одной из ключевых особенностей, которые необходимо реализовать при разработке ПО АПК. Помимо высокой цены некоторых программ-клиентов, существенным ограничением некоторых клиентских программ является поддержка исключительно операционных систем Windows. В рамках ВКР была разработана программа-клиент (клиентское приложение) для интеграции его в общую структуру ПП моделирования материалов, работающее как на Windows, так и на Linux.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Необходимость определения коммерческой ценности разработки

При разработке любого технического или программного решения необходимо учитывать коммерческую ценность разработки, так как определить перспективность разработки на первых этапах жизненного цикла, с точки зрения её ресурсоэффективности и уровня технологий, трудно. Оценка коммерческой ценности разработки важна для поиска источников финансирования и коммерциализации результатов. Таким образом, целью данного раздела является определение перспективности и успешности проекта, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

4.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

В связи с тем, что рынки компьютерных технологий находятся в постоянном движении, был проведен анализ конкурирующих разработок. Объектом анализа стали аппаратно-программные системы хранения данных. В рамках проекта была проведена оценка сильных и слабых стороны разработок конкурентов, в ходе анализа были рассмотрены конкурентные решения в области систем хранения данных крупных производителей. Этот анализ важен, так как проводится оценка сравнительной эффективности научной разработки и определяются направления для последующего повышения эффективности.

					643.ФЮРА.00013-01 81 01		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Захаров			Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лит.	Лист
Провер.		Обходский					
Консульт.		Меньшикова				ТПУ ФТИ	
Н. Контр.		Ефремов				Группа 0712	
Утверд.		Гарюнов					

Объектом анализа стали программно-аппаратные системы хранения данных. В рамках проекта была проведена оценка сильных и слабых стороны разработок конкурентов, в ходе анализа были рассмотрены конкурентные решения в области систем хранения данных крупных производителей Oracle (K1), IBM (K2). Для рассмотрения, в соответствии с методическими указаниями [50], был подобран ряд критериев для оценки выполняемого проекта с точек зрения его ресурсоэффективности и экономической эффективности, результаты сравнения представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Повышение производительности труда пользователя	0,1	3	3	3	0,3	0,3	0,3
Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,05	4	3	3	0,2	0,15	0,15
Надежность	0,15	3	5	4	0,45	0,75	0,6
Потребность в ресурсах памяти	0,15	5	2	3	0,75	0,3	0,45
Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,2	3	5	4	0,6	1	0,8
Качество интеллектуального интерфейса	0,05	4	3	3	0,2	0,15	0,15
Экономические критерии оценки эффективности							
Конкурентоспособность продукта	0,1	4	5	3	0,4	0,5	0,3
Уровень проникновения на рынок	0,05	1	5	3	0,05	0,25	0,15
Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	5	4	3	0,25	0,2	0,15
Послепродажное обслуживание	0,1	5	5	5	0,5	0,5	0,5
Итого	1	37	40	34	3,7	4,1	3,55

Ценовая политика компаний-конкурентов позволяет продвинуть разработку на рынок небольших исследовательских центров и компаний. Программные приложения для обслуживания аппаратных продуктов предоставляемые конкурентами в разрезе проблемы обладают большим количеством лишнего функционала с точки зрения системы хранения данных результатов моделирования.

Уникальность разработки заключается в том, что разработанное решение предоставляет полный функционал для хранения данных в рамках задачи моделирования материалов. Решение ориентируется на пользователей, которые не очень хорошо разбираются в технических особенностях систем хранения данных и программировании. Дальнейшее развитие разработки позволит применять решение в других областях научных исследований.

При обобщении результатов проведенного анализа оказалось, что разработанное решение занимает промежуточное положение выигрывая у одного из рассмотренных конкурентов (показатель эффективности разработки 3,7 балла против 3,55 балла у конкурента). С учетом того, что отставание от другого конкурента, с показателем эффективности 4,1 балла, не является большим, можно утверждать, что разработка является конкурентоспособной и может быть востребована на рынке.

4.3 SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта был применен SWOT-анализ. В ходе анализа, в соответствии с методическими указаниями [50], были определены и описаны сильные и слабые стороны проекта, выявлены возможности и угрозы для его реализации, которые проявились или могут появиться. По проведенному анализу была составлена итоговая матрица SWOT-анализа, которая приведена в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Более низкая стоимость по сравнению с конкурирующими разработками С2. Предоставление дополнительных сетевых ресурсов хранения С3. Не требуется опыта работы с СХД у потребителя С4. Уникальные технические и программные решения С5. Использование надежных технологий в основе проекта С6. Кроссплатформенность ПО С7. Платформа для новых научных исследований	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие опыта разработки и поддержания проектов подобного рода у разработчиков Сл2. Зависимость от стороннего ПО, разработчики которого не являются партнерами. Сл3. Недостаточность программно-технической документации для пользователей Сл4. Сложность усовершенствования. Экстенсивная расширяемость проекта Сл5. Высокая стоимость используемого оборудования Сл6. Существенные для исследователей затраты на поддержание технической инфраструктуры проекта
Возможности: В1. Межвузовское сотрудничество В2. Выделение средств от Минобразования для дальнейшего развития проекта В3. Проведение новых научных исследований В4. Интерес со стороны потенциальных	Проект может получить серьезное развитие, итогами которого станут обширное внедрение разработки в наукоемких производствах, расширение функционала, технических возможностей.	Проект может использовать разработки других ведущих вузов, для снижения зависимости от стороннего ПО. Использование спонсорской поддержки на компенсацию расходов, связанную с разработкой и

покупателей и инвесторов		поддержанием проекта.
Угрозы: У1. Большое количество конкурентных разработок У2. Сокращение финансирования в связи с оптимизацией расходов У3. Потеря интереса со стороны покупателей ввиду тотальной оптимизацией расходов У4. Изменения в лицензионных соглашениях используемого стороннего ПО	Проект претерпит изменения в технической и программной части, чтобы оставаться конкурентоспособным или будет заморожен до лучших времен. Возможно слияние с другим проектом или продажа текущих разработок конкурентам	Проект претерпит изменения в технической и программной части, чтобы оставаться конкурентоспособным. Возможна замена кадрового состава, проведение новых маркетинговых исследований, чтобы найти новые приложения или заинтересованных клиентов и инвесторов.

По итогам SWOT-анализа можно судить, что несмотря на наличие слабостей и угроз для проекта, существуют стратегии, которые позволяют сохранить коммерческую ценность. Так же установлено, что выявленные сильные стороны проекта и возможности позволяют разработать стратегии, при которых возможно увеличение коммерческой ценности проекта.

4.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

Для того, чтобы сделать вывод об объемах инвестирования в текущую разработку, направления ее дальнейшего улучшения, об уровне компетенций недостающих разработчику возможности привлечения требуемых специалистов, была заполнена специальная форма, представленная в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации.

Наименование	Степень проработанности	Уровень имеющихся знаний у разработчика
Определен имеющийся научно-технический задел	5	5
Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	4	4
Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	5	5
Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	3	2
Определены авторы и осуществлена охрана их прав	4	5
Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	5	5
Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	4	1
Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	3	2
Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	2
Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	3	2
Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	4	3
Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	5	2
Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	5	2
Имеется команда для коммерциализации научной разработки	3	1
Проработан механизм реализации научного проекта	5	3
Итого баллов	61	44

Исходя из степени проработанности проекта усреднив получившиеся расчеты перспективность разработки принимается выше средней. В проект был обеспечен приток инвестиций, недостающие разработчику компетенции в области исследований рынка и реализации продукции компенсируются наличием в составе научной группы независимых лиц, непосредственно занимающихся данными вопросами.

4.5 Выбор метода коммерциализации результатов научно-технического исследования

В рамках ВКР необходимо выбрать и обосновать метод коммерциализации проекта. В соответствии с методическими указаниями [50], в качестве метода коммерциализации проекта был выбран инжиниринг. Клиенту предоставляется платное программное обеспечение, а также возможность использования сетевых ресурсов, предоставляемых разработчиками. В целях поддержания работоспособности предлагаемого проектного решения, разработчиком обеспечивается сопровождение программного обеспечения и техническое обслуживание предоставляемых аппаратных ресурсов.

4.6 Инициация проекта

4.6.1 Определение целей и результатов проекта

Был определен перечень заинтересованных сторон проекта, иерархии целей проекта и критериях достижения целей. Информацию по заинтересованным сторонам проекта представлена в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Перечень заинтересованных сторон проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
ТПУ	Создание и коммерческая реализация

	перспективной научной разработки; написание научных статей, с целью публикации в известных научных журналах для поднятия рейтинга ВУЗа
ТГУ	Участие в межвузовском сотрудничестве по созданию и внедрению научных разработок
Министерство образования и науки РФ	Создание и коммерческая реализация перспективной научной разработки; написание научных статей, с целью публикации в известных научных журналах для поднятия рейтинга российских ВУЗов;

В рамках подраздела были осуществлены сбор и классификация информации о иерархии целей проекта и критериях достижения целей, результаты представлены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Цели и результаты проекта

Цели проекта:	Разработка надежного и высокопроизводительного решения по организации хранения данных результатов эксперимента в программном комплексе моделирования материалов
Ожидаемые результаты проекта:	Конкурентоспособное программно-аппаратное обеспечение для хранения данных результатов эксперимента
Критерии приемки результата проекта:	Работоспособность программного обеспечения, технические характеристики, востребованность продукта на рынке
Требования к результату проекта:	Функционирование на базе СУБД PostgreSQL
	Обеспечение возможности интегрирования отдельных баз данных в единое информационное

	хранилище
	Управление удаленным доступом к базам данных
	Программное обеспечение, разрабатываемое в проекте должно функционировать под управлением ОС Linux
	Разрабатываемый проект должен функционировать на технических средствах: 1) оперативная память не менее 2 ГБ; 2) дисковое пространство не менее 15-20 ГБ; 3) модель процессора не хуже Intel Core i3-4130 2x3,2 ГГц.

4.6.2 Определение организационной структуры проекта

В данном подразделе была рассмотрена организационная структура проекта: были указаны участники проекта, а также определены роли участников, их функции и их трудозатраты. По результатам была составлена сводная таблица результатов – таблица 4.6.

Таблица 4.6 – Рабочая группа проекта

ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, ч
Обходский А.В., Кафедра ЭАФУ, доцент	Руководитель проекта	Организация работ, координация действий участников проекта, разработка алгоритмической части ПО, разработка аппаратной структуры.	80
Захаров А.М. Кафедра ЭАФУ, студент	Исполнитель проекта	Разработка ПО, разработка аппаратной структуры, сборка и обслуживание оборудования, проведение экспериментов,	432

		составление конструкторской документации.	
Итого:			512

4.6.3 Определение ограничений и допущений проекта

Необходимо было определить факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта ограничения проекта в соответствии с указаниями из [50]. Результаты анализа представлены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
Бюджет проекта, р.	127015,81
Источник финансирования	Государственная субсидия
Сроки проекта:	4 месяца
Дата утверждения плана управления проектом	05.10.16
Дата завершения проекта	25. 01.17

4.7 Составление календарного плана проекта

Для определения общего содержания работ, уточнения целей и формирования последовательности действий, требуемых для достижения целей проекта был составлен календарный план работы. Для календарного плана были определить ключевые этапы, определены их даты. В рамках планирования работы был построен календарный план-график проекта представлен на рисунке 4.1.

Код работы (ИСР)	Вид работ	Исполнители	Т _к кал. дн.	Продолжительность работ											
				Окт.			Ноя.			Дек.			Янв.		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление технического задания	Руководитель	14	■	■										
2	Изучение литературы	Дипломник	20			■	■	■							
3	Патентный поиск	Дипломник	20			■	■	■							
4	Выбор направления исследования	Руководитель, дипломник	10					■	■						
5	Реализация техническая	Дипломник	30						■	■	■	■			
6	Проведение испытаний	Дипломник	10										■	■	
7	Написание пояснительной записки	Дипломник	14											■	■

■ – Руководитель, ■ – Дипломник.

Рисунок 4.1 – Календарный план-график проекта

4.8 Бюджет проекта

4.8.1 Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

При планировании бюджета проекта должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для её выполнения. В разделе выполнен расчет основных статей расходов проекта, итоговые результаты отражены в сводной таблице 4.12.

При расчете бюджета, в соответствии с [50], были учтены включают затраты, связанные с приобретением специального оборудования необходимого для проведения работ по теме проекта. Цена оборудования определялась по действующим прейскурантам с учетом затрат по его доставке и монтажу в размере 15 % от его цены. Результаты расчета затрат на оборудование для научных работ были сведены в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс.р.	Общая стоимость оборудования, тыс.р.
Ноутбук	1	43	43
Серверный компьютер	1	92	92
Промышленный монитор	1	46	46
Стендовый шкаф	1	29	29

4.8.2 Заработная плата сотрудников

При определении бюджета должна быть учтена заработная плата работников, непосредственно участвующих в выполнении проекта. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда.

Расчет заработной платы сотрудников выполняется по формуле:

$$C_{\text{ЗП}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} , \quad (4.1)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата сотрудников может быть определена по формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{РАБ}} , \quad (4.2)$$

где $T_{\text{РАБ}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. Дн.,

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, р.

Для определения среднедневной заработной платы используется формула:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}, \quad (4.3)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, р.;

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

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Для определения $F_{\text{д}}$ был использован производственный календарь [51], данные полученные занесены в таблицу 4.9.

Таблица 4.9 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер (Дипломник)
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней	66	66
- выходные дни		
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	48	55
- отпуск		
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	252	245

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (4.4)$$

где $Z_{\text{б}}$ – базовый оклад, р.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент (определяется Положением об оплате труда, $k_{\text{пр}} = 0,3$);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок (определяется Положением об оплате труда, $k_{\text{д}} = 0,2$);

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

Базовый оклад доцента со степенью кандидата наук в ТПУ в соответствии с [52] составляет 26300 рублей. Оклад инженера составляет 7800 рублей. По полученным данным были определены месячные должностные оклады руководителя ($З_M^P$) и инженера (дипломника) ($З_M^И$):

$$З_M^P = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 51285 \text{ р.}; \quad (4.5)$$

$$З_M^И = 7800 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 18720 \text{ р.} \quad (4.6)$$

По полученным значениям базового оклада и с учетом таблицы 9, была вычислена среднедневная заработная плата руководителя ($З_{дн}^P$) и инженера (дипломника) ($З_{дн}^И$):

$$З_{дн}^P = \frac{З_M \cdot M}{F_d} = \frac{51285 \cdot 10}{300} = 1709,5 \text{ р.}; \quad (4.7)$$

$$З_{дн}^И = \frac{З_M \cdot M}{F_d} = \frac{18720 \cdot 10}{300} = 624 \text{ р.} \quad (4.8)$$

По полученным значениям, с учетом календарного план-графика проекта (рисунок 4.1), был выполнен расчет основной заработной платы инженера (дипломника) ($З_{осн}^И$) и руководителя ($З_{осн}^P$):

$$З_{осн}^P = З_{дн} \cdot T_{РАБ} = 1709,5 \cdot 21 = 37600,5 \text{ р.}; \quad (4.9)$$

$$З_{осн}^И = З_{дн} \cdot T_{РАБ} = 624 \cdot 72 = 44928 \text{ р.} \quad (4.10)$$

Результаты расчета основной заработной платы отображены в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Расчет основной заработной платы на время проекта

Исполнители	З _б , р.	k _{пр}	k _д	k _р	З _м , р.	З _{дн} , р.	T _р , раб. дн.	З _{осн} , р.
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	1709,5	21	37600,5
Инженер (Дипломник)	7800	0,3	0,2	1,3	18720	624	72	44928

Дополнительная заработная плата может быть определена по формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}, \quad (4.11)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты (принимается от 0,1 до 0,15);

$З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата.

Была вычислена дополнительная заработная плата руководителя ($З_{\text{доп}}^{\text{Р}}$) и инженера (дипломника) ($З_{\text{доп}}^{\text{И}}$):

$$З_{\text{доп}}^{\text{Р}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,12 \cdot 37600,5 = 4512 \text{ р.}; \quad (4.12)$$

$$З_{\text{доп}}^{\text{И}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,12 \cdot 55015,2 = 5391,36 \text{ р.} \quad (4.13)$$

В завершение был осуществлен расчет заработной платы руководителя ($З_{\text{зп}}^{\text{Р}}$) и инженера (дипломника) ($З_{\text{зп}}^{\text{И}}$):

$$С_{\text{зп}}^{\text{Р}} = З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}} = 37600,5 + 4512 = 42112,5 \text{ р.}; \quad (4.14)$$

$$С_{\text{зп}}^{\text{И}} = З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}} = 44928 + 5391,4 = 50319,4 \text{ р.} \quad (4.15)$$

Результаты расчетов по 4.7.2 были занесены в таблицу 4.11.

Таблица 4.11 – Заработная плата исполнителей

Заработная плата	Руководитель	Инженер
Основная зарплата, р.	37600,5	44928
Дополнительная зарплата, р.	4512	5391,36
Зарплата исполнителя, р.	42112,5	50319,4
Итого по статье С _{зп} , р.	92431,9	

4.8.3 Отчисления на социальные нужды

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.

Отчисления на социальные нужды могут быть определены по формуле:

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (4.16)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений во внебюджетные фонды;

$Z_{\text{осн}}$ – суммарная основная заработная плата сотрудников;

$Z_{\text{доп}}$ – суммарная дополнительная заработная плата сотрудников.

На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка взносов – 27,1 %, приняв $k_{\text{внеб}} = 0,271$ и используя данные из таблицы 11, были определены отчисления на социальные нужды:

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,271 \cdot (42112,5 + 50319,4) = 25049,05 \text{ р.} \quad (4.17)$$

4.8.4 Накладные расходы

При определении бюджета проекта необходимо учитывать затраты на управление и хозяйственное обслуживание. Сюда относятся стоимость

электроэнергии за период выполнения проектных работ, затраты на амортизацию оборудования. Учет затрат на электроэнергию i -го электроприбора за один рабочий день производится по формуле:

$$C_{\text{ЭЛ}}^i = t_{\text{РАБ}} \cdot T \cdot M \quad (4.18)$$

где $t_{\text{РАБ}}$ – число часов работы оборудования;

T – тариф потребления электроэнергии (тарифный план для ТПУ составляет 5,8 р./(кВт·ч.));

M – мощность, потребляемая прибором, Вт.

При расчете были приняты следующие допущения: с учетом календарного план-графика проекта, было принято, что на работу было затрачено 72 дня (вычтены 12 выходных), при 6 часовом рабочем дне, по пункту 4.8.1 расчет будет вестись для трех единиц оборудования. Усредненная мощность приборов была определена по техническим паспортам устройств: для ноутбука – 0,03 кВт, для монитора – 0,02 кВт, для сервера – после учета принятых допущений были получены следующие результаты подсчета электроэнергии для монитора ($C_{\text{ЭЛ}}^M$), ноутбука ($C_{\text{ЭЛ}}^H$) и сервера ($C_{\text{ЭЛ}}^C$) за день:

$$C_{\text{ЭЛ}}^M = t_{\text{РАБ}} \cdot T \cdot M = 6 \cdot 5,8 \cdot 0,02 = 0,696 \text{ р.}; \quad (4.19)$$

$$C_{\text{ЭЛ}}^H = t_{\text{РАБ}} \cdot T \cdot M = 6 \cdot 5,8 \cdot 0,03 = 1,044 \text{ р.}; \quad (4.20)$$

$$C_{\text{ЭЛ}}^C = t_{\text{РАБ}} \cdot T \cdot M = 6 \cdot 5,8 \cdot 0,2 = 6,96 \text{ р.} \quad (4.21)$$

Суммарные расходы на электроэнергию за 72 дня составляют:

$$C_{\text{ЭЛ}} = (C_{\text{ЭЛ}}^M + C_{\text{ЭЛ}}^H + C_{\text{ЭЛ}}^C) \cdot 72 = (0,696 + 1,044 + 6,96) \cdot 72 = 626,4 \text{ р.} \quad (4.22)$$

Расчет затрат на амортизацию оборудования осуществляется по линейному методу. Формула для расчета расходов на амортизацию единицы оборудования:

$$C_{AM} = Ц_i \cdot K, \quad (4.23)$$

где $Ц_i$ – цена i -ой единицы оборудования;

K – норма амортизации.

Для расчета нормы амортизации i -ой единицы оборудования K применяется формула:

$$K = \frac{1}{n}, \quad (4.24)$$

где n – срок полезного использования объекта (в месяцах).

Норма амортизации была определена для трех единиц оборудования, величина n была выбрана в соответствии с их сроком службы. Была вычислена норма амортизации для монитора (K_{AM}^M), ноутбука (K_{AM}^H) и сервера (K_{AM}^C):

$$K_{AM}^M = \frac{1}{n_M} = \frac{1}{6 \cdot 12} = \frac{1}{72} = 0,014; \quad (4.25)$$

$$K_{AM}^C = K_{AM}^H = \frac{1}{n_M} = \frac{1}{4 \cdot 12} = \frac{1}{48} = 0,021. \quad (4.26)$$

С учетом календарного план-графика проекта (рисунок 4.1) было принято, что на работы по проекту было затрачено 2,5 месяца. Для указанного периода, с учетом таблицы 8, были вычислены затраты на амортизацию монитора (C_{AM}^M), ноутбука (C_{AM}^H) и сервера (C_{AM}^C):

$$C_{AM}^M = \Pi_M \cdot K \cdot 2,5 = 46000 \cdot 0,014 \cdot 2,5 = 1610 \text{ р;} \quad (4.27)$$

$$C_{AM}^H = \Pi_M \cdot K \cdot 2,5 = 43000 \cdot 0,021 \cdot 2,5 = 2257,5 \text{ р;} \quad (4.28)$$

$$C_{AM}^C = \Pi_M \cdot K \cdot 2,5 = 96000 \cdot 0,021 \cdot 2,5 = 5040 \text{ р.} \quad (4.29)$$

Суммарные расходы на амортизацию составляют:

$$C_{AM} = C_{AM}^M + C_{AM}^H + C_{AM}^C = 1610 + 2257,5 + 5040 = 8907,5 \text{ р.} \quad (4.30)$$

Суммарные накладные расходы с учетом затрат на электроэнергию и амортизацию:

$$C_{НАКЛ}^{СУМ} = C_{ЭЛ} + C_{AM} = 626,4 + 8907,5 = 9533,9 \text{ р.} \quad (4.31)$$

Таблица 4.12 – Группировка затрат по статьям

Вид работ	Статьи			
	Основная заработная плата, $C_{ОСН}^{СУМ}$	Дополнительная заработная плата, $C_{ДОП}^{СУМ}$	Отчисления на социальные нужды, $C_{ВНЕБ}$	Накладные расходы, $C_{НАКЛ}^{СУМ}$
Проект ВКР	82528,5	9903,36	25049,05	9533,9

По данным таблицы 4.12 была определена полная себестоимость проекта $C_{ПР}$:

$$C_{ПР} = C_{ОСН}^{СУМ} + C_{ДОП}^{СУМ} + C_{ВНЕБ} + C_{НАКЛ}^{СУМ} = 127015,81 \text{ р.} \quad (4.32)$$

4.9 Реестр рисков проекта

Необходимо проанализировать и указать идентифицированные риски проекта, которые включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, влекущие за собой нежелательные эффекты. После проведения анализа был составлен реестр рисков – таблица 4.13.

Таблица 4.13 – Реестр рисков

Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска	Способы смягчения риска	Условия наступления
Низкое качество итогового продукта	Трудности в реализации продукта	3	5	Высокий	Более детальная проработка проекта, контроль качества	Признание разработки низкого качества в оценивающих инстанциях
Отсутствие заинтересованных потребителей на момент завершения проекта	Финансовое проблемы из-за невыполнения контрактных обязательств	1	3	Низкий	Интенсивная работа на рынке в поиске заинтересованных потребителей	Изменение цен на рынке, выход принципиально новых технологий
Преждевременное прекращение финансирования	Закрытие разработки	5	3	Высокий	Работа со спонсорами, участие в научных конференциях с целью подтверждения актуальности разработки	Изменение цен на рынке, выход принципиально новых технологий
Выход из	Смещение	1	4	средний	Бережное	Неисправнос

сроки проектного оборудова ния	сроков выхода продукта на рынок				обслужив ание техники, покупка запасных комплект ующих	ти в обслуживаю щей электрическо й сети, износ оборудовани я
Невыполне ние проекта в срок	Штрафы финансовое давление из-за невыполнения контрактных обязательств	4	3	средний	Привлече ние дополните льных рабочих сил для проекта, перераспр еделение обязаннос тей	Систематиче ское отставание разработки от установленн ых сроков

4.10 Оценка сравнительной эффективности исследования проекта

Для проекта необходимо просчитать финансовые последствия работы при внедрении, то есть оценить его экономическую эффективность. Определение экономической эффективности проекта происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с вычислением величин: интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального показателя финансовой эффективности.

Интегральный показатель ресурсоэффективности I_m вариантов исполнения объекта исследования можно определить по формуле:

$$I_m = \sum_{i=1}^n a_i \cdot b_i, \quad (4.33)$$

где a_i – весовой коэффициент i -го параметра;

b_i – бальная оценка i -го параметра для аналога и разработки;

n – число параметров сравнения.

Для расчета интегрального показателя ресурсоэффективности по таблице 4.1 была составлена таблица 4.14.

Таблица 4.14 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта по ресурсоэффективности

Показатель ресурсоэффективности	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
Повышение производительности труда пользователя	0,15	3	3	3
Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,1	4	3	3
Надежность	0,2	3	5	4
Потребность в ресурсах памяти	0,2	5	2	3
Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,25	3	5	4
Качество интеллектуального интерфейса	0,1	4	3	3
Итого	1	22	21	20

По таблице 4.14 были вычислены показатели интегральные ресурсоэффективности для представляемой разработки и двух аналогов:

$$I_m^p = \sum_{i=1}^6 a_i \cdot b_i^p = 0,15 \cdot 3 + 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,2 \cdot 5 + 0,25 \cdot 3 + 0,1 \cdot 4 = 3,6; \quad (4.34)$$

$$I_m^{a1} = \sum_{i=1}^6 a_i \cdot b_i^{a1} = 0,15 \cdot 3 + 0,1 \cdot 3 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 2 + 0,25 \cdot 5 + 0,1 \cdot 3 = 3,7; \quad (4.35)$$

$$I_m^{a2} = \sum_{i=1}^6 a_i \cdot b_i^{a2} = 0,15 \cdot 3 + 0,1 \cdot 3 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,25 \cdot 4 + 0,1 \cdot 3 = 3,45. \quad (4.36)$$

Интегральный показатель финансовой эффективности рассчитывается по формуле:

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}}, \quad (4.37)$$

где I_{Φ}^p – интегральный финансовый показатель разработки;

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

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

Были вычислены интегральные показатели финансовой эффективности для представляемой разработки и двух аналогов:

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}} = \frac{127015,81}{686400} = 0,19; \quad (4.38)$$

$$I_{\Phi}^{a1} = \frac{\Phi_{a1}}{\Phi_{\max}} = \frac{686400}{686400} = 1; \quad (4.39)$$

$$I_{\Phi}^{a2} = \frac{\Phi_{a2}}{\Phi_{\max}} = \frac{208000}{686400} = 0,3. \quad (4.40)$$

Интегральный показатель эффективности проекта рассчитывается по формуле:

$$I_{\text{финр}}^i = \frac{I_m^i}{I_{\Phi}^i}, \quad (4.41)$$

где I_m^i – интегральный показатель ресурсоэффективности разработки или аналогов;

I_ϕ^i – интегральный показатель финансовой эффективности.

В соответствии с полученными ранее расчетами, были вычислены интегральные показатели эффективности разработки:

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{I_m^p}{I_\phi^p} = \frac{3,6}{0,19} = 18,95; \quad (4.42)$$

$$I_{\text{финр}}^{a1} = \frac{I_m^{a1}}{I_\phi^{a1}} = \frac{3,7}{1} = 3,7; \quad (4.43)$$

$$I_{\text{финр}}^{a2} = \frac{I_m^{a2}}{I_\phi^{a2}} = \frac{3,45}{0,3} = 11,5. \quad (4.44)$$

Подставив посчитанные ранее величины была получена сравнительная эффективность разработки относительно аналогов:

$$\mathcal{E}_{\text{ср1}} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финр}}^{a1}} = \frac{18,95}{3,7} = 5,12; \quad (4.45)$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср2}} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финр}}^{a2}} = \frac{18,95}{11,5} = 1,65. \quad (4.46)$$

Обобщенные результаты анализа сравнительной эффективности исследования представлены в таблицах 4.16 и 4.17.

Таблица 4.16 – Сравнительная эффективность разработки относительно аналога 1

Показатели	Аналог 1	Разработка
Интегральный финансовый показатель	1	0,19
Интегральный показатель ресурсоэффективности	3,7	3,6
Интегральный показатель эффективности	3,7	18,95
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	5,12	

Таблица 4.17 – Сравнительная эффективность разработки относительно аналога 2

Показатели	Аналог 2	Разработка
Интегральный финансовый показатель	0,3	0,19
Интегральный показатель ресурсоэффективности	3,45	3,6
Интегральный показатель эффективности	11,5	18,95
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,65	

По оценке сравнительной эффективности разработки, было определено, что эффективность проекта ВКР для применения в автоматизации хранения результатов экспериментов моделирования материалов выше, чем у рассмотренных конкурентов.