МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное

образовательное учреждение высшего образования

«Южно-Уральский государственный университет

(национальный исследовательский университет)»

Высшая школа электроники и компьютерных наук

Кафедра «Электронные вычислительные машины»

|  |  |
| --- | --- |
| РАБОТА ПРОВЕРЕНА  Рецензент  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2023 г. | ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  Заведующий кафедрой ЭВМ  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Д.В. Топольский  «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2023 г. |

Методические указания к выполнению выпускных квалификационных работ

Пояснительная записка

к выпускноЙ квалификационнОЙ РАБОТЕ

ЮУРГУ-090401.2023.222 ПЗ ВКР

|  |  |
| --- | --- |
|  | Руководитель работы,  к.т.н., доцент каф. ЭВМ  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_И.О. Фамилия  «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2023 г.  Автор работы,  студент группы КЭ-222  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_И.О. Фамилия  «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2023 г.  Нормоконтролёр,  ст. преподаватель каф. ЭВМ  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И.Г. Топольская  «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2023 г. |

Челябинск-2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное   
образовательное учреждение высшего образования   
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»

Высшая школа электроники и компьютерных наук

Кафедра «Электронные вычислительные машины»

|  |  |
| --- | --- |
|  | УТВЕРЖДАЮ  Заведующий кафедрой ЭВМ  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Д.В. Топольский  «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2023 г. |

**ЗАДАНИЕ**

**на выпускную квалификационную работу бакалавра**

студенту группы КЭ-222

Фамилия Имя Отчество

обучающемуся по направлению

09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

1. **Тема работы: «**Методические указания к выполнению выпускных квалификационных работ» утверждена приказом по университету от \_\_ декабря 2022 г. №\_\_\_\_
2. **Срок сдачи студентом законченной работы:** 1 июня 2023 г.
3. **Исходные данные к работе[[1]](#footnote-1):** имеющиеся технические ресурсы и требования к разрабатываемому научно-техническому продукту.

*Пример №1: цифровой измерительный трансформатор*

* 1. Класс напряжения 110 кВ.
  2. Номинальный первичный ток 200...2000 А.
  3. Класс точности измерения тока для АСКУЭ 0,2.
  4. Класс точности измерения тока для РЗА 5.
  5. Класс точности измерения напряжения 0,2.
  6. Протокол передачи данных МЭК 61850-9-2.
  7. Габаритные размеры датчика на ОРУ 1540х320х450 мм.
  8. Масса 120 кг.

*Пример №2: веб-сайт*

* 1. *Пример бизнес-требований:*
     1. Сайт поиска авиабилетов обеспечивает возможности:
* посетителю сайта – подобрать оптимальный по цене маршрут;
* посетителю сайта – сэкономить время планирования поездки;
* авиакомпаниям – использовать дополнительный канал продаж авиабилетов;
* владельцу сайта – предлагать поставщикам дополнительных услуг для путешественников площадку для их продажи.
  1. *Пример бизнес-правила:*
     1. Сайт интернет-магазина должен соответствовать требованиям федеральных законов:
* №152-ФЗ «О персональных данных» при хранении и обработке персональных данных покупателей;
* №54-ФЗ «О применении контрольно-кассовой техники...» при обработке платежей, выполняемых с использованием электронных деньги банковских карт.
  1. *Пример пользовательских требований:*
     1. Пошаговый сценарий покупки авиабилета на выбранный маршрут.
     2. Набор user stories для покупки на сайте интернет-магазина:
* для сравнения товаров по характеристикам;
* для добавления товара в корзину;
* для управления корзиной;
* для оформления заказа;
* для онлайн-оплаты.
  1. *Пример атрибутов качества:*
     1. Время загрузки главной страницы и карточки товара не должно превышать 3 секунд при нагрузке до 20 посетителей в минуту.
     2. База данных сайта должна устанавливаться на сервера МуSQL или Oracle без необходимости внесения изменений в установочные скрипты.
     3. Сайт должен быть адаптирован для мобильных устройств.
  2. *Примеры ограничений:*
     1. Сервер приложений сайта должен разрабатываться на языке Java.
     2. Сайт должен устанавливаться на ОС Ubuntu Sеrver 14.04.
  3. *Примеры ограничений:*
     1. Сервер приложений сайта должен разрабатываться на языке Java.
     2. Сайт должен устанавливаться на ОС Ubuntu Sеrver 14.04.
  4. *Пример системных требований:*
     1. Доступ к операциям со счётом должен обеспечиваться через единый сервер приложений, с которым взаимодействуют клиентские приложения:
* интернет-банк в браузере пользователя;
* интернет-банк в мобильном приложении;
* интернет-банк в Jауа-приложении, загружаемом с сайта и запускаемом на ПК пользователя.
  1. *Примеры функциональных требований:*
     1. На сайте должен быть реализован поиск статей по ключевым словам (с учётом словоформ) и по проставляемым пользователями тэгам.
     2. Операции оплаты со счёта должны быть доступны только с использованием двухфакторной авторизации.

*И т.д. Примеры реальных технических заданий на программное обеспечение и аппаратно-программный комплекс приведены в приложениях А и Б соответственно. См. стандарт РФ на оформление научно-технических отчётов и ЕСПД.*

1. **Перечень подлежащих разработке вопросов:**

*Подлежащие разработке вопросы в рамках выполнения ВКР должны быть конкретными, а не содержать общую формулировку задания.*

*Пример:*

Введение.

1. Постановка задачи.

1.1. Общие сведения о разрабатываемой системе.

1.2. Назначение и цели создания системы.

1.2.1. Назначение системы (описание проблем, решаемых системой и/или дополнительных возможностей, которые она должна создавать). Обоснование необходимости автоматизации через возможность решения проблем (создание новых возможностей) объекта автоматизации.

1.2.2. Цели создания системы (какие показатели объекта автоматизации будут улучшены и насколько). Обоснование достижимости целей путем анализа существующих разработок.

1.3. Характеристика объекта автоматизации (технико-экономическая характеристика предметной области и предприятия включая организационную структуру предприятия и бизнес-процессы «как есть») .

1.4. Требования к системе.

1.4.1. Требования к системе в целом.

1.4.2. Требования к функциям, выполняемым системой.

1.4.3. Требования к видам обеспечения.

1.5. Состав и содержание работ по созданию системы.

1.6. Порядок контроля и приёмки системы.

1.7. Требования к составу и содержанию работ по подготовке объекта автоматизации к вводу системы в действие.

1.8. Требования к документированию.

1.9. Источники разработки.

2. Проектная часть.

2.1. Обоснование проектных решений (выбор технологии на основе сравнения возможных вариантов).

2.2. Разработка проекта автоматизации (включая сценарии выполнения каждого варианта использования, интерфейсные формы, объектную структуру).

2.3. Информационное обеспечение задачи (включая структуру данных и физическую модель данных).

2.4. Программное обеспечение задачи (разработку и комплексирование рабочей версии ИС).

2.5. Технологическое обеспечение задачи (описание физической реализации системы, размещение ИС по рабочим станциям, используемое аппаратное обеспечение – ПК, сервера, сети).

2.6. Контрольный пример реализации проекта и его описание (включая сценарии тестирования и пользовательскую документацию по прецедентам в соответствии с функциональными требованиями).

3. Экономическая часть *(опционально)*.

4. Безопасность жизнедеятельности *(опционально)*.

Заключение.

Список использованных библиографических источников.

Приложение.

1. **Дата выдачи задания:** 1 декабря 2022 г.

Руководитель работы \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/*И.О. Фамилия*/

Студент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/*И.О. Фамилия* /

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

| Этап | Срок сдачи | Подпись  руководителя |
| --- | --- | --- |
| Введение и обзор литературы | 10.03.2023 |  |
| Разработка модели, проектирование (необходимо включить в этот раздел конкретные работы, указанные в задании, и указать сроки выполнения для каждой их работ) | 21.03.2023 |  |
| Реализация системы (необходимо включить в этот раздел конкретные работы, указанные в задании, и указать сроки выполнения для каждой их работ) | 04.04.2023 |  |
| Тестирование, отладка, эксперименты (необходимо включить в этот раздел конкретные работы, указанные в задании и указать сроки выполнения для каждой их работ) | 25.04.2023 |  |
| Компоновка текста работы и сдача на нормоконтроль | 16.05.2023 |  |
| Подготовка презентации и доклада | 24.05.2023 |  |

Руководитель работы \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/*И.О. Фамилия*/

Студент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/*И.О. Фамилия*/

Аннотация

|  |  |
| --- | --- |
|  | И.О. Фамилия. Методические указания к выполнению выпускных квалификационных работ. – Челябинск: ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», ВШ ЭКН; 2023, 59 с., 8 ил., библиогр. список – 18 наим. |

Аннотация – это краткая характеристика работы с точки зрения содержания, назначения, формы и других особенностей.

Аннотация включает:

* характеристику основной темы;
* проблемы объекта;
* цели (и задачи) работы;
* результаты работы;
* новизну работы в сравнении с другими, родственными по тематике и целевому назначению.

Аннотация выполняет следующие функции:

* дают возможность установить основное содержание документа, определить его релевантность и решить, следует ли обращаться к полному тексту документа;
* предоставляют информацию о документе и устраняют необходимость чтения полного текста документа в случае, если документ представляет для читателя второстепенный интерес;
* используются в информационных, в том числе автоматизированных системах для поиска документов и информации.

Рекомендуемый средний объем аннотации 500 печатных знаков.

*Пример.*

В рамках выпускной квалификационной работы производится детальный анализ современных технологий организации вычислительных сред. Организуется разработка программного комплекса для организации масштабируемых научных вычислений в гетерогенных средах с использованием ПО BOINC, GlusterFS и SLURM. Производится выборка и анализ результатов работы системы, в домене специально разработанных задач. Рассматриваются преимущества и недостатки, как модели вычислений в гетерогенных средах в целом, так и конкретного программного комплекса. Доказывается способность предлагаемой архитектуры к обеспечению успешного цикла решения задач определенного класса.

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

[ВВЕДЕНИЕ 12](#_Toc96092546)

[1. АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ 16](#_Toc96092547)

[1.1. ОБЗОР АНАЛОГОВ 16](#_Toc96092548)

[1.2. АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ 19](#_Toc96092549)

[1.3. ВЫВОД 20](#_Toc96092550)

[2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ 21](#_Toc96092551)

[2.1. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ 22](#_Toc96092552)

[2.2. НЕФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ 24](#_Toc96092553)

[3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ 26](#_Toc96092554)

[3.1. АРХИТЕКТУРА ПРЕДЛАГАЕМОГО РЕШЕНИЯ 26](#_Toc96092555)

[3.2. АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ 28](#_Toc96092556)

[3.3. ОПИСАНИЕ ДАННЫХ 30](#_Toc96092557)

[4. РЕАЛИЗАЦИЯ 32](#_Toc96092558)

[4.1. РЕАЛИЗАЦИЯ ИНТЕРФЕЙСОВ 32](#_Toc96092559)

[5. ТЕСТИРОВАНИЕ 34](#_Toc96092560)

[5.1. МЕТОДОЛОГИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ 34](#_Toc96092561)

[5.2. ПРОВЕДЕНИЕ ПРОЦЕДУРЫ ТЕСТИРОВАНИЯ 34](#_Toc96092562)

[6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ 36](#_Toc96092563)

[БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 39](#_Toc96092564)

[ПРИЛОЖЕНИЕ А ПРИМЕР ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ НА РАЗРАБОТКУ ПО 41](#_Toc96092565)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Б ПРИМЕР ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ НА РАЗРАБОТКУ АПК 47](#_Toc96092566)

[ПРИЛОЖЕНИЕ В ИСХОДНЫЙ КОД BASH СКРИПТА 59](#_Toc96092567)

# ВВЕДЕНИЕ

Во *введении* отражаются следующие основные моменты:

* общая формулировка темы;
* актуальность выбранной темы, её теоретическое и/или практическое значение;
* степень научной проработанности темы исследования;
* цель и задачи исследования;
* объяснение того, как, с помощью каких методов исследования и в каком порядке автор намеревается решать поставленные задачи;
* анонс структуры работы (названия глав работы и их краткая характеристика);
* характеристика основных источников информации.

Введение должно быть кратким (обычно до 3 страниц) и четким. Из введения должно быть понятно, чему посвящена работа (цель работы), какие задачи и с помощью каких методов в ней решаются, какие результаты должны быть достигнуты.

*Проблема исследования* – теоретический или практический вопрос, требующий исследовательского изучения и решения средствами науки. Постановка научной проблемы – творческий акт, требующий особого видения, специальных знаний, опыта, научной квалификации. Решение проблемы обычно составляют цель следования.

*Тема* – лаконичная формулировка проблемы. Наиболее убедительным основанием, определяющим тему исследования, является противоречие в социальной практике, практике менеджмента, отражающее самые острые, общественно значимые вопросы, требующие безотлагательного решения.

Критерий *актуальности* указывает на необходимость и своевременность изучения и решения обозначенной проблемы. Актуальные исследования дают ответ на наиболее острые в данное время вопросы, отражающие социальный заказ общества, бизнеса современной науке, указывают на важнейшие противоречия, которые имеют место в практике. Критерий актуальности динамичен, подвижен, зависит от времени и учета конкретных и специфических обстоятельств. В самом общем виде актуальность характеризуется степенью расхождения между спросом на научные идеи и практические рекомендации (для удовлетворения той или иной потребности) и предложениями, которые могут дать наука и практика в настоящее время.

*Пример.*

*Актуальность исследовательской темы*, связанной с исследованиями в области масштабируемых научных вычислений в гетерогенных средах заключается в том, что модель распределенных вычислений, в частности, облачные технологии и ГРИД стали *особо важной частью* научного мира, можно даже сказать – ключевой. В течение последних десятилетий произошла интенсивная стандартизация и глобализация использования всех видов компьютерных ресурсов, вызванная *ростом сложности решаемых задач*. Более того, функционирование многих фундаментальных исследовательских проектов стало невозможным в принципе без высокопроизводительных вычислительных систем. Ясно, что фундаментальные и прикладные исследования в области мультимасштабного компьютинга могут привести к качественным изменениям, как в научном мире, так и в области коммерческих решений.

Анализ *степени разработанности проблемы* демонстрирует ее проработанность и изученность в соответствующей науке и практике.

*Цель исследования* – это мысленное предвосхищение результата, который будет получен в ходе исследования (каким его видит исследователь). Цель считается достигнутой, если сформулирована, обоснована, доказана и проверена на практике ведущая идея, отраженная в теме.

*Пример.*

Целью представленной выпускной квалификационной работы является разработка программного комплекса обеспечивающего объединение гетерогенных распределенных ресурсов с использованием ПО BOINC, SLURM и GlusterFS.

*Задачи исследования* – это пути достижения цели (что нужно сделать, чтобы цель была достигнута: изучить, описать, установить, выявить и т.д.). Если для решения проблемы нужен теоретический анализ литературы, значит, одной из задач может быть выявление теоретических основ проблемы и т.д. Формулировать задачи нужно очень тщательно, поскольку описание их решения должно составлять содержание глав и параграфов исследования, а от описания их решения будет зависеть оценка результативности исследования.

*Пример.*

Для достижения поставленной цели, необходимо решить следующие поставленные задачи:

1. Рассмотреть существующие научные проекты, генерирующие потоки данных и вычислительных задач с различной степенью интенсивности.
2. Провести детальный анализ современных программных технологий для организации масштабируемых вычислений в контексте гетерогенных вычислительных сред.
3. Разработать архитектуру собственного программного комплекса на базе существующих аппаратных решений и представить конечную её реализацию с использованием ПО BOINC, GlusterFS и SLURM.
4. Оценить работоспособность разработанного программного комплекса в различных режимах и внешних условиях (интенсивность потоков данных и задач, инфраструктурная конфигурация).
5. Произвести выборку результатов и проанализировать работу системы, в домене специально разработанных задач.

*Методы исследования* – это способы решения научно-исследовательских задач и получения результата исследования. Обычно используются теоретические методы (анализ, синтез, сравнение, обобщение, моделирование и т.д.), эмпирические методы, обеспечивающие сбор данных (наблюдение, изучение продуктов деятельности, документации, анкетирование, социометрия, беседа, метод независимых характеристик, эксперимент и т.д.), математические методы (обработка количественных данных, ранжирование и т.д.).

*Новизна исследования* характеризует новые теоретические и практические выводы, закономерности, содержание, принципы и технологии, которые к данному моменту не были известны и не зафиксированы в литературе. Критерий новизны исследования может иметь как теоретическое, так и практическое значение. Теоретическое значение исследования заключается в создании концепции, описании метода, модели, подхода, понятия, принципа, и т.д. Практическая значимость исследования состоит в его готовности к внедрению в практику.

# 1. АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

В данном разделе описывается предметная область, постановка задачи дается в развернутом виде в соответствии с требованиями заказчика, но сформулированными с профессиональной помощью студента, могут быть приведены имеющиеся аналоги и охарактеризованы выбранные для достижения цели программные средства. Вся приведенная здесь информация может быть описана в одном разделе или разбита на нижеприведенные подразделы.

Задача может относиться к очень сложной предметной области, с новыми понятиями, со сложной терминологией, сложными взаимосвязями между объектами, поэтому необходимым является описание этой предметной области, решенных, нерешенных или частично решенных проблем, краткой истории развития, вкладом предшественников, описанием понятий и терминов, с которыми познакомился студент.

Описание предметной области должно затрагивать более широкий и важный круг проблем, чем у решаемой в выпускной квалификационной работе задачи. Например, если решается задача разработки и создания микроконтроллера с программной компонентой, то имеет смысл описать область микроэлектроники.

## 1.1. ОБЗОР АНАЛОГОВ

В этом разделе необходимо описать известные аналоги разрабатываемых студентом средств. Если таких работ много, то необходимо предоставить информацию о самых используемых и качественных, на данный момент времени, ПС или ПТС. Аналоги могут быть не для всего ПС или ПТС, а только какой-то его части, например, только технической части или программной компоненты. Пример ссылки на библиографические источники: [1-18].

*Пример.*

На сегодняшний день самой крупной, межгосударственной ГРИД сетью оперирует проект WLCG (Worldwide LHC Computing GRID) [7-9], организованный в ЦЕРНе.

WLCG сеть состоит из четырех уровней, называемых “Tiers” (ярус, уровень). Всего существует 4 уровня, соответственно 0, 1, 2, 3. Каждый уровень организован группой компьютеров и вычислительных центров. При том, с ростом индекса уровня вычислительные возможности предполагаются более слабыми с точки зрения вычислительных емкостей по отношению к предыдущим [7, 8].

Вычислительные центры Tier 1 (рисунок 1) представлены крупными вычислительными узлами.

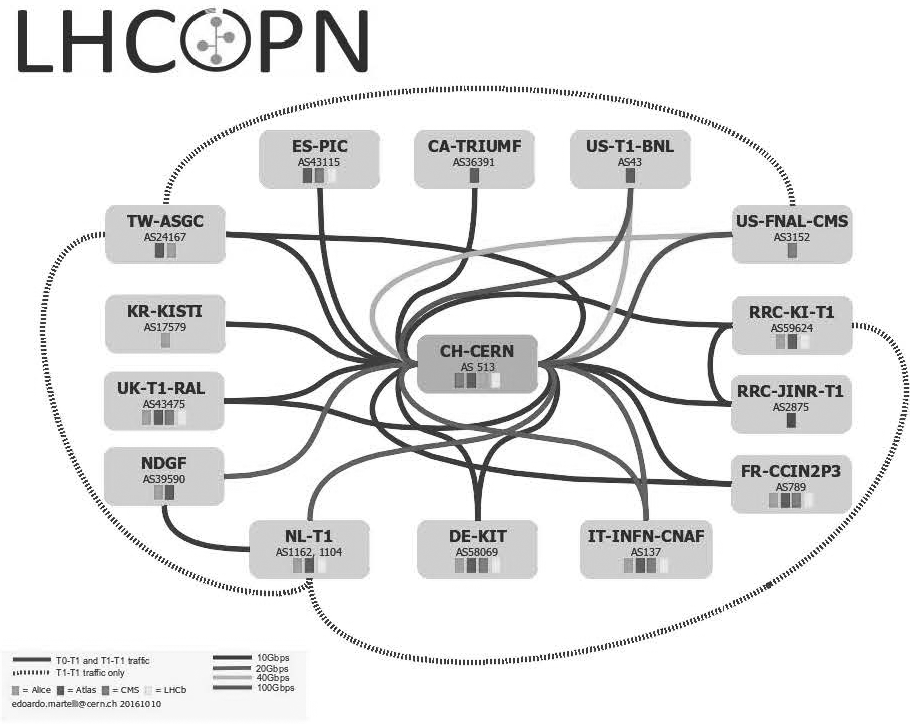


Рисунок 1 – Архитектура Worldwide LHC Computing Grid

Файловая система и в частности, распределенная файловая система, является очень важной составляющей любого вычислительного эксперимента [16-18]. Являясь частью операционной системы, она предоставляет необходимый инструментарий для манипулирования устройствами постоянного хранения данных, позволяя абстрагироваться от конкретной природы физических процессов на аппаратном уровне.

Распределенная файловая система должна быть прозрачной (от англ. transparency), отказоустойчивой и масштабируемой [18]:

* *прозрачность* предполагает обеспечение надлежащего уровня абстракции для конечного пользователя;
* *устойчивость* подразумевает способность системы адекватно отрабатывать различные сбои, к примеру, в работе сетевого оборудования;
* *масштабируемость* подразумевает способность системы оперировать в условиях переменного количества узлов без существенных изменений в качестве обслуживания.

На данный момент, разработано большое количество свободно-распространяемых распределенных файловых систем. Тем не менее, ни одна файловая система из таблицы 1 не является абсолютно универсальной. Большинство распространенных реализаций адаптированы и оптимизированы для вполне определенного класса задач.

Таблица 1 – Сравнительный анализ областей применения распределенных файловых систем [18]

| **Область применения** | **Файловая система (DFS)** |
| --- | --- |
| Большие данные | HDFS[17, 18]  MapR FS |
| Суперкомпьютинг | Lustre [17, 18]  Panasas [18] |

Продолжение таблицы 1

| **Область применения** | **Файловая система (DFS)** |
| --- | --- |
| Многоцелевые | (p)NFS  Ceph [17, 18]  Gluster-FS [17, 18]  XtreemFS  MooseFS  iRODS |
| Специфико-ориентированные | dCache [18]  XRootD  CernVM-FS [18]  EOS |

## 1.2. АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

В этом разделе необходимо описать известные технические средства, программные средства, технологии, которые выбирали для решения данной задачи. Описать достоинства и недостатки используемых средств и обосновать необходимость использования именно этих программных сред, средств и технологий. В частности, такими достоинствами могут являться низкая цена программного или технического средства или бесплатность программного обеспечения, наличие графического интерфейса и т. п.

*Пример.*

Для проведения исследований в рамках выпускной квалификационной работы была выбрана файловая система – GlusterFS [16, 18]. Она позиционируется разработчиками как высокомасшабируемая децентрализованная файловая система. Важным преимуществом GlusterFS является то, что метаданные не хранятся в едином месте, более того отсутствует сервер метаданных (таблица 2).

Таблица 2 – Сравнительный анализ распределенных файловых систем [18]

|  | **HDFS** | **iRODS** | **Ceph** | **GlusterFS** | **Lustre** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Architecture | Centralized | Centralized | Distributed | Distributed | Centralized |
| Naming | Index | Database | CRUSH | EHA | Index |
| API | CLI, FUSE, REST, API | CLI, FUSE, API | FUSE, mount,  REST | FUSE, mount | FUSE |

## 1.3. ВЫВОД

Здесь четко и ясно должно быть сформулирована суть решаемой задачи: является ли задача частью сложной большой системы или это автономная задача. Как правило, задачей студента является разработка и создание программного средства или технического средства с программной компонентой для решения задач физики, техники, биологии, генетики, геофизики, археологии и т. п. Задача в этом случае может состоять из следующих составляющих:

* проблемы предметной области, например, задачи создания структуры данных для более удобного и быстрого поиска информации, технической проблемы и т. п.;
* задачи по проектированию и созданию соответствующего программного средства.

# 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ

При постановке задачи требования к ПС или ПТС могут быть следующие:

* общие или бизнес-правила;
* функциональные;
* нефункциональные (например, качества и надежности, требования к базовому аппаратно-программному обеспечению).

К *общим**требованиям*(бизнес-правилам) относятся требования по использованию бесплатных инструментов, использованию специфических или устаревших технических или программных средств, повышенные требования к конфиденциальности использования информации и т. п.

*Пример.*

Для реализации данной системы необходим следующий набор подсистем:

1. *HTTP-сервер Apache* с веб-интерфейсом в виде набора *РНР-скриптов*. С помощью веб-сайта обеспечивается общее управление системой, создание, конфигурация, управление и получение результатов заданий и регистрация новых пользователей.
2. *MySQL* база данных, обеспечивающая хранение данных о пользователях, заданиях.
3. *Набор сервисов* (генератор заданий, файловая система, планировщик, валидатор, ассимилятор результатов), обеспечивающих организацию взаимодействия с пользователем и данными, выдача, получение ассимиляция результатов.
4. *Клиентское приложение под различные платформы* – организация выполнения вычислений за счет ресурсов пользователя, получение задания от сервера и отправка результатов на сервер.
5. *Графический интерфейс клиентского приложения* – настройка и контроль работы клиентского приложения, визуальное отображение регистрации в системе, получения задания и прогресса их выполнения;
6. *Графический интерфейс администратора* – настройка и контроль работы вычислительной системы.

## 2.1. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Одним из самых важных моментов при постановке задачи является определение *функциональных требований*, т. е. функций, необходимых пользователю, которые нужно реализовать для достижения цели. Пользователей можно разбить на типы (если есть в этом необходимость) и перечислить функции в соответствии с их предназначением для каждого типа. Если речь идет о требованиях к ПТС, то это могут быть требования, как к программной, так и к технической компоненте.

Эти требования можно оформить в виде коротких и четких предложений, описывающих функции ПС или ПТС, либо в виде диаграмм прецедентов (Use case diagram) языка UML.

*Пример.*

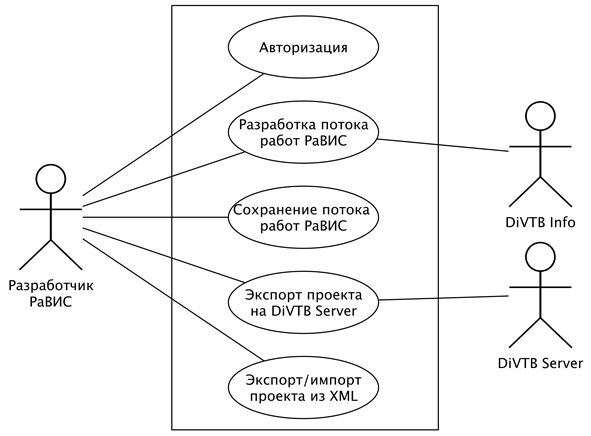


Рисунок 2 – Диаграмма вариантов использования системы DiVTB Developer

На рисунке 2 изображена диаграмма вариантов использования системы DiVTB Developer. Можно выделить следующих ключевых актеров, взаимодействующих с системой:

1. *Разработчик РаВИС*:как правило, прикладной программист, создающий распределенный виртуальный испытательный стенд для инженера путем описания необходимых для расчета этапов моделирования и их связей.
2. *DiVTB Info*: подсистема DiVTB, предоставляющая другим подсистемам информацию об имеющихся в распределенной вычислительной среде доступных сервисах (установленных на узлах РВС пакетах инженерного моделирования), имеющихся лицензиях на CAE-пакеты, а также о параметрах каждого сервиса.
3. *DiVTB Server*: подсистема DiVTB, выполняющая задачи управления виртуальными экспериментами, включая загрузку, запуск и исполнение виртуальных экспериментов на основе загруженных РаВИС, отслеживание статуса запущенных экспериментов и получение результатов их выполнения.

Рассмотрим прецеденты использования разрабатываемой системы.

Пользователю необходимо *авторизоваться*, чтобы иметь возможность работать в системе DiVTB Developer: для этого он вводит в соответствующем интерфейсе системе свои имя учетной записи и пароль.

После процедуры авторизации пользователь системы может начать *разработку РаВИС* путем описания потока работ.

Разрабатываемый пользователем поток работ РаВИС сохраняется и затем может быть заново открыт для редактирования.

Пользователь может *импортировать* поток работ РаВИС в разрабатываемую систему, загрузив *XML-файлы* его описания, а также экспортировать разработанный в системе поток работ в формате XML.

Кроме того, пользователь может *экспортировать поток работ* на DiVTB Server, откуда возможен запуск расчета задачи в распределенной вычислительной среде.

## 2.2. НЕФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

*Нефункциональные требования*определяют условия и среду выполнения функций (например, защита и доступ к БД, секретность и др.), они непосредственно не связаны с функциями, а отражают пользовательские потребности к выполнению функций. Они характеризуют принципы взаимодействия со средами или другими системами, а также учитывают время работы, защиту данных, а также стандарты качества для достижения отдельных показателей или атрибутов качества. Эти требования отражают потребности заказчиков системы. Например, требования качества и надежности ПС или ПТС могут быть сформулированы заказчиком работ (руководителем).

Необходимо помнить, что любое дополнительное требование отразится на проекте ПС или ПТС, затратах и времени реализации.

*Пример.*

В системе должна быть предусмотрена защита от следующих типов угроз безопасности:

1. Подделка результатов вычислений.
2. Подделка времени выполнения.
3. Заражение вирусом результата вычислений.
4. Заражение вирусом распространяемого задания.
5. Умышленное переполнение базы данных сервера.
6. Кража данных учетной записи с сервера.
7. Перехвата передаваемых данных учетной записи.
8. Кража файлов проекта.
9. Кража файлов участников сети.
10. Злоупотребление ресурсами участников сети.

Проблемы в пунктах 3,4 решаются путем генерирования цифровых подписей для исполняемых модулей.

Проблемы в пунктах 1,2,5,6,8,9,10 решаются с помощью анализа журналов системы контроля версий, поиска уязвимостей и установки stable релизов ПО и ядра ОС.

Проблемы в пункте 7 решаются путем шифрования SSL информационного потока (RSA, DSA, AES, DES).

# 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ

В этом разделе необходимо описать методы реализации ПС или ПТС (со схемами, в частности, структурной, функциональной, принципиальной схемой, схемой соединений, подключений, общей, расположения), используемые математические алгоритмы решения задачи (если они есть) и исследовательскую часть, если она необходима для решения проблемы. Вся информация может быть описана как в одном разделе, так и разбита, например, на нижеприведенные подразделы.

## 3.1. АРХИТЕКТУРА ПРЕДЛАГАЕМОГО РЕШЕНИЯ

В этом разделе может быть полностью или частично описана структура ПС или ПТС, т. е.:

* из каких функциональных блоков (файлов, модулей, процедур, функций, классов) состоит ПС или ПТС;
* приведено описание каждого блока с его названием и назначением;
* приведена графическая схема взаимосвязи этих блоков.

Для описания схемы функционирования программного средства можно использовать диаграммы UML.

*Пример.*

При описании архитектуры разрабатываемой игровой платформы была спроектирована диаграмма компонентов для отображения взаимодействия логических частей приложения, представленная (рисунок 3).

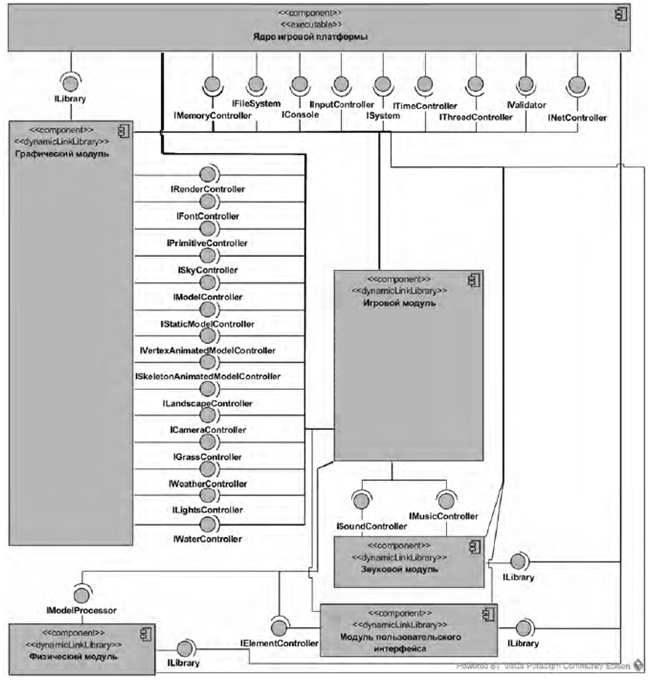


Рисунок 3 – Диаграмма компонентов проектируемой системы

## 3.2. АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

*Исследовательская часть.* Исследовательская часть заключается в изучении и сравнении имеющихся методов решения задачи, какие достоинства и недостатки есть в каждом из способов, как использовать достоинства и избежать недостатков в предлагаемом студентом методе решения задачи.

*Математические алгоритмы.* В этом подразделе необходимо описать используемые математические алгоритмы решения задачи с формулами и со ссылками на источники.

*Пример.*

Фазу сигнала, рад, вычисляют по формуле (1)

|  |  |
| --- | --- |
| , | (1) |

где  – частота сигнала, рад/с;

 – время, с.

*Алгоритмы реализации ПС или ПТС.* Для описания алгоритма реализации ПС или ПТС могут использоваться два способа описания алгоритмов:

* словесный: в виде последовательности шагов по реализации с описанием классов, интерфейсов, процедур (можно с программным кодом, реализующим наиболее интересные алгоритмы), а если это техническая часть, то помимо словесного описания могут быть приведены схемы технических устройств;
* графический: в виде блок-схем обязательно с пояснениями.

*Пример*.

Для решения проблемы был разработан алгоритм многопроходной визуализации сцены (рисунок 4).

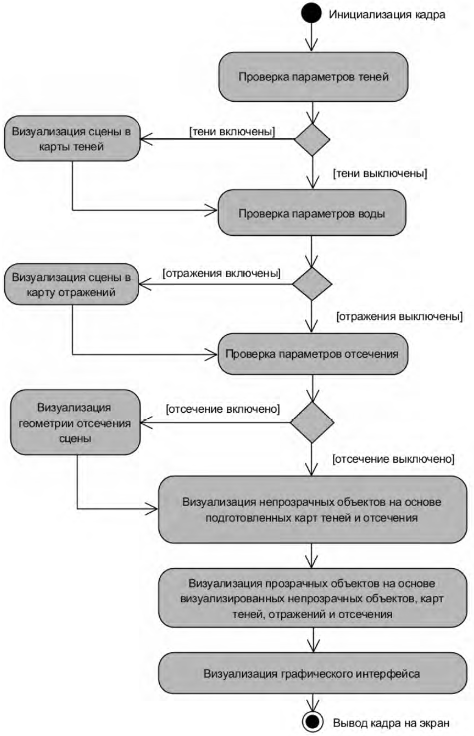


Рисунок 4 – Диаграмма алгоритма формирования кадра

## 3.3. ОПИСАНИЕ ДАННЫХ

В данном разделе описывается структура входных, выходных и промежуточных данных. Например, входные данные поступают на вход программы в виде файла, значит, структура файла должна быть полностью описана. Аналогичное требование выполняется для промежуточных и выходных данных. Например, для сайтов входной информацией могут быть текстовые файлы (указать в каком формате), графическая информация (указать формат) и т. п. Выходная информация – это HTML, PHP и т. п. страницы, видимые в окне браузеров (указать, каких).

*Описание базы данных.* В этом разделе необходимо описать структуру базы данных, если таковая имеется в проекте. Если приложение не использует базу данных, этот пункт опускается.

При описании структуры базы данных:

* описываются все таблицы в виде: *имя таблицы*и её назначение, т.е. для хранения какой информации предназначена данная таблица;
* описание всех полей таблицы с указанием типа, назначения, первичных и внешних ключей.

Для объектной базы данных приводится описание структуры данных всех классов, аналогично тому, как это сделано для таблиц, добавляется только описание методов.

Если в выпускной квалификационной работе разработаны и созданы инструменты для работы с БД, их можно описать в данном разделе.

*Пример.*

Получаем базу данных (рисунок 5).

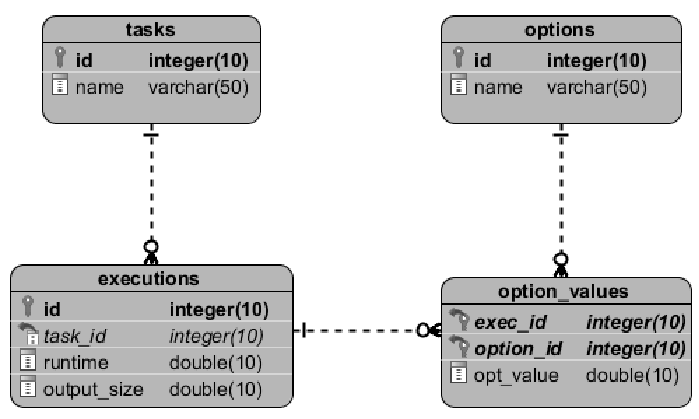


Рисунок 5 – Схема разработанной базы данных истории запусков

# 4. РЕАЛИЗАЦИЯ

## 4.1. РЕАЛИЗАЦИЯ ИНТЕРФЕЙСОВ

В этом разделе демонстрируются и анализируются основные достижения, полученные в результате выполнения выпускной квалификационной работы. Примеры работы программы при различных входных данных, можно привести сводные таблицы и графики. Если основной задачей работы было провести исследование, то приводятся методы и результаты исследования, классификация результатов, табличные сравнительные данные.

В этом разделе можно привести снимки экранов с пояснениями для лучшего восприятия раздела или фотографии технической системы.

*Пример.*

Фотография разработанной системы (рисунок 6).



Рисунок 6 – «Сердце» разработанной системы

После сборки из исходного кода/загрузки через пакетный менеджер BOINC клиента пользователь может выбрать, в каких проектах ему принять участие и присоединиться к выбранным (рисунок 7), копируя URL адрес в меню BOINC Manager.

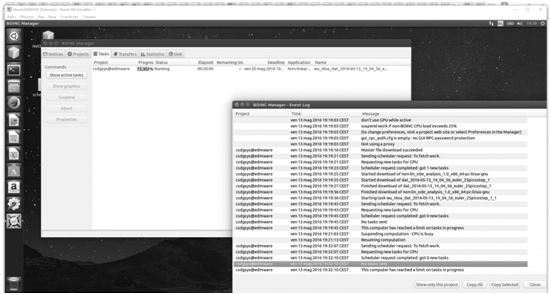


Рисунок 7 – Инициализация окружения в рабочем цикле (Linux GUI)

После внедрения системы путем незначительного усложнения этапов подготовки задания удалось автоматизировать функции, связанные с распространением, сбором и агрегированием результатов, созданием отчета.

# 5. ТЕСТИРОВАНИЕ

## 5.1. МЕТОДОЛОГИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ

В этом разделе необходимо указать степень отлаженности программного или технического средства. Например, указать, что программное или техническое средство полностью отлажено и сдано в эксплуатацию (например, опытную). Можно указать, прошло оно альфа или бета-тестирование, т. е. протестировано только разработчиком или «посторонними» коллегами. Можно указать на каких данных, каким образом проводилось тестирование ПС или ПТС. При необходимости можно привести тест на правильность функционирования ПС или ПТС

В зависимости от предлагаемой студентом системы он выбирает методологии тестирования:

* модульное тестирование;
* интеграционное тестирование;
* системное тестирование;
* приемочное тестирование;
* нагрузочное тестирование и др.

## 5.2. ПРОВЕДЕНИЕ ПРОЦЕДУРЫ ТЕСТИРОВАНИЯ

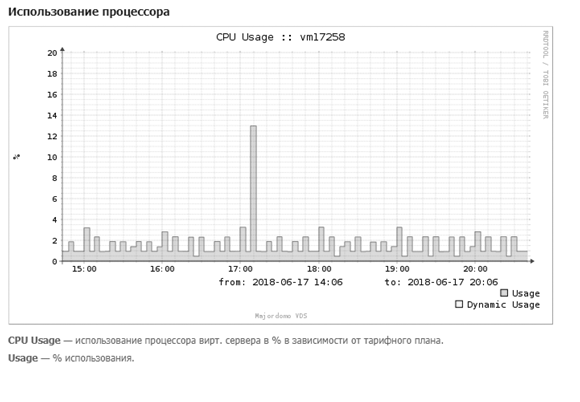
Тесты специально разрабатываются для проверки всевозможных ситуаций работы разрабатываемого ПС или ПТС, документируются и прилагаются результаты тестирования. По результатам тестирования ПС или ПТС может быть проведена техническая, алгоритмическая или программная оптимизация.

Рекомендуется вынести в приложение тест-кейсы, а в случае автоматизированного тестирования – примеры кода.

*Пример.*

Решим задачу Коши для нелинейного обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка, при различных параметрах, входящих в ДУ. Запустим вычислительный алгоритм в нашей системе в различных условиях.

Введение системы SLURM позволило сделать процесс доставки результатов детерминированным, ускорить время расчетов за счет использования ресурсов локального кластера и разгрузить сервер BOINC (рисунок 8). Пример BASH скрипта, генерирующего данные для вычислителей, приведен в приложении Б.

Рисунок 8 – Нагрузочная статистика

использования ресурсов CPU сервера BOINC

Как видно из тестов, система GlusterFS позволила существенно расширить размер хранилища.

# 6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

*Заключение* – последовательное, логически стройное изложение полученных итогов и их соотношение с общей целью и конкретными задачами, поставленными и сформулированными во введении.

Заключение должно содержать краткие выводы по результатам исследования, отражающим новизну и практическую значимость работы, предложения по использованию ее результатов, технико-экономической эффективности.

В заключении суммируют теоретические и практические выводы, а также те предложения, к которым автор пришел в результате проведенного исследования. Выводы формулируются по пунктам так, как они должны быть оглашены в конце доклада на защите.

Заключение отражает оценку работы и включает рекомендации по практическому использованию ее результатов.

В этом разделе необходимо:

* указать решена задача полностью или частично;
* подвести итоги проделанной работы – что сделано для решения поставленной задачи, это может быть:
* Разработанное и реализованное ПС или ПТС.
* Научно-исследовательская работа.
* Список решенных модельных или реальных задач.
* Разработаны новые математические алгоритмы.
* Предложен новый подход к решению подобных задач.
* Предложен новый метод реализации ПС или ПТС.
* Разработана технология решения подобных задач.
* оценить практическую значимость работы, будет ли она иметь практическое применение;
* отметить возможные точки роста (развития) ПС или ПТС. Например:
* Добавить новые функции (блоки, режимы работы).
* Распространить на новый класс задач, другой тип данных.
* привести сравнительные характеристики (кратко) проделанной работы с существующими аналогами, если таковые имеются;
* перечислить виды проделанной работы и полученные результаты;
* привести объем созданного программного средства (в любых единицах, например, в килобайтах, строках кода, классах, процедурах, функциях ит.д.);
* отразить апробацию работы: выступления на семинарах, публикации, выступления на конференциях и конкурсах (полученные дипломы, грамоты и т.п.), акты о внедрении, реально действующий сайт (адрес) и т.д.

*Пример.*

В представленной работе были разобраны все основные темы, связанные с проектированием, разработкой и вводом в эксплуатацию GRID сети для организации распределённых вычислений. Обозначены задачи, которые должны быть решены с использованием данной модели вычислений. Создана собственная GRID сеть с учетом следующих этапов развития системы: планирования, разработки, внедрения и эксплуатации.

На стадии разработки, внедрения и эксплуатации использовалось свободное ПО: BOINC, GlusterFS и SLURM. Была дана оценка текущего состояния данной системы, построены функциональные модели с полным описанием всех рабочих подсистем. Озвучены причины, по которым не производилась разработка собственного GRID ПО. Так же в ходе анализа системы BOINC выяснилось, что она обладает рядом неприятных особенностей. В частности, их *отрицательное влияние на производительность системы* растет *пропорционально числу машин* участвующих в вычислениях и *зависит от типа выдаваемых заданий*. Так же не все задания могут быть решены только в рамках модели волонтерских вычислений, что потребовало введения дополнительной локальной системы обработки на базе SLURM

По итогам работы, можно сделать следующий вывод:

* получена горизонтально масштабируемая вычислительная система с минимальными затратами на организацию и последующее поддержание;
* организовано масштабируемое файловое хранилище данных;
* введение системы локального планирования позволило сделать процесс доставки результатов детерминированным и ускорить время расчетов;
* научный персонал теперь может решать задачи из заданных в техническом задании классов более эффективно;
* после внедрения системы удалось автоматизировать функции, связанные с распространением, сбором и агрегированием результатов, созданием отчетных данных (см. рисунок 8).

Для успешного проведения расчетов отдельные небольшие *подзадачи* должны быть очень *слабо связаны между собой* и практически *не зависеть от результатов параллельно выполняемых заданий*.

# БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Заенцев, И.В. Нейронные сети: основные модели. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1999. – 157 с.
2. Kitainik L. Fuzzy Decision Procedures with Binary Relations. Towards a Unified Theory / L. Kitainik. – Boston: Kluwer, 1967. – 254 p.
3. Бражник, А.А. Справочное пособие по бухгалтерскому учету в промышленности / А.А. Бражник, Б.В. Щеголов. – Минск: Белорусь, 1969. – 488 с.
4. Круглов, В.В. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети: учебное пособие / В.В. Круглов, М.И. Дли, Р.Ю. Голунов. – М.: Физматлит, 2001. – 224 с.
5. Электробезопасность на открытых горных работах: справ. пособие / В.И. Щупкий, А.И. Сидоров, Ю.В. Ситчихин, НА. Бендяк. – М.: Недра, 1996. – 266 с.
6. Модели принятия решений на основе лингвистической переменной / А.Н. Борисов, А.В. Алексеев, О.А. Крумберг и др. – Рига: Зинатне, 1982. – 256 с.
7. Металлические конструкции: учебник: в 3 т. / под ред. В.В. Горева, – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2001. – Т. 1. – 551 с.
8. Методические указания по разработке вопросов охраны труда в дипломных проектах студентов приборостроительного факультета (специальности 0647, 0608) / Г.И. Матвеев; под ред. А.В. Хашковского. – Челябинск: ЧПИ, 1982. – 18 с.
9. Сетевые методы планирования и управления: методические указания / сост. В.С. Зинкевич, Л.А. Баев, Н.П. Мешковой. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 1998. – 22 с.
10. Антонов, В.М. Использование обобщённых ситуаций при формировании памяти робота с обучаемой системой управления / В.М. Антонов // Теория и техника автоматического управления: сб. науч. тр. – Томск: УНПК «Кибернетика» Томского политехн. ин-та, 1990. – С. 172 – 181.
11. Боголюбов, А.Н. О вещественных резонансах в волноводе с неоднородным заполнением / А.Н. Боголюбов, А.Л. Делицын, М.Д. Малых // Вестник ЮУрГУ. Серия «Математика, физика, химия». – 2001. – Вып. 2. – № 5(14). – С. 23–25.
12. Bandler, W. Fuzzy power sets and fuzzy implication operators / W. Bandler, L. Kohout // Fuzzy Sets and Systems. – 1980. – V. 4. – P. 13 – 30.
13. Вишняков, И.В. Модели и методы оценки коммерческих банков в условиях неопределенности: автореферат дис. ... д-ра экон. наук / И.В. Вишняков. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 34 с.
14. Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК7 Н 04 В 1/38, Н 04 .У 13/00. Приемопе-редающее устройство / В.И. Чугаева. – № 2000131736/09; заявл. 18.12.00; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с.
15. ГОСТ 12.1.005–75. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. – М.: Изд-во стандартов, 1975. – 55 с.
16. Тархов, Д.А. Нейрокомпьютеры и их применение. В 20 кн. Кн. 18: Нейронные сети. Модели и алгоритмы / Д.А. Тархов. – М.: Радиотехника, 2005. – 253 с.
17. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации / С. Осовский; пер. с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.
18. Клуб программистов. – http://www.programmersclub.ru. Дата обращения: 15.02.2023.

# ПРИЛОЖЕНИЕ А ПРИМЕР ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ НА РАЗРАБОТКУ ПО[[2]](#footnote-2)

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ**

на разработку программного обеспечения для адаптивного цифрового комбинированного трансформатора тока и напряжения

к

**ТЕХНИЧЕСКОМУ ЗАДАНИЮ**

на выполнение прикладных научных исследований (проекта) по теме:

**«Разработка адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей»**

**1 Наименование и назначение технологического программного обеспечения**

«Программное обеспечение функционирования адаптивного цифрового комбинированного трансформатора тока и напряжения»

Программное обеспечение (далее – ПО) предназначено для согласованного взаимодействия компонентов адаптивного цифрового комбинированного трансформатора тока и напряжения (далее АЦКТТН) и автоматизации егоработы в процессе испытаний и эксплуатации.

1.1 Разрабатываемое ПО должно автоматизировать следующие технологические процессы:

– сбор, первичная обработка информации, преобразование результата измерения в цифровую форму непосредственно на высоковольтных шинах;

– передача цифровой информации об измерениях для классов напряжений 110 – 220 кВ на низковольтную сторону по волоконно-оптическим линиям (ВОЛ);

– передача данных от АЦКТТН в АСУ ТП подстанции.

**2 Технические требования к программе или программному комплексу**

**2.1 Состав продукции**

2.1.1 В состав разрабатываемого ПО должны входить:

1) ПО микроконтроллера высоковольтной части (далее ВЧ)АЦКТТН, предназначенное для:

– управления работой специализированного АЦП, осуществляющего высокоточные измерений переменных тока и напряжения;

– осуществления обмена информацией между ВЧ и низковольтной частью АЦКТТН.

2) ПО микроконтроллера низковольтной части (далее НЧ)АЦКТТН, предназначенное для:

– преобразования данных, получаемых от ВЧ в выходную посылку стандартного формата;

– передачи данных в SCADA-систему, входящую в состав АСУ ТП подстанций.

3) эксплуатационная документация.

2.1*.*2. Окончательный состав разрабатываемого ПО уточняется в процессе разработки и согласовывается с Заказчиком.

**2.2 Требования к функциональным характеристикам.**

**2.2.1 Требования к составу выполняемых функций.**

Разрабатываемое ПО должно иметь следующий состав функций:

1) Автоматические функции ПО микроконтроллера ВЧ:

– высокоточное цифровое измерение токов и напряжений в высоковольтных линиях электрических сетей;

– преобразование измеряемых токов и напряжений в электрический нормированный сигнал, его оцифровка и высокоскоростная передача по волоконно-оптическому тракту на низковольтную сторону.

2) Автоматические функции ПО микроконтроллера НЧ:

– прием цифровой информации об измерениях переменного тока и напряжения от ВЧ;

– преобразование данных, получаемых от ВЧ, в выходную посылку стандартного формата;

– передача данных конечному приемнику;

– фильтрация, интерполяция или экстраполяция данных в необходимых случаях.

**2.2.2 Требования к организации входных данных**

2.2.2.1. Входными данными для ПО микроконтроллера ВЧ должны являться:

1) Аналоговые сигналы напряжения пропорциональные переменным токам и напряжениям АКЦТТН, пригодные для преобразования в последовательности цифровых кодов;

2) Состав, формат и протокол приема входных данных подлежит разработке на этапах выполнения прикладных научных исследований (ПНИ).

2.2.2.2. Входными данными для ПО микроконтроллера НЧ являются цифровые сигналы, получаемые от ВЧ.

**2.2.3 Требования к организации выходных данных**

2.2.3.1.Выходными данными разрабатываемогоПО микроконтроллера ВЧ должны являться:

– последовательность импульсов, передаваемых по ВОЛ на микроконтроллер НЧ (состав и формат посылки подлежит разработке на этапах выполнения ПНИ);

2.2.3.2. Выходными данными разрабатываемогоПО микроконтроллера НЧ должны являться выходные посылки, формат которых должен соответствовать п. 6.2 ГОСТ Р МЭК 60044-8.

**2.2.4 Требования к временным характеристикам**

2.2.4.1.Требования к временным характеристикам ПО микроконтроллера ВЧ:

– частота выборок измеряемого тока и напряжения – 4000 Гц по ГОСТ Р МЭК 60044-8.

2.2.4.2. Требования к временным характеристикам ПО микроконтроллера НЧ:

– частота преобразования в цифровой поток реального времени не менее 4000 Гц.

**2.3 Требования к надёжности**

2.3.1. Разрабатываемое ПО должно обеспечивать следующие показатели надежности:

1) коэффициент готовности:

ПО микроконтроллера ВЧ – 99%;

ПО микроконтроллера НЧ – 97%;

2) коэффициент технического использования:

ПО микроконтроллера ВЧ – 95%;

ПО микроконтроллера НЧ – 95%;

2.3.2 ПО, в целом, должно обеспечивать следующие показатели надежности:

1) средняя наработка на отказ – 10000 ч.

2.3.3. Перечень аварийных ситуаций, по которым должны быть регламентированы требования к надежности, и значения соответствующих показателей.

2.3.3.1.Типы и критерии отказов ПО.

Сбой ПО микроконтроллеров ВЧ и НЧ — критерии:

1) выдача недостоверной информации по каналам связи;

2) нарушение форматов сообщений;

2.3.3.2. Средние времена восстановления работоспособности при отказах компонентов ПО:

– время самовосстановления после сбоев ПО микроконтроллеров ВЧ и НЧ — 5 миллисекунд;

2.3.4. ПО АКЦТТН должно устойчиво функционировать, обеспечивать работоспособность в следующих ситуациях:

1) изменение конфигурации программно-аппаратных средств;

2) аномально больших ошибок во входной информации;

3) периодических и самоустраняющихся сбоев микроконтроллеров.

2.3.5.Подтверждение заданных настоящим техническим заданием требований надежности должно проводиться расчетным методом в соответствии с ГОСТ 24.701-86.

**2.4 Условия эксплуатации**

**2.4.1. Климатические условия эксплуатации**

2.4.1.1. Климатические условия эксплуатации ПО должно определяться условиями эксплуатации технических средств, а именно:

– температурный диапазон (–40...+60) º С

**2.4.2 Требования к видам обслуживания**

2.4.2.1. Техническое обслуживание всех компонентов разрабатываемого ПО заключается в его переустановке или перепрошивке при появлении устойчивых сбоев и отказов. Периодичность — при необходимости.

**2.4.3 Требования к численности и квалификации персонала**

2.4.3.1.Разрабатываемое ПО микроконтроллеров ВЧ и НЧ АКЦТТН должно обслуживаться персоналом в количестве и с квалификацией, указанными в таблице 1:

Таблица 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование должности, специальности, профессии | Количество | Требуемая квалификация |
| Оперативный персонал: | | | |
| 1 | Оператор диспетчерского пульта | 1 | Высшее техническое,  Инженер-программист  Стаж работы не менее 2 лет |
| Эксплуатационный персонал: | | | |
| 2 | Системный администратор | 1 | Высшее техническое,  Ведущий инженер-программист,  Стаж работы не менее 4 лет |

2.4.3.2. Оперативный и эксплуатационный персонал должен быть обучен правилам техники безопасности при эксплуатации электроустановок.

2.4.3.3. Порядок и организация работы оперативного персонала должны соответствовать требованиям СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

**2.5 Требования к составу и параметрам технических средств**

2.5.1 Разрабатываемое ПО АКЦТТНдолжнофункционировать на следующих технических средствах:

1) ПО микроконтроллера ВЧ и НЧ должно функционировать на ARM-микроконтроллерах со следующими параметрами:

1) Производительность не менее 16 миллионов инструкций в секунду;

2) Разрядность 32 бита;

3) объем программной флэш памяти не менее 32Кбайта;

4) объем ОЗУ – не менее 8 Кбайт;

5) встроенный АЦП не менее 8 12- разрядных каналов.

2.5.2 Требования к защите технических средств от влияния внешних воздействий.

2.5.2.1. Требования к оборудованию АЦКТТН согласно ГОСТ Р МЭК 60044-8-2010.

2.5.2.2. АЦКТТН должен:

— выполнять высокоточные измерения токов в высоковольтном проводнике, включая токи короткого замыкания, исключающие в т.ч. влияние эффекта «насыщения магнитопровода» для напряжений не ниже 220 кВ;

— выполнять преобразование первичных аналоговых измерительных сигналов в цифровую форму и первичной микропроцессорной обработке цифровых значений, включая необходимые элементы автоматического управления;

— обеспечивать защиту измерителей и микроэлектронной аппаратуры от воздействия высоковольтных электромагнитных полей для напряжений не ниже 220 кВ;

— обеспечивать изоляцию в соответствии п. 3.7, IV, по СТО56947007-29189.085-2011 и ГОСТ 9920-89.

2.5.3. Стационарный компьютер на центральном диспетчерском пункте должен удовлетворять системным требованиям, позволяющим использовать актуальные версии SCADA-систем (желательно отечественного производства: SCADA TRACE MODE, MasterSCADA и др.). В настоящее время рекомендуемые системные требования таковы:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | | |  | | --- | | * ОС Windows 7 32 и 64 Professional; * процессор – Intel Core Duo 2,4 – 3,2 ГГц или аналогичный; * ОЗУ – 2 – 4 GB; * пространство на жестком диске – 4 GB; * разрешение экрана – 1920x1200; * качество цветопредачи – True Color, 32 бита; * видеокарта с поддержкой OpenGL v.1.1 и объемом памяти от 128 MB. Не рекомендуется использовать встроенную видеокарту; * CD, мышь, порт USB. | | |

2.5.4. Состав и характеристики технических средств, необходимых для обеспечения функционирования разрабатываемого ПО должны быть окончательно определены на этапе выполнения ПНИ.

**2.6 Требования к информационной и программной совместимости**

2.6.1 Разрабатываемое ПО микроконтроллеров ВЧ и НЧ является системным и не требует внешней операционной среды.

2.6.2. Для разработки ПО АЦКТТНдолжны использоваться следующие языки программирования, запросов, представления, визуального моделирования:

1) Компилятор языка C любой версии;

2.6.3. Для разработки ПО микроконтроллеров ВЧ и НЧ должно использоваться следующее покупное программно-аппаратное средство отладки — программатор/отладчик с интерфейсом SWD.

2.6.4.Требования к защите от несанкционированного доступа:

– запрет несанкционированного приема, декодирования и обработки информации;

– установка всех доступных аппаратных средств защиты от копирования при прошивке микроконтроллеров ВЧ и НЧ.

**2.7 Требования к маркировке и упаковке**

2.7.1. Требования по маркировке и упаковке ПО в составе технических средств не предъявляются.

**2.8 Требования к транспортированию и хранению**

2.8.1.Компоненты ПО в составе технических средств, а также резервные копии ПО на стандартных носителях могут транспортироваться всеми видами транспорта с защитой от внешних воздействий согласно эксплуатационной документации на них.

2.8.2. Условия хранения резервных копий компонентов разрабатываемого ПО, а также технических средств, на которые компоненты ПО установлены, должны соответствовать ГОСТ 15.150-69 (отапливаемое помещение, категория 1Л) со следующими условиями:

1) температура воздуха 15-30 o С;

2) относительная влажность: среднегодовая 60% при 20 oС, верхнее значение 80% при 25 oС;

3) отсутствие солнечного излучения, воздействия дождя и плесневых грибков.

**2.9 Требования по стандартизации и унификации**

1) Все компоненты разрабатываемого ПО должны быть выполнены и оформлены в соответствии ЕСПД.

2) При разработке должны быть использованы лицензированные программы и среды разработки.

2.9.1 Разрабатываемые компоненты ПО микроконтроллеров должны быть выполнены в соответствии с руководящими техническими материалами на аппаратную часть выбранных микроконтроллеров.

**3 Требования к проведению испытаний.**

3.1.На всех этапах разработки разрабатываемого ПО микроконтроллеров ВЧ и НЧ должна производиться оценка качества программных средств в соответствии с требованиями ГОСТ 28195-99.

3.2. Для подтверждения соответствия разрабатываемой продукциитребованиям настоящего технического задания и нормативно-технической документации должны быть проведены исследовательские испытания экспериментального образца по программе и методике, подготовленной Получателем субсидий в ходе выполнения ПНИ.

3.3. Для программной тарировки ПО микроконтроллеров ВЧ и НЧ необходимы измерительные приборы:

– Амперметр класса точности не менее 0,1%

– Вольтметры класса точности не менее 0,04%

– Трансформатор тока измерительный класса точности 0,05%.

3.4. По результатам исследовательских испытаний должен быть составлен акт и внесены изменения в программную документацию.

3.5. Приемо-сдаточные испытания проводятся согласно программам и методикам, разработанным Получателем субсидий ПНИ.

|  |  |
| --- | --- |
| От Минобрнауки России | От Получателя субсидии |
| заместитель директора Департамента науки и  технологий Минобрнауки России  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А. М. Поляков  М.П. | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  М.П. |

# ПРИЛОЖЕНИЕ Б ПРИМЕР ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ НА РАЗРАБОТКУ АПК[[3]](#footnote-3)

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ**

на выполнение прикладных научных исследований (проекта) по лоту:

**«Разработка адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей»**

Шифр: «2014-14-576-0120»

по теме: «Разработка адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей»

**1. Цели выполнения ПНИ**

Разработка научно-технических основ создания устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей с алгоритмами автоматической адаптации к изменениям топологии и параметров режимов электрических сетей с использованием моделирования электрических сетей, функционирующих на основе применения современных технологий управления на основе образца адаптивного цифрового комбинированного трансформатора тока и напряжения (АЦКТТН) на примере ЛЭП переменного тока класса напряжения 220 кВ с диапазоном измерений тока 200 – 2000 А, класса точности 0,2S по току и 0,2 по напряжению.

**2. Перечень научных и научно-технических результатов, подлежащих получению при выполнении ПНИ**

В процессе выполнения прикладных научных исследований должны быть:

**2.1 Оформлены и представлены Заказчику промежуточные и заключительный отчеты о ПНИ, содержащие в том числе:**

2.1.1. аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы, затрагивающей научно-техническую проблему, исследуемую в рамках ПНИ, в том числе обзор научных информационных источников: статьи в ведущих зарубежных и (или) российских научных журналах, монографии и (или) патенты — не менее 15 научно-информационных источников за период 2009 – 2013 гг.;

2.1.2. обоснование выбора направления исследований, методов и средств разработки адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей;

2.1.3. результаты сравнительной оценки эффективности возможных направлений исследований;

2.1.4. разработку вариантов возможных решений задачи, выбор и обоснование оптимального варианта решения задачи;

2.1.5. разработку технологии высокоточных измерений переменных тока и напряжения для классов напряжений 110 – 220 кВ с преобразованием результата измерения в цифровую форму непосредственно на высоковольтных шинах.

2.1.6. разработку технологии передачи цифровой информации о высокоточных измерениях на низковольтную сторону по волоконно-оптическим линиям (ВОЛ) в цифровой форме и последующей передачей информации об измерениях по каналам связи в SCADA-систему в реальном времени.

2.1.7. разработку способов и устройств защиты измерителей и микроэлектронной аппаратуры от воздействия высоковольтных электромагнитных полей для напряжений не ниже 220 кВ;

2.1.8. обоснование выбора источника энергии для питания электронной части АЦКТТН с исследованием энергобаланса;

2.1.9. результаты теоретического исследования потенциальной точности прибора и указание источников дополнительных погрешностей;

2.1.10. результаты математического моделирования адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей;

2.1.11. алгоритмы работы адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей;

2.1.12. алгоритмы работы адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей.

2.1.13. результаты экспериментальных исследований экспериментальных образцов адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей;

2.1.14. результаты анализа данных экспериментальных исследований;

2.1.15. рекомендации и предложения по выбору программно-аппаратных средств передачи информации в АСУ ТП подстанций;

2.1.16. оценка полноты решения задач и эффективности полученных результатов в сравнении с современным научно-техническим уровнем.

2.1.17. результаты проведения оценки полноты решения задачи и эффективности полученных результатов в сравнении с современным научно-техническим уровнем;

2.1.18. дополнительные патентные исследования при получении результатов интеллектуальной деятельности;

2.1.19. технические требования и предложения по разработке, производству и эксплуатации продукции с учетом технологических возможностей и особенностей индустриального партнера - организации реального сектора экономики;

2.1.20. обобщение и выводы по результатам ПНИ.

**2.2 В процессе выполнения ПНИ должны быть разработаны:**

2.2.1. Варианты возможных решений задачи, выбор и обоснование оптимального варианта решения задачи.

2.2.2. Эскизная конструкторская документация на макет высоковольтной опоры АЦКТТН.

2.2.3. Технологии высокоточных измерений переменных тока и напряжения для классов напряжений 110 – 220 кВ с преобразованием результата измерения в цифровую форму непосредственно на высоковольтных шинах.

2.2.4. Технологии передачи цифровой информации о высокоточных измерениях на низковольтную сторону по волоконно-оптическим линиям (ВОЛ) в цифровой форме и последующей передачей информации об измерениях по каналам связи в SCADA-систему в реальном времени.

2.2.5. Способы и устройства защиты измерителей и микроэлектронной аппаратуры от воздействия высоковольтных электромагнитных полей для напряжений не ниже 220 кВ.

2.2.6. Математическая модель адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей.

2.2.7. Программа и методика исследовательских испытаний макета высоковольтной опоры АЦКТТН.

2.2.8. Алгоритмы работы адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей.

2.2.9. Программная документация на программное обеспечение экспериментальных образцов адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей.

2.2.10. Эскизная конструкторская документация на экспериментальные образцы адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей.

2.2.11. Эскизная конструкторская документация на высоковольтную часть АЦКТТН.

2.2.12. Программа и методики исследовательских испытаний экспериментальных образцов адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей.

2.2.13. Акт проведения исследовательских испытаний экспериментальных образцов адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей.

2.2.14. Протоколы исследовательских испытаний экспериментальных образцов адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей.

2.2.15. Акт об изготовлении высоковольтной части экспериментальных образцов адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей.

2.2.16. Рекомендации и предложения по выбору программно-аппаратных средств передачи информации в АСУ ТП подстанций.

2.2.17. Проект технического задания на проведение ОКР по теме: «Создание удалённых терминалов на основе цифровых комбинированных измерительных трансформаторов тока и напряжения для цифровых подстанций ЛЭП переменного тока высокого напряжения».

2.2.18. Акты проведения высоковольтных испытаний экспериментального образца АЦКТТН.

2.2.19. Протоколы высоковольтных испытаний экспериментального образца АЦКТТН.

2.2.20. Акт проведения совместных испытаний с Индустриальным партнером экспериментальных образцов АЦКТТН.

2.2.21. Протоколы совместных испытаний с Индустриальным партнером экспериментальных образцов АЦКТТН.

2.2.22. Акт проведения и протоколы опытной эксплуатации экспериментальных образцов адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей в реальных условиях.

2.2.23. Протоколы опытной эксплуатации экспериментальных образцов адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей в реальных условиях.

2.2.24. Отчет о дополнительных патентных исследованиях.

**2.3 В процессе выполнения ПНИ должны быть изготовлены:**

2.3.1. Макет высоковольтной опоры АЦКТТН.

2.3.2. Экспериментальные образцы адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей, в составе:

- АЦКТТН, 3 шт.

2.3.3. Высоковольтная часть экспериментальных образцов адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей.

**2.4.** В ходе выполнения ПНИ планируется получение ряда научно-технических результатов, не имеющие аналогов, на которые должны быть оформлены соответствующие документы на интеллектуальную собственность для получения охранных документов в Роспатенте (в соответствии с приложением 3).

**2.5.** По результатам проведенных в рамках ПНИ исследований должны быть реализованы научно-технические публикации в ведущих научных изданиях, а также апробация результатов на научно-технических конференциях (в соответствии с приложением 3).

**3 Требования к выполняемым работам**

**3.1. Работы, выполняемые за счет средств Субсидии**

3.1.1. Должен быть выполнен аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы, затрагивающей научно-техническую проблему, исследуемую в рамках ПНИ, в том числе, обзор научных информационных источников: статьи в ведущих зарубежных и (или) российских научных журналах, монографии и (или) патенты – не менее 15 научно-информационных источников за период 2009 – 2014 гг.

3.1.2. Должны быть выполнены выбор и обоснование направления исследований.

3.1.3. Должны быть проведены патентные исследования по ГОСТ 15.011-96.

3.1.4. Должна быть проведена сравнительная оценка эффективности возможных направлений исследований.

3.1.5. Должны быть разработаны варианты возможных решений задачи, выбран и обоснован оптимальный вариант решения задачи.

3.1.6. Должна быть разработана технология высокоточных измерений переменных тока и напряжения для классов напряжений 110 – 220 кВ с преобразованием результата измерения в цифровую форму непосредственно на высоковольтных шинах.

3.1.7. Должны быть разработана технология передачи цифровой информации о высокоточных измерениях на низковольтную сторону по волоконно-оптическим линиям (ВОЛ) в цифровой форме и последующей передачей информации об измерениях по каналам связи в SCADA-систему в реальном времени.

3.1.8. Должны быть разработаны способы и устройства защиты измерителей и микроэлектронной аппаратуры от воздействия высоковольтных электромагнитных полей для напряжений не ниже 220 кВ.

3.1.9. Должно быть проведено исследование энергобаланса электронной части АЦКТТН и выбран источник энергии для нее.

3.1.10. Должно быть проведено теоретическое исследование потенциальной точности прибора и представлены источники дополнительных погрешностей.

3.1.11. Должно быть выполнено математическое моделирование адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей.

3.1.12. Должны быть разработаны алгоритмы работы адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей.

3.1.13. Должно быть разработано программное обеспечение для экспериментальных образцов адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей.

3.1.14. Должны быть разработаны экспериментальные образцы адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей в составе АЦКТТН (3 шт).

3.1.15. Должны быть разработаны Программы и методики исследовательских испытаний экспериментальных образцов адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей.

3.1.16. Должны быть проведены исследовательские испытания экспериментальных образцов адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей по разработанным программе и методикам экспериментальных исследований.

3.1.17. Должны быть разработаны рекомендации и предложения по выбору программно-аппаратных средств передачи информации в АСУ ТП подстанций.

3.1.18.Должна быть проведена оценка полноты решения задачи и эффективности полученных результатов в сравнении с современным научно-техническим уровнем.

3.1.19. Должны быть проведены дополнительные патентные исследования при получении результатов интеллектуальной деятельности.

3.1.20. Должны быть разработаны технические требования и предложения по разработке, производству и эксплуатации продукции с учетом технологических возможностей и особенностей индустриального партнера - организации реального сектора экономики.

3.1.21. Должны быть проведены высоковольтные испытания экспериментального образца АЦКТТН.

3.1.22. Должен быть разработан проект технического задания на проведение ОКРпо теме: «Создание удалённых терминалов на основе адаптивных цифровых комбинированных измерительных трансформаторов тока и напряжения для цифровых подстанций ЛЭП переменного тока высокого напряжения»*.*

**3.2. Работы, выполняемые за счет Внебюджетных средств:**

3.2.1. Должно быть принято участие в мероприятиях, направленных на освещение и популяризацию промежуточных результатов ПНИ (выставки, конференции, в том числе, международные).

3.2.2. Должно быть приобретено оборудование для проведения исследовательских испытаний экспериментального образца АЦКТТН.

3.2.3. Должна быть разработана эскизная конструкторская документация (КД) на макет высоковольтной опоры АЦКТТН.

3.2.4. Должен быть изготовлен макет высоковольтной опоры АЦКТТН.

3.2.5. Должны быть разработаны программа и методика исследовательских испытаний макета высоковольтной опоры АЦКТТН.

3.2.6. Должны быть проведены работ по патентованию результатов интеллектуальной деятельности (РИД): подготовка заявки на охранный документ (патент, свидетельство).

3.2.7. Должны быть изготовлены экспериментальные образцы адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей, в составе АЦКТТН. (3 шт.)

3.2.8. Должно быть закуплено оборудование для проведения исследовательских испытаний АЦКТТН.

3.2.9. Должна быть разработана эскизная конструкторская документация на высоковольтную часть АЦКТТН.

3.2.10. Должна быть изготовлена высоковольтная часть экспериментальных образцов адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей.

3.2.11. Должны быть проведены совместные испытания с Индустриальным партнером экспериментальных образцов АЦКТТН.

3.2.12. Должна быть организована и проведена опытная эксплуатация экспериментальных образцов адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей.

**4 Технические требования к научно-техническим результатам ПНИ**

**4.1. Новизна разработки**

Группой важнейших параметров интеллектуальных электрических сетей являются токи в линиях электропередач (ЛЭП), которые подходят к подстанциям и напряжения на этих линиях. Измерение этих токов и напряжений в настоящее время осуществляется в основном с помощью высоковольтных электромагнитных измерительных трансформаторов тока и напряжения, которые преобразуют большие токи высоких напряжений в меньшие токи низких напряжений, и высокие напряжения – в низкие, которые затем могут быть преобразованы в цифровые коды с помощью аналого-цифровых преобразователей (АЦП).

Для повышения точности коммерческого учета электроэнергии целесообразно совмещать преобразователи тока и напряжения так, чтобы аналого-цифровые выборки тока и напряжения одной и той же фазы производились синхронно. При раздельных преобразователях тока и напряжения такая синхронизация затруднена, в то время как в комбинированных преобразователях выборка осуществляется одновременно естественным образом путем применения многоканальных микросхем АЦП с синхронным запуском преобразования.

Аналогов предлагаемого решения c сопоставимыми ценами на мировом рынке не выявлено. Разработка является своевременной и уникальной, инновационным результатом является решение научно-технической задачи по комбинации преобразователей тока и напряжения с соответствующей синхронизацией, что позволит существенно повысить точность коммерческого учета электроэнергии.

**4.2 Требования по назначению научно-технических результатов ПНИ**

4.2.1 Разработанные в ходе выполнения ПНИ научно-технические основы создания устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей должны предназначаться для разработки удалённых терминалов SCADA-систем, входящих в состав АСУ ТП подстанций. Технологической основой разработки удалённых терминалов должны являться АЦКТТН.

4.2.2 Разрабатываемая технология высокоточных измерений переменных тока и напряжения для классов напряжений 110 – 220 кВ должна обеспечить создание интеллектуальных измерительных элементов.

4.2.3 Результаты работ по созданию удалённых терминалов на основе АЦКТТН должны обеспечить управление и защиту оборудования цифровых подстанций ЛЭП переменного тока и производить оперативный коммерческий учет электроэнергии

4.2.4 Результаты работ должны обеспечить возможность работы микроэлектроники и микропроцессоров в электромагнитных полях высоковольтного провода класса напряжений 220 кВ.

**4.3 Требования к показателям назначения, техническим характеристикам научно-технических результатов ПНИ**

4.3.1 АЦКТТН должен быть работоспособен в сетях со следующими параметрами, с возможностью изменять предел измерений по току дистанционно, программным путём:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование параметра | Ед. измерения | Значения |
| Класс напряжений по ГОСТ 1516.1-76 | кВ | 220 |
| Частота переменного тока в измеряемой сети | Гц | 50 |
| Номинальный первичный ток | А | 300 - 2000 |

4.3.2 АЦКТТН должен обеспечивать класс точности измерения тока не хуже 0,2S по ГОСТ Р МЭК 60044-8-2010 и класс точности измерения напряжения не хуже 0,2 по ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010.

4.3.3 АЦКТТН должен обеспечивать класс точности измерения тока для тракта защит не хуже 5Р по ГОСТ Р МЭК 60044-8-2010.

4.3.4 АЦКТТН должен обеспечивать преобразование тока и напряжения в широком (до 800 Гц) спектре частот без насыщения и искажения формы кривой тока и напряжения в заданном классе точности.

4.3.5 Результаты измерений тока и напряжения должны преобразовываться в цифровой поток реального времени с частотою не менее 4000 Гц по ГОСТ Р МЭК 60044-8-2010.

4.3.6 Разрабатываемая технология измерения тока в целом должна обеспечивать преобразование измеряемых токов в электрический нормированный сигнал, его оцифровку и передачу по волоконно-оптическому тракту на низковольтную сторону.

4.3.7 Оцифровка измеренных тока и напряжения должна производиться синхронно непосредственно на первичном проводе.

4.3.8 Передача и преобразование метрологической информации должны производиться в режиме реального времени.

4.3.9 Разрабатываемая технология должна обеспечить защиту измерителей и микроэлектронной аппаратуры от воздействия электромагнитных полей токонесущего провода.

4.3.10 Разрабатываемая технология измерения тока и напряжения должна обеспечивать возможность подключения к цифровому интерфейсу неограниченного количества получателей данных.

4.3.11 Передача метрологической информации должна производиться в стандартном формате по МЭК 61850-9-2.

4.3.12 Разрабатываемая технология измерения тока и напряжения должна обеспечивать работу при длине оптоволоконного тракта между источником высокого напряжения и терминалом до 1000 м.

4.3.13 АЦКТТН должен обеспечивать изоляцию в соответствии с ГОСТ 9920-89.

4.3.14 АЦКТТН должен соответствовать следующим стандартам: ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010, ГОСТ Р МЭК 60044-8-2010, МЭК 61850-9-2.

4.3.15 Первичные зажимы АЦКТТН должны быть унифицированы с выпускаемыми промышленностью измерительными трансформаторами тока и напряжения.

4.3.16 Электромагнитная совместимость АЦКТТН должна соответствовать требованиям ГОСТ Р 51522-99.

4.3.17 В части требований по обеспечению безопасности для жизни и здоровья людей АЦКТТН должен соответствовать требованиям ГОСТ Р 52319-2005.

4.3.18 АЦКТТН не должен представлять опасности для окружающей среды. При выводе из эксплуатации АЦКТТН должен утилизироваться по нормам предприятии потребителя.

**4.4. Требования к объектам экспериментальных исследований**

**4.4.1 Требования к математическиммоделям**

4.4.1.1 Математические модели электрической сети для разработки адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей должны быть реализованы на базе общедоступных программных комплексов (VisSim, MatLab, RTDS, PSCAD, Scilab и др.).

4.4.1.2 Структуры математических моделей должны в полной мере соответствовать структуре и топологии электрических сетей с учетом особенностей выполнения отдельных элементов сети.

4.4.1.3 Математические модели должны предусматривать возможность расчета установившихся и переходных электромагнитных процессов в различных режимах работы сети с целью определения параметров адаптивных устройств и исследования влияния изменений топологии и параметров сети на выбор параметров устройств.

4.4.1.4 Адекватность применяемой для исследований модели электрической сети должна быть подтверждена сравнением с результатами регистрации реальных процессов.

4.4.1.5 Должны быть разработаны математические модели интеллектуального датчика тока.

4.4.1.6 Должны быть разработаны математические модели интеллектуального датчика напряжения.

4.4.1.7 Должно быть проведено математическое моделирование и расчет источника питания высоковольтной части АЦКТТН.

**4.4.2 Требования к экспериментальному образцу**

4.4.2.1 Экспериментальные образцы адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей должны быть реализованы на микропроцессорной элементной базе.

4.4.2.2 Система управления и диагностики образцов должна предусматривать возможность ее интеграции в структуру АСУ ТП подстанций.

4.4.2.3 Экспериментальный образец АЦКТТН должен обеспечивать:

— измерение тока в высоковольтном проводе, несколькими способами;

— преобразование измеренных мгновенных значений тока в цифровую форму с частотой не ниже 12 800 Гц;

— первичную обработку полученных значений, их корректировку в зависимости от температуры и пр. параметров окружающей среды, их временное хранение;

— синхронизацию измерений по сигналам, поступающим по оптоволокну с низковольтной стороны;

— преобразование результатов измерений из электронной цифровой формы в форму цифровых оптических сигналов и их передачу на низковольтную сторону по оптоволокну;

— температурный диапазон (–40...+60) С.

4.4.2.4 Экспериментальный образец АЦКТТН должен быть работоспособным в электромагнитных полях высоковольтного провода в указанных выше климатических условиях.

4.4.2.5 Управление работой экспериментального образца АЦКТТН должно осуществляться дистанционно по цифровому каналу связи.

4.4.2.6 На экспериментальном образце АЦКТТН должна быть выполнена Программа экспериментальных исследований экспериментальных образцов адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей.

4.4.2.7 При этом АЦКТТН должен:

— выполнять высокоточные измерения токов в высоковольтном проводнике, включая токи короткого замыкания, исключающие в т.ч. влияние эффекта «насыщения магнитопровода» для напряжений не ниже 220 кВ;

— выполнять преобразование первичных аналоговых измерительных сигналов в цифровую форму и первичной микропроцессорной обработке цифровых значений, включая необходимые элементы автоматического управления;

— обеспечивать защиту измерителей и микроэлектронной аппаратуры от воздействия высоковольтных электромагнитных полей для напряжений не ниже 220 кВ;

— обеспечивать изоляцию в соответствии п. 3.7, IV, по СТО56947007-29189.085-2011 и ГОСТ 9920-89.

**4.5. Требования по стандартизации, унификации, совместимости и взаимозаменяемости**

4.5.1. Разработка адаптивных устройств автоматики, управления и защиты должна вестись с учетом технически и экономически обоснованной унификации, стандартизации и взаимозаменяемости используемых деталей и узлов.

4.5.2. Все основное и вспомогательное оборудование, узлы и детали разрабатываемых устройств должны соответствовать действующим стандартам РФ и быть максимально унифицированы.

4.5.3. Общие требования к стандартизации должны отвечать положениям ГОСТ 1.0-2004. Уровень стандартизации должен быть не ниже 0,6.

4.5.4. Общие требования к унификации конструкции должны отвечать положениям ГОСТ 23945.0-80

**4.6. Требования по обеспечению безопасности для жизни и здоровья людей и охраны окружающей среды**

4.6.1 По требованиям безопасности адаптивные устройства автоматики, управления и защиты должны соответствовать: ГОСТ Р 51330.0-99, ГОСТ 12.2.016-81, ГОСТ 124.004-91, ГОСТ 12.2.085-2002. ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.2.007.1-75, ГОСТ 12.2.007.11-75, ГОСТ 12.2.037-78.

4.6.2 Уровни шума и звуковой мощности в местах расположения персонала при проведении исследований не должны превышать значений, установленных ГОСТ 12.1.003 и санитарными нормами.

4.6.3 Разрабатываемые адаптивные устройства автоматики, управления и защиты при монтаже, наладке, обслуживании и ремонте должны соответствовать общим требованиям безопасности по ГОСТ 12.2.003-74 и ГОСТ 12.3.002-75.

4.6.4 К работе и техническому обслуживанию допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, имеющие квалификационную группу по электробезопасности не ниже третьей.

4.6.5 Условия работы персонала с разрабатываемыми адаптивными устройствами автоматики, управления и защиты должны соответствовать санитарным нормам по СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

4.6.6 Уровни шума и звуковой мощности в местах расположения персонала не должны превышать значений, установленных ГОСТ 12.1.003-83 и санитарными нормами.

**5. Требования к патентным исследованиям и регистрации результатов интеллектуальной деятельности**

5.1. На первом этапе выполнения ПНИ должны быть проведены патентные исследования в соответствии ГОСТ Р 15.011-96.

5.2. На остальных этапах ПНИ при получении результатов интеллектуальной деятельности (далее – РИД), способных к правовой охране (в соответствии со ст. 1225 ГК РФ), должны быть проведены дополнительные патентные исследования в соответствии с ГОСТ Р 15.011-96.

5.3. Должны быть представлены сведения об охранных и иных документах, которые будут препятствовать применению результатов работ в Российской Федерации (и в других странах – по требованию заказчика), и условия их использования с представлением соответствующих обоснованных предложений и расчетов.

5.4. При получении результатов интеллектуальной деятельности, способных к правовой охране, они должны быть зарегистрированы в соответствии с законодательством РФ.

**6 Требования к разрабатываемой документации**

**6.1 В ходе ПНИ должна быть разработана следующая научно-техническая и техническая документация:**

6.1.1 Отчет о патентных исследованиях в соответствии с ГОСТ Р 15.011-96;

6.1.2 Промежуточные и заключительный отчеты о ПНИ по этапам выполнения работ в соответствии с ГОСТ 7.32-2001, отражающие результаты работ, требования по которым установлены в разделах 2 - 4 ТЗ.

6.1.3 Техническая (конструкторская, программная, технологическая и т.п.) документация, отражающая экспериментальную реализацию разработанных технических (программных, технологических и т.п.) решений и соответствующая требованиям стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), Единой системы программной документации (ЕСПД), Единой системы технологической документации (ЕСТД), в составе:

6.1.3.1 Эскизная конструкторская документация на экспериментальные образцы адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей в составе:

- Схема электрическая функциональная в соответствии с ГОСТ 2.701-84;

- Схемы электрическая соединений в соответствии с ГОСТ 2.701-84;

- Чертеж общего вида в соответствии с ГОСТ 2.102-68.

6.1.3.2 Программная документация на программное обеспечение экспериментальных образцов адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей в составе:

- Текст и описание программы, в соответствии с ГОСТ 19.402-78;

- Описание применения в соответствии с ГОСТ 19.502-78;

- Руководство оператора в соответствии с ГОСТ 19.505-79.

6.1.3.3 Акт об изготовлении экспериментальных образцов адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей.

6.1.3.4 Программа и методика исследовательских испытаний экспериментальных образцов адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей.

6.1.3.5 Акт проведения и протоколы исследовательских испытаний экспериментальных образцов адаптивных устройств автоматики, управления и защиты для интеллектуальных электрических сетей.

6.1.4 Проект технического задания на проведение ОКРпо теме: «Создание удалённых терминалов на основе адаптивных цифровых комбинированных измерительных трансформаторов тока и напряжения для цифровых подстанций ЛЭП переменного тока высокого напряжения»*.*

6.2 Оформление технической документации должно соответствовать требованиям ГОСТ 2.125-2008.

6.3 По результатам проведенных испытаний и экспериментальных исследований должны быть представлены Акты результатов испытаний, экспериментальных исследований, Программы и методики испытаний, экспериментальных исследований, подтверждающие результаты испытаний, экспериментальных исследований.

6.4 Техническая и отчетная документация должна быть представлена Заказчику или уполномоченной им организации на бумажном носителе в одном экземплярах и в электронном виде на оптическом носителе в одном экземпляре.

**7 Требования по технике безопасности при работе с высоковольтными цепями**

7.1 Высоковольтный АЦКТТН безопасен только при условии его установки в соответствии с утвержденными правилами, а также при использовании и обслуживании согласно ГОСТ Р МЭК 60044-8-2010.

7.2 К обслуживанию высоковольтного АЦКТТН допускают только проинструктированный персонал, находящийся под контролем квалифицированных специалистов. Если возможен неограниченный доступ к распределительному щитку, то могут потребоваться дополнительные меры безопасности.

7.3 Должны быть учтены нормы ГОСТ Р МЭК 60044-8-2010, регламентирующие электрические, механические и тепловые аспекты безопасной работы высоковольтных устройств.

**8 Этапы работ и сроки их выполнения**

Этапы выполнения ПНИ, содержание работ, перечень документов, разрабатываемых на этапах, сроки исполнения и объемы финансирования по этапам приведены в «Плане-графике исполнения обязательств при выполнении прикладных научных исследований (проекта)» (приложение 2 к Соглашению о предоставлении субсидии).

|  |  |
| --- | --- |
| От Минобрнауки России | От Получателя субсидии |
| заместитель директора Департамента науки и технологий Минобрнауки России  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А. М. Поляков  М.П. |  |
|  |  |
|  |  |

# ПРИЛОЖЕНИЕ В ИСХОДНЫЙ КОД BASH СКРИПТА

*Пример.*

#!/bin/bash

# Generate 20 files with 10 rows

nflies = 25

nrows = 10

for ((i = 0; i<$nflies; i++)); do

filename = "dat\_"$(date + %F\_%H\_%M\_%S)"\_micst\_"$nrows"ent\_perdata\_"$i

echo - e $i": Next "$nrows" rows ... \n"

for ((j = 0; j<$nrows; j++)); do

echo - e $(shuf - i 0 - 2 - n 1)"."$(shuf - i 0 - 999 - n 1)" 1.000 1.000 1.000 0.000 3.000 0.000025\n" >> . / workunits / $filename

done

done

for fname in $(ls ./ workunits); do

cp ./ workunits / $fname `./ bin / dir\_hier\_path $fname`

#rm - f ./ workunits / $fname

# --target\_user 8

./bin/create\_work --appname non - lin\_ode\_analysis --min\_quorum 1 --target\_nresults 1 --wu\_name wu\_nloa\_$fname --wu\_template templates/default\_in --result\_template templates/default\_out $fname

done

rm - f . / workunits/\*

9

1. В исходных данных не должно быть статей, книг и ссылок на электронные источники. Этот материал необходимо искать самостоятельно при обзоре литературы.

   Здесь должны быть только имеющиеся технические ресурсы и требования к разрабатываемому научно-техническому продукту.

   Если речь идет об аппаратуре, то необходимо указать требуемые технические характеристики, которые необходимо достичь в ходе разработки.

   Например. масса, габариты. класс точности, тип интерфейса сопряжения с компьютером или другими устройствами программно-аппаратного комплекса и т.д.

   Т.е реальные вещи, которые можно проверить на защите ВКР. [↑](#footnote-ref-1)
2. Сохранён стиль оформления текста [↑](#footnote-ref-2)
3. Сохранён стиль оформления текста [↑](#footnote-ref-3)