

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 ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПУЛЬТА ОБЩЕГО УПРАВЛЕНИЯ ТОКАМАКА КТМ

УДК 004.415:621.039.62

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0712	Богданов А.Е.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Павлов В.М.	канд. техн. наук, доцент		

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 правила 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
«03» октября 2016 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломной работы

Студенту:

Группа	ФИО
0712	Богданов А.Е.

Тема работы:

Разработка программного обеспечения пульта общего управления токамака КТМ	
Утверждена приказом директора ФТИ	от 31.10.2016 № 9286/с

Дата сдачи студентом выполненной работы	26 января 2017 г.
--	-------------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Программное обеспечение ПОУ должно быть реализовано на базе SCADA-системы Trace Mode; информация, отображаемая на ПОУ и команды оператора должны размещаться в удаленной базе данных, реализованной на СУБД PostgreSQL; Оператор ПОУ должен иметь возможность формирования команд для всех подсистем управления (индивидуальная и групповая посылка команд); взаимодействие с подсистемами осуществляется в соответствии с протоколом сетевого взаимодействия T-ICS.
---------------------------------	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Обзор литературы; разработка программного обеспечения; экспериментальная проверка разработанного ПО; финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; социальная ответственность
Перечень графического материала	Структура системы автоматизации эксперимента; Структурная схема связи действующей подсистемы сбора, хранения и визуализации данных; Структурная схема связи подсистем сбора, хранения и визуализации данных разрабатываемого ПОУ; Монитор оператора ПОУ; Алгоритм работы программы System status monitor; Алгоритм работы программы подсистемы
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	доцент, канд. филос. наук Меньшикова Е.В.
Социальная ответственность	Акимов Д.В.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	03 октября 2016 г.
---	--------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Павлов В.М.	канд. техн. наук, доцент		03.10.16

Задание принял к исполнению студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0712	Богданов А.Е.		03.10.16

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 91 с., 13 рис., 18 табл., 18 источников, 3 прил.

ТОКАМАК КТМ, СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ЭСПЕРИМЕНТА, ПУЛЬТ ОБЩЕГО УПРАВЛЕНИЯ, ИНТЕРФЕЙС ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ, СУПЕРВИЗОРНЫЙ КОНТРОЛЬ, БАЗА ДАННЫХ, ПОДСИСТЕМА, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Объектом исследования является пульт общего управления – программно-аппаратный комплекс, разработанный при помощи программного пакета Trace Mode.

Цель работы – расширение функциональных возможностей пульта управления токамака КТМ и оптимизация информационных потоков в системе.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: программа System status monitor занимает 10 Мб свободного пространства на жестком диске и использует 15 Мб оперативной памяти; база данных содержит количество таблиц, соответствующее количеству подключаемых подсистем сбора данных; проект для программного пакета Trace Mode занимает 0,6 Мб свободного пространства на жестком диске и использует 40 Мб оперативной памяти.

Степень внедрения: программное обеспечение готово к внедрению на токамаке КТМ.

Область применения: программное обеспечение предназначено для использования в системах автоматизации эксперимента на физических установках типа токамак.

В будущем планируется внедрение разработанного ПО на токамаке КТМ.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В данной работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.0.003–74 Опасные и вредные производственные факторы.

Классификация

ГОСТ 12.1.019–2009 Система стандартов безопасности труда.

Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты

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

СанПиН 2.2.4.548–96 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

СП 52.13330.2011 Свод правил. Естественное и искусственное освещение

СП 9.13130.2009 Свод правил. Техника пожарная. Огнетушители

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

В данной работе применены следующие обозначения и сокращения:

автоматизированное рабочее место; АРМ.

база данных; БД.

базовый оклад, З_б.

балл конкурентного предложения, Б_{кп}.

балл разработки, Б_к.

выпускная квалификационная работа; ВКР.

временные допустимые уровни; ВДУ.

высокочастотный; ВЧ.

годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, F_д.

казахстанский токамак материаловедческий; КТМ.

конкурентоспособность конкурентного предложения, K_к.

конкурентоспособность разработки, K_ф.

коэффициент доплат и надбавок, K_д.

месячный должностной оклад, Z_m .
монитор реального времени; МРВ.
национальный ядерный центр республики Казахстан; НЯЦ РК.
основная заработная плата, $Z_{осн}$.
программное обеспечение; ПО.
премиальный коэффициент, $K_{пр}$.
программный интерфейс доступа к базам данных; ODBC.
продолжительность работ, $T_{раб}$.
пульт общего управления; ПОУ.
районный коэффициент, K_r .
система автоматизации эксперимента; САЭ.
система управления базами данных; СУБД.
среднедневная заработная плата работника, $Z_{дн}$.
система управления базой данных; СУБД.
система управления технологическим процессом; СУТП.
техническое задание; ТЗ.
томский политехнический университет; ТПУ.
электромагнитное поле; ЭМП.
электроника и автоматика физических установок; ЭАФУ.
электронно-вычислительная машина; ЭВМ.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	16
1 Обзор литературы.....	17
1.1 Анализ установки токамак КТМ	17
1.2 Структура системы автоматизации эксперимента токамака КТМ	19
1.3 Системное и инструментальное программное обеспечение	23
1.4 Описание протокола сетевого взаимодействия T-ICS	25
2 Разработка программного обеспечения	27
2.1 Разработка БД.....	29
2.2 Разработка проекта в Trace Mode	31
2.3 Разработка программы System status monitor.....	36
2.4 Алгоритм добавления новой подсистемы	48
3 Экспериментальная проверка разработанного ПО.....	53
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	56
4.1 Введение.....	56
4.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	56
4.3 SWOT-анализ.....	58
4.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации.....	59
4.5 Инициация проекта	60
4.6 План проекта.....	62
4.7 Бюджет научного исследования	63
4.8 Основная заработная плата	64
4.9 Расчет потребляемой электроэнергии.....	67
4.10 Амортизация используемого оборудования	68
4.11 Группировка затрат по статьям	69
4.12 Реестр рисков проекта	70
4.13 Оценка сравнительной эффективности исследования.....	70

5	Социальная ответственность.....	73
5.1	Введение.....	73
5.2	Анализ опасных факторов.....	73
5.3	Требования к персональным ЭВМ.....	74
5.4	Требования к уровню шума на рабочем месте	75
5.5	Требования к освещенности рабочих мест.....	76
5.6	Требования к электробезопасности.....	77
5.7	Требования к микроклимату	77
5.8	Требования к пожаробезопасности	78
5.9	Охрана окружающей среды	78
5.10	Выводы по разделу	79
	Заключение	80
	Список использованных источников	82
	Приложение А Руководство пользователя.....	84
	Приложение Б Таблица проведения эксперимента.....	85
	Приложение В Презентация	на отдельных листах
	Титульный лист	
	Актуальность работы	
	Цель и задачи	
	Объект исследования	
	Структура системы автоматизации эксперимента	
	Структура функционирующего ПО	
	Структурная схема разрабатываемого ПО	
	База данных	
	Интерфейс пользователя	
	Алгоритм работы программы для SQL запросов	
	Алгоритм работы программы System status monitor	
	Тестирование разработанного ПО	
	Финансовый менеджмент	
	Заключение	

Диск DVD-R.....в конверте на обороте обложки

643.ФЮРА.00007-01 81 01 Пояснительная записка ВКР. Файл

БогдановаЕ_ВКР.docx

Презентация к ВКР. Файл БогдановаЕ_презентация.pptx

Текст программы. Файл SystemStatusMonitor.txt

ВВЕДЕНИЕ

В настоящий момент на Токамаке КТМ реализована прямая связь между SCADA системой и контроллерами подсистем сбора данных.

Существует необходимость развития пульта управления токамака КТМ путем добавления новых АРМ операторов и исследователей. Используемая для разработки существующего программного обеспечения SCADA-система Trace Mode имеет ограниченные возможности для параллельной разработки распределенных пультовых комплексов.

Внедрение дополнительного уровня ПО и базы данных на сервер позволит уменьшить информационные потоки, идущие к подсистемам, и внедрить в систему дополнительные пульты управления и визуализации данных.

Целью работы является расширение функциональных возможностей пульта управления токамака КТМ и оптимизация информационных потоков в системе.

Объектом исследования является пульт общего управления – программно-аппаратный комплекс, разработанный при помощи программного пакета Trace Mode.

В процессе выполнения ВКР разработан интерфейс пользователя, база данных и программа System status monitor, реализующая обмен данными между базой данных и подсистемами сбора данных, подключенных по локальной сети. Реализован обмен данными между интерфейсом пользователя и базой данных.

Разработанное программное обеспечение успешно прошло проверку на оборудовании университета и готово к внедрению на токамаке КТМ.

					643.ФЮРА.00007-01 81 01			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Богданов			Введение		Лит.	Лист
Провер.		Павлов						Листов
Консульт								
Н. Контр.		Ефремов					ТПУ ФТИ	
Утверд.		Горюнов					Группа 0712	

1 Обзор литературы

1.1 Анализ установки токамак КТМ

Токамак КТМ – это плазменная электрофизическая установка тороидального типа с магнитным удержанием плазмы [1]. Токамак состоит из вакуумной камеры тороидального типа, вокруг которой тороидальные и полоидальные обмотки, создающие электромагнитное поле для удержания внутри камеры плазменного шнура и придания ему требуемой формы поперечного сечения. Рабочим телом в токамаке является плазма, получаемая при помощи сильного нагрева дейтерий-дейтериевой или дейтерий-третиевой смеси. На ранней стадии нагрева рабочего газа используется омический нагрев, в дальнейшем используется ВЧ-нагрев. Для отвода тепла, выделяющегося в процессе протекания управляемой термоядерной реакции, используется дивертор. Токамак КТМ разрабатывался как исследовательский, поэтому он оснащен транспортно-шлюзовым устройством – устройством, позволяющим заменять диверторные пластины без разгерметизации рабочей камеры. Рабочий импульс определяется временем существования плазмы и равен пяти секундам. Для проведения повторного рабочего импульса необходимо провести охлаждение систем. Время охлаждения систем токамака КТМ составляет пятнадцать минут.

Работу установки обеспечивают большое количество систем:

- вакуумирования;
- боронизации;
- газонапуска;
- омического и ВЧ-нагрева;
- импульсного электропитания тороидальных и полоидальных обмоток;
- гашения плазмы;

					643.ФЮРА.00007-01 81 01		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб		Богданов			Обзор литературы	Лит	Лист
Провер		Павлов					Листов
Консульт							
Н. Контр.		Ефремов				ТПУ ФТИ	
Утверд.		Горюнов				Группа 0712	

- информационно-измерительных систем;
- водяного охлаждения тороидальных и полоидальных обмоток;
- автоматизированную систему управления технологическим процессом.

Основные параметры установки представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные параметры установки

Большой радиус плазмы	0,9 м
Малый радиус плазмы	0,45 м
Аспектное отношение А	2
Удлинение плазмы K_{95}	1,7
Тороидальное магнитное поле на оси $B_{то}$	1
Ток плазмы	750 кА
Длительность тока	4–5 с
Мощность ВЧ-нагрева	5–7 МВт
Мощность тепловой нагрузки на приемные диверторные пластины	2–20 МВт/м ²

Общий вид установки представлен на рисунке 1.

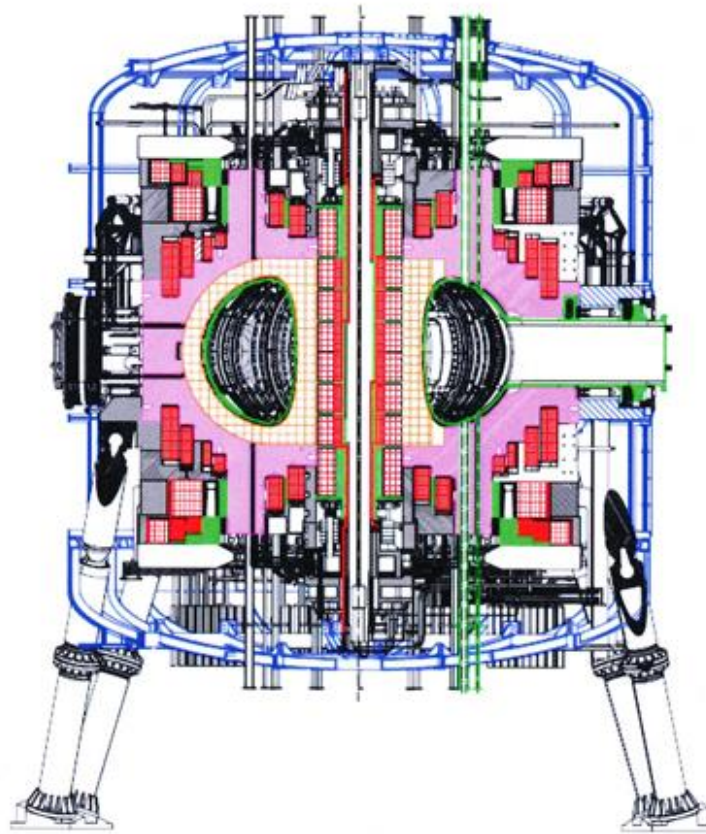


Рисунок 1 – Общий вид Токамака КТМ

1.2 Структура системы автоматизации эксперимента токамака КТМ

В структуру САЭ токамака КТМ входят следующие уровни: нижний, средний, верхний [2].

В систему автоматизации нижнего уровня входят:

- малоканальные контроллеры, управляющие отдельными агрегатами и блоками систем;
- модули диагностических подсистем, обеспечивающие сбор данных;
- малоканальные контроллеры, управляющие агрегатами и блоками подсистем.

– В систему автоматизации среднего уровня входят промышленные компьютеры и контроллеры, отвечающие за координацию и синхронизацию контроллеров нижнего уровня.

В систему автоматизации верхнего уровня входят:

- пульт оператора-технолога;
- пульт общего управления экспериментом;
- пульт ведущего физика;
- панель коллективного пользования;
- стойка серверов информационно-измерительной системы.

Структуру САЭ можно видеть на рисунке 2 [3].

Разработанное программное обеспечение предназначено для работы со следующими подсистемами:

1. диагностические подсистемы ИИС:

- устройство сбора данных с диагностик монитор профиля радиационных потерь и обзорный болометр;
- устройство сбора данных с диагностик видеокамера медленная и видеокамера быстрая;
- устройство сбора данных с диагностики обзорный спектральный прибор;
- устройство сбора данных с диагностики монитор излучений линий водорода;
- устройство сбора данных с зондовой диагностики;
- устройство сбора данных с диагностики жесткого рентгеновского излучения НХР и спектрометра рентгеновского излучения;
- устройство сбора данных с диагностики двухчастотного импульсного радар-рефлектометра;
- устройство сбора данных с диагностики перенастраиваемый импульсный радар-рефлектометр;

- блок регистрации данных с датчиков электромагнитной диагностики;
- блок регистрации данных с датчиков электромагнитной диагностики;
- устройства сбора данных с МГД-зондов №1;
- устройства сбора данных с МГД-зондов №2;
- устройства сбора данных с диагностики монитор профиля электронной температуры;
- устройство сбора данных с диагностики многоканального волоконно-оптического ИК-монитора, пирометра ТЦ2С и пирометра БД;
- устройство сбора данных с диагностики ИК-визуализации;
- устройство сбора данных с диагностики среднехордовой плотности;
- устройство сбора данных с диагностики многоканальный бесшумный интерферометр.

2. системы управления источниками питания:

- система управления источником питания TF;
- система управления источником питания CS;
- система управления источником питания HFC;
- система управления источником питания PF1/PF2;
- система управления источником питания PF3/PF6
- система управления источником питания PF4/PF5.

3. СУТП:

- подсистема прогрева и контроля температуры;
- подсистема вакуумно-технологической подготовки;
- подсистема водяного охлаждения.

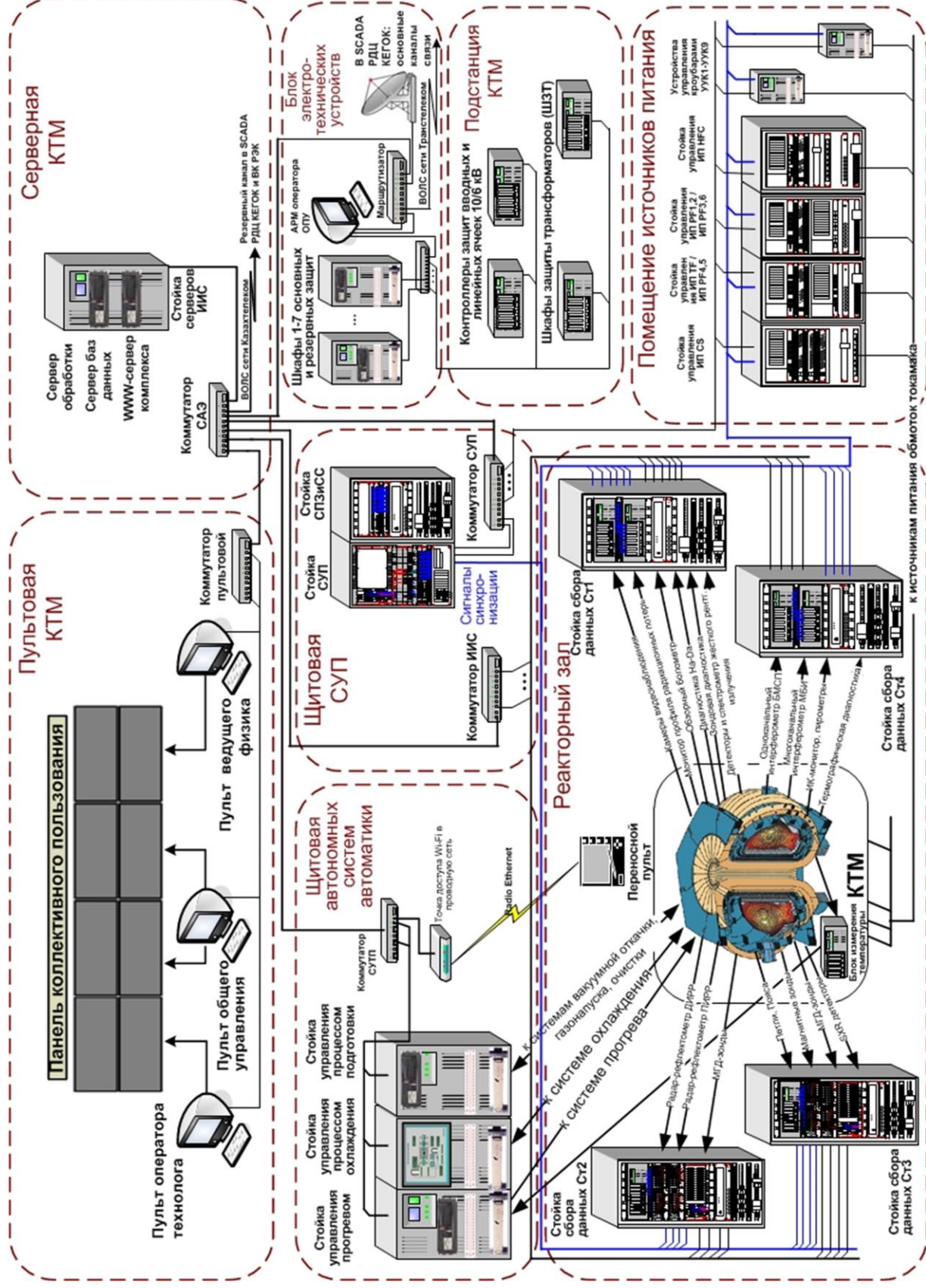


Рисунок 2 – Структура системы автоматизации эксперимента токамака KTM

1.3 Системное и инструментальное программное обеспечение

PostgreSQL – это система управления базами данных. Данная система является продолжением проекта Postgres, разрабатываемого в Калифорнийском университете с 1986 года [4].

PostgreSQL имеет возможность многопользовательской работы с базами данных. При этом для одновременной работы нескольких пользователей с одной базой данных используются или блокировки, или многопользовательская модель.

В PostgreSQL реализована поддержка большого количества типов данных:

- целые;
- с плавающей или фиксированной точкой;
- массивы;
- двоичный;
- другие.

При необходимости, существует возможность создания собственного типа данных и программирования для него механизма индексирования.

Средства администрирования PostgreSQL не являются удобными в использовании. В связи с этим разработаны несколько клиентов для их серверов. Одним из них является PgAdmin III – клиент, имеющий удобный и понятный интерфейс, а также все требуемые для работы с базами данных инструменты.

При установке последних версий PostgreSQL, PgAdmin III устанавливается автоматически. Для более ранних версий программу можно установить в ручном режиме.

Подключение к базе данных производится после запуска программы и ввода необходимых реквизитов.

Существует большое количество систем управления базами данных и программно-аппаратных платформ. Для обеспечения независимости при

взаимодействии с ними, компания Microsoft разработала специальный программный интерфейс ODBS, который в последствии был стандартизован.

ODBC (Open Database Connectivity) – это программный интерфейс доступа к базам данных [5].

Для того, чтобы была возможность доступа к базе данных вне зависимости от программно-аппаратной платформы, разработчик базы данных создает ODBC драйвер, в котором описывает стандартные функции ODBC API в соответствии с особенностями своего продукта.

TRACE MODE – это программа, используемая для автоматизированного проектирования прикладного программного обеспечения автоматизированных систем управления технологическими процессами. Разрабатываемые в ней проекты выполняют функции супервизорного контроля значений параметров и управления технологическим оборудованием [6].

TRACE MODE разработана Московской компанией AdAstra Research Group, и предоставляет как профессиональную, используемую на производствах, так и учебную версию своего продукта, находящуюся в свободном доступе, но имеющую некоторые ограничения.

В состав TRACE MODE входят:

- TRACE MODE IDE – инструментальный комплекс;
- TRACE MODE RTM – программа, интерпретирующая созданный проект в рамках операционной системы Windows;
- TRACE MODE MicroRTM - программа, интерпретирующая созданный проект в рамках операционной системы DOS.

TRACE MODE поддерживает разработку программ с использованием различных языков программирования: ST, IL, FBD, SFC, LD.

Инструментальный комплекс содержит большое количество редакторов, что позволяет разрабатывать различные компоненты проекта. Присутствует механизм связей с системами управления базами данных.

1.4 Описание протокола сетевого взаимодействия T-ICS

T-ICS – протокол сетевого взаимодействия, предназначенный для обмена данными, командами и сообщениями между различными устройствами сбора данных и управления. Протокол используется для организации взаимодействия устройств САЭ токамака КТМ. По данному протоколу осуществляется обмен данными между управляющей и диагностической ЭВМ по сети Ethernet, обмен сообщениями, командами и данными [7].

Протокол позволяет осуществлять взаимодействия с устройствами по последовательным каналам связи через интерфейсы RS-485 и RS-232 а также по сети Ethernet поверх протокола UDP/IP. Он позволяет передавать команды, сообщения об авариях и ошибках, а также осуществлять запись и чтение виртуального адресного пространства устройства с адресацией вплоть до 64 бит.

Рассмотрим некоторые характеристики протокола T-ICS.

Среда передачи данных: Ethernet, UDP/IP; Последовательный интерфейс RS-485, RS-232.

Особенности взаимодействия по протоколу: Установление связи точка-точка с каждым из устройств; Архитектура клиент-сервер.

Адресное пространство переменных и флагов: Размер адреса может составлять от 1 до 8 байт, таким образом, адресация может осуществляться вплоть до 64 бит.

Работа с переменными: Операции чтения и записи переменных с размером переменных 1, 2, 4 байта или массив произвольного размера.

Работа с битовыми флагами: Чтение и запись битовых флагов с маской или без маски.

Передача команд и сообщений: передача 64 типов команд и 64 типов сообщений с опциональными добавочными данными и дополнительными признаками команд/сообщений. Также, возможно расширение количества типов команд и сообщений за счет дополнительных полей.

Ответы на сообщения: Передача в ответе кодов ошибки (в диапазоне 0–255) и дополнительных данных.

Контроль правильности передачи данных: Контроль правильности передачи пакета на уровне стека UDP/IP; Повторная передача пакета по таймауту (гарантированная доставка); Контроль выпадения пакетов при помощи нумерации; Признак повторно переданного пакета.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Введение

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

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-исследовательского проекта, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

4.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

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

Конкурентным решением является существующее на токамаке КТМ программное обеспечение.

Анализ конкурентных технических решений целесообразно проводить с помощью оценочной карты (таблица 4).

					643.ФЮРА.00007-01 81 01		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Богданов			Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лит.	Лист
Провер.		Павлов					
Консульт		Меньшикова				ТПУ ФТИ	
Н. Контр.		Ефремов				Группа 0712	
Утверд.		Горюнов					

Таблица 4 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических разработок

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б _ф	Б _{кп}	К _ф	К _к
Возможность добавления новых пультов управления	0,16	5	1	0,80	0,16
Потребность в ресурсах памяти на сервере	0,09	3	5	0,27	0,45
Загруженность каналов связи с подсистемами	0,12	4	2	0,48	0,24
Возможность дублирования пультов управления	0,10	5	1	0,50	0,10
Удобство в эксплуатации ПО	0,09	4	4	0,36	0,36
Возможность подключения дополнительных подсистем	0,12	4	1	0,48	0,12
Эффективность работы	0,10	4	2	0,40	0,20
Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	4	2	0,28	0,14
Надёжность	0,08	4	4	0,32	0,32
Энергосбережение	0,07	3	4	0,21	0,28
Итого	1			4,10	2,37

$$\frac{K_{\phi}}{K_{\kappa}} = 1,73 \quad (1)$$

Это показывает, что разрабатываемое программное обеспечение имеет значительные преимущества перед существующим. Так же из оценочной карты видно, что главными требованиями к программному обеспечению являются возможность добавления новых пультов управления и подсистем, а так же

уменьшение потоков запросов, идущих к подсистемам. Данные критерии являются ключевыми для дальнейшего развития токамака КТМ.

4.3 SWOT-анализ

Для объективного оценивания конкурентоспособности и перспектив развития разработки необходимо проанализировать сильные и слабые стороны, а также угрозы и возможности, которые могут повлиять на разработку. SWOT-анализ позволит сформировать направление, в котором необходимо работать, чтобы повысить конкурентоспособность научной разработки. Матрица SWOT-анализа приведена в таблице 5.

Таблица 5 – Матрица SWOT

	Сильные стороны проекта: С1. Возможность добавления новых пультов управления. С2. Возможность добавления новых подсистем. С3. Оптимизация потоков данных системы.	Слабые стороны проекта: Сл1. Необходимость использования ресурсов сервера. Сл2. Узкая направленность применения.
Возможности проекта: В1. Заключение контракта с НЯЦ РК на поставку разработанного ПО для токамака КТМ.	Модернизация и дальнейшее развитие систем токамака КТМ.	Использование информации, передаваемой через сервер для архивирования.
Угрозы проекта: У1. Недостаточное финансирование. У2. Отсутствие договора на разработку ПО.	Привлечение интереса руководства НЯЦ РК к разрабатываемому ПО.	Разработка наиболее универсального ПО.

4.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

На любой стадии жизненного цикла проекта полезно оценивать степень его готовности к коммерциализации. Для этого необходимо оценить степень проработанности научного проекта и уровень имеющихся знаний разработчика (таблица 6).

Таблица 6 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
Определен имеющийся научно-технический задел	4	4
Определены перспективные направления коммерциализации задела	4	4
Проработаны вопросы финансирования научной разработки	3	1
Проработан механизм реализации научного проекта	4	4
Итого баллов	15	13

Исходя из оценок степени готовности проекта к коммерциализации видно, что проект имеет среднюю степень готовности. Существует необходимость привлечения дополнительных специалистов для проведения маркетинговых исследований.

Методом коммерциализации является инжиниринг – то есть, на основе договора с консультантом предоставляется комплекс инженерно-технических

услуг заказчику, которые связаны с проектированием, разработкой и вводом в эксплуатацию, например, программного обеспечения.

4.5 Инициация проекта

Инициация проекта состоит из процессов, которые выполняются для нового проекта или новой стадии проекта. Для этого определяются начальные цели, содержание, фиксируются ресурсы. Также определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта.

Заинтересованные стороны проекта отображены в таблице 7

Таблица 7 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
ИАЭ НЯЦ РК, г. Курчатов	Предоставление ПО для получения возможности модернизации токамака КТМ
ТПУ, кафедра ЭАФУ	Разработка ПО пульта общего управления токамака КТМ для заключения договора

В таблице 8 представлена информация о целях проекта, критериях достижения целей и требований к результатам проекта.

Таблица 8 – Цели и результаты проекта

Цели проекта	Разработка ПО пульта общего управления токамака КТМ
Ожидаемые результаты проекта	ПО, дающее возможность добавлять в систему управления токамака КТМ новые пульты управления, и новые подсистемы.
Критерии приемки результата проекта	Работоспособность ПО, возможность использования на ЭВМ токамака КТМ.
Требования к результату проекта	Взаимодействие интерфейса пользователя и сервера реализовать при помощи SQL запросов.
	Взаимодействие сервера и подсистем токамака КТМ реализовать через протокол T-ICS.
	ПО взаимодействия сервера с подсистемами токамака КТМ разработать на языке программирования C++.
	Предусмотреть возможность простого добавления новых подсистем.

Рабочая группа проекта отображена в таблице 9.

Таблица 9 – Рабочая группа проекта

ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, ч
Павлов В.М., ТПУ, кафедра ЭАФУ, доцент	Руководитель проекта	Консультирование, определение задач, контроль выполнения.	36
Богданов А.Е., ТПУ, кафедра ЭАФУ, студент	Исполнитель проекта	Анализ литературных источников, программирование, экспериментальная проверка.	540

Ограничения и допущения проекта приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Ограничения проекта

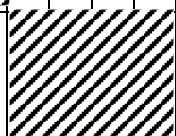
Фактор	Ограничения/допущения
Бюджет проекта	51983,5
Источник финансирования	—
Сроки проекта:	
Дата утверждения плана управления проектом	3 октября 2016
Дата завершения проекта	21 января 2017
Прочие ограничения и допущения	—

4.6 План проекта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный график проекта.

Календарный план в виде диаграммы Ганта представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Календарный план-график

Вид работ	Исполнители	Т _к , кол. дн.	Продолжительность выполнения работ, декада											
			ОКТ			НОЯ			ДЕК			ЯНВ		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Составление ТЗ	Руководитель	2												
Изучение литературы	Дипломник	10												
Разработка базы данных	Дипломник	5												
Разработка интерфейса пользователя	Дипломник	10												
Разработка программы на языке C++	Дипломник	44												
Проведение экспериментов	Дипломник	10												
	Руководитель	4												
Разработка технического описания ПО	Дипломник	13												



– Руководитель



– Дипломник

4.7 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения.

4.8 Основная заработная плата

В данную статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников. Величина расходов определяется из трудоемкости выполняемых работ. Расчет основной заработной платы по этапам представлен в таблице 12.

Основная заработная плата работника рассчитывается по формуле 2:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}}, \quad (2)$$

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

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

$T_{\text{раб}}$ – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле 3:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}, \quad (3)$$

где $З_{\text{м}} = З_{\text{б}} \cdot K_{\text{р}}$ – месячный оклад работника, р.;

$З_{\text{б}}$ – базовый оклад, р.;

$K_{\text{р}}$ – районный коэффициент;

M – количество месяцев работы без отпуска в течении года, мес.;

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

Оклад руководителя составляет 26300 р.

Оклад дипломника составляет 7483,58 р.

Месячный должностной оклад руководителя:

$$З_{\text{м}}^{\text{Рук}} = 26300 \cdot 1,3 = 34190 \text{ р.} \quad (4)$$

Месячный должностной оклад дипломника:

$$З_{\text{м}}^{\text{Дип}} = 7483,58 \cdot 1,3 = 9728,65 \text{ р.} \quad (5)$$

Среднедневная заработная плата руководителя:

$$З_{\text{дн}}^{\text{Рук}} = \frac{26300 \cdot 10,4 \cdot 1,3}{299} = 1189,22 \text{ р.} \quad (6)$$

Среднедневная заработная плата дипломника:

$$З_{\text{дн}}^{\text{Дип}} = \frac{9728,58 \cdot 10,4}{299} = 338,39 \text{ р.} \quad (7)$$

Таблица 12 – Расчет основной заработной платы по этапам

Этап	Исполнитель	Трудоемкость, чел. дн.	З/п на один чел. дн., р.	Всего з/п, р.
Составление ТЗ	Руководитель	2	1189,22	2378,44
Изучение литературы	Дипломник	10	338,39	3383,90
Разработка базы данных	Дипломник	5	338,39	1691,95
Разработка интерфейса пользователя	Дипломник	10	338,39	3383,90
Разработка программы на языке С++	Дипломник	44	338,39	14889,16
Проведение экспериментов	Дипломник	10	338,39	3383,90
	Руководитель	4	1189,22	4756,88
Разработка технического описания ПО	Дипломник	11	338,39	3722,29
Итого				37590,32

Основная заработная плата руководителя:

$$З_{\text{осн}}^{\text{Рук}} = 1189,22 \cdot 6 = 7135,32 \text{ р.} \quad (8)$$

Основная заработная плата дипломника:

$$З_{\text{осн}}^{\text{Дип}} = 338,39 \cdot 90 = 30455,1 \text{ р.} \quad (9)$$

Вычисленные данные сведены в таблицу 13.

Таблица 13 – Расчёт заработной платы

Исполнители	З _б , р.	К _{пр}	К _д	К _р	З _м , р.	З _{дн} , р.	Т _р , дн.	З _{осн} , р.
Руководитель	26300,00	0,5	0,5	1,3	34190,00	1189,22	6	7135,32
Дипломник	7483,58	0,5	0,5	1,3	9728,65	338,39	90	30455,10

В таблице 13 использованы следующие обозначения:

З_б – базовый оклад;

К_{пр} – премиальный коэффициент;

К_д – коэффициент доплат и надбавок;

К_р – районный коэффициент;

З_м – месячный должностной оклад;

З_{дн} – среднедневная заработная плата;

Т_р – продолжительность работ;

З_{осн} – основная заработная плата.

4.9 Расчет потребляемой электроэнергии

Основным потребляемым сырьем в данной научной разработке является потребление электроэнергии ЭВМ. Для расчета стоимости потребляемой электроэнергии (10) необходимо знать потребляемую мощность компьютеров, время их работы и текущий тариф на электроэнергию.

$$C_{\text{ээ}} = K \cdot 6 \cdot Д \cdot Т \cdot М, \quad (10)$$

где К – количество используемых ЭВМ;

6 – 6-часовой рабочий день;

Д – продолжительность работ в днях;

Т – тариф на электроэнергию;

М – мощность блоков питания ЭВМ.

Мощность блока питания каждой ЭВМ составляет 120 Вт. Стоимость одного киловатт-часа электроэнергии составляет 5,8 р. Значит, за всё время выполнения дипломной работы стоимость электроэнергии составит:

$$C_{\text{ээ}} \frac{6 \cdot 2 \cdot 90 \cdot 5,8 \cdot 120}{1000} = 751,68 \text{ р.} \quad (11)$$

4.10 Амортизация используемого оборудования

Для разработки ПО использовались две одинаковые ЭВМ. Амортизация – это способ переноса стоимости, в данном случае, ноутбука на стоимость производимой продукции с его помощью.

При применении линейного метода амортизации сумма начисленной амортизации за один месяц определяется как произведение первоначальной стоимости объекта основных средств и соответствующей нормы амортизации, которая рассчитывается по формуле [9]:

$$K = \frac{1}{n} \cdot 100 \%, \quad (12)$$

где К – норма амортизации в процентах к первоначальной стоимости объекта;
n – срок полезного использования объекта (в месяцах).

Стоимость одной ЭВМ составляет 40000 р. Срок полезного использования – 10 лет. Таким образом, норма амортизации: 0,83 %. Месячная амортизация составляет 333,32 р. За весь период дипломной работы для одной ЭВМ амортизация составит 1166,62 р. Для двух ЭВМ амортизация составит 2333,24 р.

4.11 Группировка затрат по статьям

При планировании бюджета должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты группируются по статьям, представленным в таблице 14.

Таблица 14 – Группировка затрат по статьям

Вид работ	Статьи				
	Осн. зар. плата	Отчисления на соц. нужды (30 %)	Расходы на электроэнергию	Амортизация используемого оборудования	Итого, плановая себестоимость
Составление ТЗ	2378,44	867,26	8,35	25,92	3279,97
Изучение литературы	3383,90	1233,87	41,76	259,25	4918,78
Разработка базы данных	1691,95	507,59	20,88	129,64	2350,06
Разработка интерфейса пользователя	3383,90	1015,17	41,76	259,28	4700,11
Разработка программы на языке C++	14889,16	4466,73	183,74	1140,85	20680,42
Проведение экспериментов (Дипломник)	3383,90	1015,17	41,76	259,28	4700,11
Проведение экспериментов (Руководитель)	4756,88	1427,06	-	-	6183,95
Разработка технического описания ПО	3722,29	1116,69	45,94	285,18	5170,10
Итого					51983,50

4.12 Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты. Информация о рисках сведена в таблицу 15.

Таблица 15 – Реестр рисков

Риск	Потенциальное воздействие	Вер-ть наступления (1–5)	Влияние риска (1–5)	Ур. Рис ка	Способы смягчения риска	Условия наступления
Отказ от приобретения ПО	Потеря прибыли	1	5	Сред	Уменьшить время разработки	Разработка ПО конкурентом
Не корректная работа ПО	Отказ заказчика	1	5	Сред	Проведение экспериментов	Заказчик при использовании и выявит ошибки
Разработка ПО другой компанией	Потеря прибыли	1	5	Сред	Ускорение разработки ПО	Отставание от сроков разработки ПО

4.13 Оценка сравнительной эффективности исследования

Стоимость разработки программного обеспечения составляет 51983,5 р. Разработка существующего программного обеспечения по трудозатратам сравнима с разрабатываемым ПО, поэтому стоимость для ее разработки примем равной 51983,5.

Интегральный финансовый показатель разработки I_{Φ}^p рассчитывается следующим образом:

$$I_{\Phi}^p = \frac{51983,5}{51983,5} = 1. \quad (13)$$

Интегральный финансовый показатель аналога I_{ϕ}^a :

$$I_{\phi}^a = \frac{51983,5}{51983,5} = 1. \quad (14)$$

Таблица 16 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерий	Весовой коэффициент	Текущий проект	Аналог
Получение заказов	0,35	5	3
Эффективность использования подсистем	0,20	5	3
Потребность в ресурсах памяти сервера	0,20	3	5
Энергосбережение	0,10	4	5
Надежность	0,15	4	5
Итого	1	21	21

Интегральные показатели ресурсоэффективности:

$$I_m^p = 0,35 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 3 + 0,1 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 = 4,5. \quad (15)$$

$$I_m^a = 0,35 \cdot 3 + 0,2 \cdot 3 + 0,2 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 = 3,75. \quad (16)$$

Интегральный показатель эффективности разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{I_m^p}{I_{\phi}^p} = \frac{4,5}{1} = 4,5 \quad (17)$$

Интегральный показатель эффективности аналога определяется по формуле:

$$I_{\text{финр}}^a = \frac{3,75}{1} = 3,75. \quad (18)$$

Сравнение интегральных показателей эффективности текущего проекта и аналога позволяет определить сравнительную эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финр}}^a} = \frac{4,5}{3,75} = 1,2. \quad (19)$$

Результаты расчетов сравнительной эффективности проекта приведены в таблице 17.

Таблица 17 – Сравнительная эффективность проекта

Показатели	Разработка	Аналог
Интегральный финансовый показатель разработки	1	1
Интегральный показатель ресурсоэффективности	4,5	3,75
Интегральный показатель эффективности	4,5	3,75
Сравнительная эффективность проекта	1,2	