**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

**«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(ФГБОУ ВО «КубГУ»)**

**Факультет компьютерных технологий и прикладной математики**

**Отчет о выполнении лабораторной работы №10**

**по дисциплине**

**«Технологии проектирования программного обеспечения»**

Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Работу выполнил студент группы 4ИТ/2 Д.А. Качура

(подпись)

Работу проверил доц. каф. ИТ, к.т.н., доц. А.Н. Полетайкин

(подпись)

Краснодар

2023

**ВВЕДЕНИЕ**

**Тема**: Документирование и развертывание ПС

**Цель**: Освоение методики документирования ПС.

**Задание**

1. Собрать документированные материалы, разработанные при выполнении лабораторных работ №1–9 в единый документ с разбивкой на разделы. Темы лабораторных работ обозначить названиями разделов. В разделы не включать цель, задание и выводы из отчетов о выполнении лабораторных работ.

2. Дополнительно отдельным разделом 10 описать назначение, технические характеристики, принцип работы и меры безопасности при эксплуатации ПС.

3. Дополнительно отдельным разделом 11 составить руководство пользователя.

**Индивидуальная тема:** программное средство для моделирования вольтамперных характеристик.

1. **Характеристика объекта информатизации**

Объектом информатизации является система моделирования вольтамперных характеристик с использованием нейронных сетей.

Система должна иметь возможность собирать и хранить вольтамперные характеристики компонентов или устройств. Также система должна предоставлять средства для предварительной обработки данных, включая масштабирование, нормализацию и обработку выбросов. Система должна обеспечивать высокую точность предсказания вольтамперных характеристик для различных компонентов или устройств.

Для примера рассмотрим завод LG Electronics. Завод производит электронику и бытовую технику. п. Дорохово (Москва и область).

Изображение выглядит как текст, диаграмма, снимок экрана, линия

Автоматически созданное описание

1. **Процесс информатизации**
   1. **Наименование процесса информатизации**

Процесс информатизации – процесс моделирования вольтамперных характеристик с использованием нейронной сети для инженеров на заводе LG Electronics. Он включает в себя сбор параметров компонентов или устройств их анализ и предсказание ВАХ сгенерированных нейронной сетью.

* 1. **Состав действующих лиц**

*Инженер –* отвечает за сбор вольтамперных характеристик компонентов или устройств, а также после выполнения моделирования инженер будет анализировать и интерпретировать результаты, полученные от системы.

* 1. **«Черный ящик»**

Изображение выглядит как Шрифт, белый, линия, символ

Автоматически созданное описаниеИзображение выглядит как текст, Шрифт, снимок экрана, алгебра

Автоматически созданное описаниеИзображение выглядит как текст, диаграмма, снимок экрана, линия

Автоматически созданное описание

Параметры ВАХ определяются на основе этого графика и могут быть использованы для характеристики и описания работы компонентов или устройств. Вот некоторые основные параметры, связанные с ВАХ, примеры можно увидеть в приложении А:

1. Ток насыщения (I\_sat) – это максимальное значение тока, достигаемое компонентом или устройством при больших значениях напряжения. Когда напряжение превышает определенное значение, ток перестает увеличиваться и достигает насыщения.

2. Напряжение насыщения (V\_sat) – это значения напряжения, при котором ток достигает своего максимального значения на ВАХ. После достижения этого значения, дальнейшее увеличение напряжения не приводит к значительному увеличению тока.

3. Проводимость (G) – это параметр, определяющий скорость, с которой ток изменяется в ответ на изменение напряжения. Проводимость обратно пропорциональна сопротивлению и может быть вычислена как обратное значение сопротивления (G = 1/R).

4. Наклон ВАХ: Наклон ВАХ показывает, насколько быстро изменяется ток при изменении напряжения. Наклон может быть положительным (увеличение тока с увеличением напряжения) или отрицательным (уменьшение тока с увеличением напряжения). Наклон ВАХ может быть полезным для определения рабочего режима компонента или устройства.

5. Обратное смещение (Reverse bias): Обратное смещение характерно для диодов и транзисторов. Оно означает, что напряжение подается в обратном направлении, что приводит к малому или нулевому току. Обратное смещение может быть использовано для описания режимов работы диодов и транзисторов.

Для получения вольтамперной характеристики (ВАХ) компонента или устройства необходимо провести эксперимент, следуя определенным условиям. Вот основные условия эксперимента для получения ВАХ:

1. Источник напряжения: используется стабильный источник постоянного напряжения, который обеспечивает точное и стабильное значение напряжения для измерений. Напряжение может быть постоянным или переменным в зависимости от типа эксперимента.

2. Измерительный прибор: для измерения тока и напряжения необходимы точные измерительные приборы. Обычно используются амперметр для измерения тока и вольтметр для измерения напряжения. Эти приборы должны иметь достаточную точность и разрешение для получения надежных данных.

3. Подключение: компонент или устройство, для которого измеряется ВАХ, подключается к источнику напряжения и измерительным приборам. Обычно используются провода или специальные зажимы для обеспечения надежного и низкоомного соединения.

4. Диапазоны измерений: перед проведением эксперимента необходимо выбрать диапазоны измерений для тока и напряжения, чтобы они соответствовали ожидаемым значениям. Это позволяет избежать перегрузки измерительных приборов и получить точные данные.

5. Шаг измерений: для построения графика ВАХ часто используется последовательность шагов измерений, при которых значение напряжения изменяется постепенно, а затем измеряется соответствующий ток. Шаги измерений должны быть достаточно малыми, чтобы получить детальное представление о зависимости тока от напряжения.

6. Контроль окружающих условий: во время эксперимента необходимо контролировать окружающие условия, такие как температура и влажность, поскольку они могут влиять на характеристики компонента или устройства и, следовательно, на ВАХ.

Предсказание ВАХ, сгенерированных нейросетью, означает использование нейронной сети для моделирования и генерации вольтамперных характеристик компонентов или устройств.

* 1. **Декомпозиция бизнес-процесса**

Изображение выглядит как текст, диаграмма, План, линия

Автоматически созданное описание

* 1. **Основные задачи бизнес-процесса**

1. Идентификация источников данных
2. Сбор данных
3. Очистка и фильтрация данных
4. Интеграция данных
5. Преобразование данных
6. Моделирование ВАХ
   1. **Диаграмма вариантов использования (use case diagram)**

Изображение выглядит как текст, диаграмма, круг, Шрифт

Автоматически созданное описание

* 1. **Описание входных и выходных потоков данных**

Вся информация хранится в базе данных:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование и назначение потока | Форма представления | Обработчик (кто обрабатывает) | Корреспондент (откуда) | Характеристики обработки | |
| Трудозатраты | Периодичность |
| 1 | Параметры компонентов или устройств | База данных | Инженер | Клиент | 2 ч/ч | На этапе разработки |
| 2 | Условия эксперимента | Спецификации, технические документы | Инженер | Клиент | 1 ч/ч | По запросу |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование и назначение потока | Форма представления | Обработчик (кто обрабатывает) | Корреспондент (откуда) | Характеристики обработки | |
| Трудозатраты | Периодичность |
| 1 | Предсказания ВАХ, сгенерированных нейронной сетью | Файлы, графики, таблицы | Клиент | Архив | 5 ч/ч | Ежедневно или по запросу |

* 1. **Правила обработки информации и возможность ограничений**

1) Правила обработки информации в системе могут включать применение алгоритмов нейронных сетей для анализа и предсказания характеристик на основе входных данных

2) Ограничения могут быть связаны с доступом к данным и функциональности системы

* 1. **Нормативно-справочная документация**

1) ГОСТ Р 52084-2003 – приборы электрические бытовые. Общие технические условия.

1. **Основные операции**
   1. **Схема решения задачи в ручном режиме**

* Сбор данных: вручную собираются вольтамперные характеристики различных компонентов или устройств.
* Анализ данных: данные вручную анализируются для выявления закономерностей и паттернов в вольтамперных характеристиках.
* Итерации и улучшения: при необходимости вносятся изменения в модели на основе результатов оценки и тестирования
  1. **Обоснование автоматизации схемы решения задачи**
* Объем данных: вольтамперные характеристики могут содержать большое количество данных, что затрудняет их ручной анализ и моделирование.
* Сложность задачи: моделирование вольтамперных характеристик может быть сложной задачей, требующей учета множества переменных и взаимодействий.
* Точность и эффективность: автоматизация с использованием нейронных сетей позволяет достичь более точных и эффективных результатов в моделировании вольтамперных характеристик.
  1. **Процесс автоматизации**
* Сбор данных: собираются вольтамперные характеристики компонентов или устройств с использованием автоматического сбора данных.
* Предобработка данных: данные подвергаются предварительной обработке, включая масштабирование, нормализацию и обработку выбросов.
* Оценка и тестирование модели: полученная модель оценивается и тестируется на отложенных данных для оценки ее точности и эффективности.
* Итерации и улучшения: при необходимости вносятся изменения в архитектуру или параметры модели, и процесс обучения повторяется для достижения лучших результатов.
* Использование модели: обученная модель может быть использована для предсказания вольтамперных характеристик новых компонентов или устройств.
  1. **Описание ранее разработанных систем (подсистем)**
  2. **Multisim**

Система схемотехнического проектирования MULTISIM 8, разработанная фирмой Electronics Workbench (EWB), входящей в состав компании National Instruments Corporation, представляет собой усовершенствование пакета EWB и является в настоящее время доступной и популярной [8]. Она позволяет объединить процессы разработки электронных устройств, их анализа и тестирования на основе технологии виртуальных приборов для учебных и производственных целей. Причем последние по внешнему виду, органам управления и характеристикам максимально приближены к их промышленным аналогам, что способствует приобретению практических навыков работы с приборами и схемами и создает иллюзию реальности. Интерфейс пользователя состоит в Multisim 8 из нескольких основных элементов, которые представлены на рис. 1.1.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, программное обеспечение, диаграмма

Автоматически созданное описание

Рис. 1.1. Среда Multisim

**Обзор компонентов**

В Multisim 8 есть базы данных трех уровней (рис. 1.2):

– главная база данных (MasterDatabase), из которой можно только считывать информацию, в ней находятся все компоненты;

– пользовательская база данных (UserDatabase) –соответствует текущему пользователю компьютера. Она предназначена для хранения компонентов, которые нежелательно предоставлять в общий доступ;

– корпоративная база данных (CorporateDatabase) – предназначена для тех компонентов, которые должны быть доступны другим пользователям по сети.

Изображение выглядит как программное обеспечение, Мультимедийное программное обеспечение, текст, Графическое программное обеспечение

Автоматически созданное описание

Рис. 1.2. Проводник компонентов

База данных Multisim 8 разделена на следующие группы:

Sourse. Содержит все источники напряжения и тока, заземления, например power sourse (источники постоянного, переменного напряжения, заземление, беспроводные соединения VCC, VDD, VSS, VEE), signal voltage sourse (источники прямоугольных импульсов, источник сигнала через определенные промежутки времени), signa lcurrent sourseg (постоянные и переменные источники тока, источники прямоугольных импульсов);

Basic. Содержит основные элементы схемотехники: резисторы, индуктивные элементы, емкостные элементы, ключи, трансформаторы, реле и т. д;

Diodes. Содержит различные виды диодов: фотодиоды, диоды Шоттки, светодиоды и т. д;

Transistors. Содержит различные виды транзисторов: биполярные транзисторы, MOSFET-транзисторы, IGBT-транзисторы и т. д;

Analog. Содержит все виды усилителей: операционные, дифференциальные, инвертирующие и т. д;

TTL. Содержит элементы транзисторно-транзисторной логики;

CMOS. Содержит элементы КМОП-логики (комплементарной логики на транзисторахметалл – оксид – полупроводник);

MCUModule. Управляющий модуль многопунктовой связи;

Advanced Peripherals. Содержит подключаемые внешние устройства, дисплеи, терминалы, клавишные поля;

Misc Digital. Содержит различные цифровые устройства;

Mixed. Содержит комбинированные компоненты;

Indicators. Содержит измерительные приборы, вольтметры, амперметры и т. д.

**Виртуальные приборы**

Все приборы расположены на панели инструментов (рис. 1.1).

Мультиметр (Multimeter) (рис. 1.3) предназначен для измерения переменного или постоянного тока или напряжения, сопротивления или затухания между двумя узлами. Диапазон измерения мультиметра подбирается автоматически. Его внутреннее сопротивление близко к идеальному, но его можно изменять.

Изображение выглядит как снимок экрана, текст, диаграмма, Прямоугольник

Автоматически созданное описание

Рис. 1.3. Виртуальный прибор мультиметр

Генератор сигналов (Function generator) (рис. 1.4). Это источник напряжения, который может генерировать синусоидальные, пилообразные и прямоугольные импульсы. Можно изменять форму сигнала, его частоту, амплитуду, коэффициент заполнения и постоянный сдвиг. Диапазон генератора достаточен, чтобы воспроизвести сигналы с частотами от нескольких герц до аудио- и радиочастотных.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, дисплей, диаграмма

Автоматически созданное описание

Рис. 1.4. Виртуальный прибор генератор сигналов

Осциллограф (Oscilloscope) (рис. 1.5). В Multisim 8 есть несколько модификаций осциллографа, которыми можно управлять как настоящими:

– двухканальный;

– четырехканальный;

– четырехканальный цифровой осцилллограф с записью «TektronicsTDS 2024».

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, График, диаграмма

Автоматически созданное описание

Рис. 1.5. Виртуальный прибор осциллограф

Построитель частотных характеристик (Bode Plotter) (рис. 1.6). Отображает относительный фазовый сдвиг входного и выходного сигналов. Это особенно удобно при анализе свойств различных фильтров (синусных, сетевых и др.).

Изображение выглядит как Мультимедийное программное обеспечение, снимок экрана

Автоматически созданное описание

Рис. 1.6. Виртуальный прибор построитель частотных характеристик

Ваттметр (Wattmeter) (рис. 1.7). Предназначен для измерения мощности и коэффициента мощности.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, электроника, дизайн

Автоматически созданное описание

Рис. 1.7. Виртуальный прибор ваттметр

Измерительный пробник (Measurement probe) (рис. 1.8, 1.9). Показывает постоянные и переменные напряжения и токи на участке цепи, а также частоту сигнала.

Изображение выглядит как диаграмма, Шрифт, дизайн

Автоматически созданное описание

Рис. 1.8. Виртуальный прибор измерительный пробник

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, диаграмма

Автоматически созданное описание

Рис. 1.9. Показания виртуального измерительного пробника

**Анализ**

В Multisim 8 предусмотрено множество режимов анализа данных эмуляции – от простых до самых сложных, в том числе и вложенных. Основные виды анализа:

DC – анализ цепи на постоянном токе. Осуществляется для резистивных схем, выявляет узловые потенциалы исследуемой схемы.

AC – анализ на переменном токе, заключается в построении частотных характеристик.

Transient – анализ переходных процессов, позволяет определить форму выходного сигнала как функции времени. Чтобы начать анализ, необходимо выбрать пункт меню «SimulateAnalyses» и требуемый режим.

Плоттер – основной инструмент просмотра результатов эмуляции. Настройки плоттера находятся в окне свойств (рис. 1.10).

**Экспорт данных в Excel**

Postprocessor и Grapher – это программы пакета Multisim 8, которые позволяют отобразить результаты моделирования в графическом виде.

**Общие правила моделирования**

При моделировании схем необходимо соблюдать следующие общие правила:

– любая схема должна обязательно содержать хотя бы один символ заземления;

– любые два конца проводника либо контакта устройства, встречающиеся в точке, всегда считаются соединенными. При соединении трех или более концов необходимо использовать символ соединения (узел);

– в схемах должны присутствовать источники сигнала (тока или напряжения), обеспечивающие входной сигнал, и не менее одной контрольной точки (за исключением анализа схем на постоянном токе).

**Топология схем**

В схеме не должны присутствовать контуры из катушек индуктивности и источников напряжения.

Источники тока не должны соединяться последовательно.

Не должно присутствовать короткозамкнутых катушек.

Источник постоянного напряжения должен соединяться с катушкой индуктивности и трансформатором через последовательно включенный резистор. К конденсатору, подключенному к источнику тока, обязательно должен быть параллельно присоединен резистор.

Таким образом, Multisim – это программное обеспечение для проектирования и моделирования электронных схем, которое предоставляет инструменты для создания, анализа и оптимизации схем, а также для симуляции и тестирования их поведения.

**1.2 Proteus**

Среди средств схемотехнического моделирования (PSpice, MicroCap, Multisim, DesignLab и др.) следует отметить систему Proteus фирмы Labcenter Electronics, позволяющую производить моделирование принципиальных схем, используя обширную библиотеку моделей электронных компонентов, включая широкий набор микроконтроллеров (AVR, MCS51, PIC, ARM и др). В Proteus есть набор виртуальных измерительных приборов таких, как осциллограф, логический анализатор, вольтметр, спектроанализатор и др. Они позволяют определить и визуально представить электронное состояние в любой точке моделируемой схемы, а также наблюдать процессы, происходящие в ней.

Программный пакет Proteus состоит из двух модулей: ISIS – программа синтеза и моделирования непосредственно электронных схем и ARES – программа разработки печатных плат. Для моделирования нужен только модуль ISIS. Вместе с самим пакетом Proteus устанавливается широкий набор демонстрационных проектов для ознакомления с работой системы. Полезно с ним ознакомиться.

**Интерфейс системы схемотехнического моделирования Proteus**

При запуске Proteus на мониторе появляется главное окно, представленное на рис. П.1. Все его рабочее пространство разделено на несколько областей. Большую часть занимает окно редактирования. В нем проектируется принципиальная схема устройства. Сюда из библиотеки вставляются электронные компоненты вместе со средствами измерения и индикации, здесь они соединяются проводниками согласно замыслу проектировщика, редактируются при наличии ошибок, после чего запускается процесс моделирования.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, число, дисплей

Автоматически созданное описание

Рис. П.1. Главное окно системы схемотехнического моделирования Proteus

Вверху находятся пункты меню, предоставляющие пользователю полный набор возможных действий, имеющихся в Proteus. Под ним расположены кнопки верхней панели инструментов, позволяющие выполнить часто используемые команды такие, как открытие и сохранение проекта, масштабирование и позиционирование принципиальной схемы устройства, копирование и перемещение выделенных областей схемы. На левом краю главного окна расположена левая панель инструментов, с помощью которых, в основном, и проектируется принципиальная схема устройства. Следует понимать, что одно и то же действие можно выполнить различными способами, использую систему меню, панель инструментов или контекстное меню, выпадающее при нажатии правой кнопки или двукратном нажатии левой кнопки мыши.

В левом верхнем углу главного окна располагается окно предварительного просмотра, позволяющее оперативно перемещаться по схеме проекта. Под ним расположено окно, куда выводится различная информация, характер которой зависит от того, какая из кнопок нажата на левой панели инструментов. Это может быть список компонентов схемы, меток, виртуальных инструментов, пробников и т.д. Внизу на краю главного окна расположены четыре кнопки управления процессом моделирования: «Воспроизвести» – старт процессу моделирования, «Шаг» – пошаговое выполнение программы микроконтроллера, «Пауза» – пауза процесса моделирования, «Стоп» – остановка процесса моделирования.

**Панель инструментов системы Proteus**

Проектирование принципиальной схемы устройства обычно осуществляют с помощью кнопок на левой панели инструментов. Рассмотрим их назначение. Режим выбора. При нажатой кнопке пользователь получает возможность редактировать схему устройства, т.е. выделять отдельные компоненты или структурные блоки, копировать их в буфер, удалять, масштабировать, и т.д. Можно позиционировать схему, перемещая в окне предварительного просмотра (справа от кнопки) перекрестие «прицела» при нажатой левой кнопке мыши. Вторичное нажатие кнопки мыши фиксирует положение схемы в окне редактирования. Используя также кнопки масштабирования на верхней панели инструментов, можно настраивать любой фрагмент схемы в удобном для пользователя масштабе. Компоненты. При нажатии кнопки в соседнем с ней окне появляется список используемых в открытом проекте компонентов (если проект еще не создан, список пустой). Выделив левой кнопкой мыши любой из компонентов списка, можно вторичным нажатием левой кнопки установить его в произвольном месте окна редактирования. Двукратное нажатие правой кнопки мыши удаляет компонент из окна редактирования. Важной является кнопка «Р», расположенная под окном предварительного просмотра. Ее нажатие открывает окно поиска компонентов Pick Device (рис. П.2), предназначенное для входа в библиотеку компонентов системы Proteus. В этом окне все компоненты структурированы по категориям, подкатегориям и изготовителям. Библиотека имеет очень большое количество самых разных компонентов. Например, в категории Microprocessors представлено 16 различных семейств микроконтроллеров, включая семейство AVR, а в нем, в свою очередь, представлено 80 различных типов микроконтроллеров. Каждый компонент имеет краткое описание и графическое изображение на принципиальной схеме. Нажатие в окне клавиши «Ok» помещает выбранный библиотечный компонент в список компонентов проекта, откуда его можно переместить в окно редактирования. Таким способом все необходимые для проекта компоненты из библиотеки перемещаются в окно редактирования.

Точка соединения. При нажатой кнопке можно соединить любое пересечение проводников на схеме. Соединение выводов компонентов друг с другом можно осуществлять и при других нажатых кнопках, например, сразу после установки компонентов в окне редактирования, т.е. при нажатой кнопке «Компоненты».

Метка соединения. При нажатой кнопке можно присвоить любому проводнику имя. Это позволяет соединять отдельные выводы компонентов и цепи условно, без явного использования проводников, что часто позволяет улучшить восприятие проектируемой схемы устройства.

Текстовый скрипт. При нажатии кнопки можно вставить текст в любое место схемы в окне редактирования. Полезно для создания комментариев при проектировании устройств.

Шина. При нажатой кнопке можно проложить на принципиальной схеме шину, состоящую из нескольких проводников. Например, для микроконтроллера ATMega128 соединение портов А и С с внешними устройствами (статической памятью, ЖК-индикатором и т.д.) осуществляется с помощью шин.

Субсхема. Кнопка позволяет создать субсхемы, представляющие собой некие функциональные блоки с выводами-соединителями.

Терминал. Кнопка позволяет установить на принципиальной схеме устройства такие элементы, как питание, общая шина, межблочные соединения, выводы.

Пины устройства. Кнопка позволяет добавить вывод к создаваемому компоненту Диаграмма. При нажатой кнопке в окне редактирования можно установить набор графических инструментов, предоставляющих пользователю широкие возможности по отображению сигналов, их детальному анализу и математической обработке, а также сохранению результатов моделирования.

Генератор. Нажатие кнопки выводит список генераторов сигналов различной формы: синусоидальный, импульсный, экспоненциальный и т.д. Очень удобный и важный инструмент для задания тестовых сигналов при отладке проектируемого устройства.

Пробник напряжения. Предназначен для указания точки проводника, в которой необходимо измерить напряжение, и присвоения имени участку цепи с данной точкой. Используется совместно с графическими средствами измерения напряжения (см. кнопку «Диаграмма»).

Пробник тока. Предназначен для решения тех же задач, что и щуп напряжения, т.е. выбора и присвоения имени участку цепи, в которой производится измерение тока. Виртуальные инструменты. При нажатии кнопки появляется список виртуальных инструментов, среди которых генератор сигналов специальной формы, 4-х канальный осциллограф, вольтметры и амперметры постоянного и переменного токов, виртуальный терминал и др. Виртуальный генератор сигналов, в отличие от выше рассмотренного генератора (вызываемого кнопкой «Генератор»), может изменять параметры тестового сигнала непосредственно в процессе моделирования работы устройства. Для этого на его лицевой панели имеются специальные органы управления, позволяющие оперативно, без остановки процесса моделирования изменять форму сигнала, его частоту и амплитуду. С помощью осциллографа можно исследовать сигнал в реальном масштабе времени. Как и у других виртуальных инструментов в нем имеются органы управления, позволяющие изменять частоту развертки, чувствительность, настраивать цветовую гамму изображения (луч, дисплей, сетка, курсор) и т.д.

Для измерения напряжения или тока к участку цепи на принципиальной схеме устройства подключают вольтметр или амперметр так, как если бы это были реальные приборы, после чего запускают процесс моделирования. При остановленном процессе моделирования можно изменить диапазон измерения, т.е. превратить вольтметр, например, в милливольтметр. Виртуальный терминал позволяет смоделировать обмен данными между микроконтроллером и персональным компьютером, использующими для этого последовательный RS интерфейс. Другие виртуальные инструменты позволяют решать задачи, связанные с отладкой работы периферийных устройств, взаимодействующих с микроконтроллером посредством SPI или I2C-интерфейсов.

* 1. **Сравнение систем**

Сравнение описанных ранее компьютерных разработок по одинаковым критериям представлено в таблице 1:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Параметр** | **Multisim** | **Proteus** |
| Назначение | Программный продукт, предназначенный для проектирования и моделирования электронных схем. Основное назначение Multisim заключается в создании и моделировании электронных схем перед их физической реализацией. | Proteus является мощным инструментом для проектирования, моделирования и анализа электронных схем или систем. Он помогает ускорить процесс разработки, улучшить качество и надежность электронных устройсв. |
| Гибкость | Моделирование различных типов схем, широкий набор компонентов, поддержка расширений и дополнительных модулей, которые могут быть установлены для расширения функциональности системы, а также интеграция с другими инструментами. | Поддерживает моделирование и симуляцию широкого спектра схем, включая аналоговые, цифровые и смешанные схемы. Предлагает модульную структуру, что позволяет пользователям выбирать и устанавливать только те модули и функции, которые им необходимы для конкретных задач. Широкий набор компонентов, разработка печатных плат и интеграция с другими инструментами. |
| Функ-ционал | Multisim позволяет пользователям создавать электронные схемы с использованием графического интерфейса.  Симуляция и анализ схем, то есть пользователь может проверить и проанализировать работу созданных схем.  Инструменты отладки и испытаний. Пользователи могут проводить виртуальные испытания, отслеживать схему на наличие ошибок и проблем, а также выполнять виртуальные измерения. | Схематическое проектирование. Симуляция и анализ схем.  Моделирование микроконтроллеров и программирование. Proteus предоставляет возможность моделирования микроконтроллеров различных производителей.  Proteus позволяет имитировать внешние устройства и интерфейсы, такие как LCD-дисплеи, клавиатуры, сенсоры и другие.  Интеграция с другими инструментами. |
| Стоимость | Multisim доступен в нескольких версиях, включая базовую версию, образовательную версию и профессиональную версию. Каждая версия предлагает разные уровни функциональности и возможности. | Proteus доступен в нескольких версиях, включая Proteus PCB Design (для проектирования печатных плат), Proteus VSM (для симуляции виртуальных систем) и Proteus Professional (комбинированная версия с расширенными возможностями). Каждая версия предлагает разные функциональные возможности и инструменты. |
| Безопас-ность | Multisim, как программное обеспечение не обладает встроенными функциями безопасности в традиционном понимании этого термина. Применяется различные меры для защиты приложения от уязвимостей, ошибок и потенциальных угроз безопасности. Это включает регулярные обновления и исправления программного обеспечения для устранения выявленных проблем безопасности. | В целом безопасность также зависит от практик безопасности, применяемых самими пользователями. Рекомендуется соблюдать общие меры безопасности, такие как обновление операционной системы и антивирусного программного обеспечения, использование сложных паролей и ограничение доступа к Proteus только для соответствующих пользователей |
| Дизайн | Удобный и интуитивно понятный дизайн, который облегчает создание и анализ электронных схем. Дружественный пользовательский интерфейс с привлекательным внешним видом. | Интерфейс разработан с учетом удобства использования и интуитивно понятного взаимодействия с программой. Он предлагает логически упорядоченные меню, панели инструментов и панели, которые обеспечивают быстрый доступ к необходимым фукнциям. |
| Пользовате-льский интерфейс | Довольно быстрое привыкание к продукту и системе в целом за счёт простого дизайна и понятного интерфейса. | Долгое привыкание к системе из-за её сложности и небольшой нагромождённости богатым функционалом |
| Техничес-кая поддержка | Пользователи могут обратиться в службу поддержки напрямую через электронную почту, телефон или онлайн-чат.  Обучение и обучающие программы, которые помогают пользователям освоить программу и улучшить свои навыки в проектировании и симуляции электронных схем. | Пользователи могут напрямую обратиться в службу поддержки через электронную почту или веб-форму обратной связи.  Онлайн ресурсы: компания предоставляет обширную базу знаний, документацию и руководства пользователя на своем сайте. Эти ресурсы содержат подробные инструкции, учебные материалы, ответы на часто задаваемые вопросы и другую полезную информацию. |
| Системные требования | Относительно менее требовательный продукт за счёт универсальной и удобной веб-версии | Относительно более требовательный продукт из-за необходимости установки на каждое отдельное устройство |

Таблица 1 – Сравнение «**Multisim**» и «**Proteus**»

* 1. **Назначение и цель создания системы моделирования вольтамперных характеристик с использованием нейронной сети**

Система моделирования вольтамперных характеристик (ВАХ) с использованием нейронной сети предназначена для анализа и предсказания электрических характеристик устройств и материалов, основываясь на вольтамперных характеристиках. ВАХ является графическим представлением зависимости между напряжением и током в электрической цепи и широко используется в области электроники, физики и материаловедения для оценки и анализа работы устройств и материалов.

Основная цель создания системы моделирования ВАХ с использованием нейронной сети состоит в разработке эффективного инструмента, который может предсказать ВАХ для различных условий и параметров, исходя из имеющихся данных.

* 1. **Определение структуры программы и состава функциональных задач**

Задачи, программную реализацию которых предполагается осуществить, представлены в таблице 1.

|  |  |
| --- | --- |
| **Задача** | **Описание** |
| Регистрация в системе | Пользователь осуществляет регистрацию в системе моделирования вольтамперных характеристик, предоставляя необходимые персональные данные: ФИО, контактный номер телефона и адрес электронной почты. |
| Создание модели | Пользователь создает модель, выбирая тип компонента или устройства для моделирования вольтамперных характеристик. Он вводит соответствующие параметры, такие как значения сопротивления, напряжения или тока, а также другие характеристики, необходимые для моделирования. |
| Проверка модели | После ввода параметров модели система проверяет их корректность и целостность, а также осуществляет предварительную проверку на возможные ошибки. Если все данные верны, пользователю предоставляется возможность продолжить процесс моделирования |
| Моделирование вольтамперных характеристик | На основе введенных пользователем данных система проводит моделирование вольтамперных характеристик выбранного компонента или устройства. Это может включать расчеты и анализ электрических параметров, таких как вольтамперные графики, потребляемая мощность, эффективность и другие характеристики. |
| Визуализация результатов | Полученные результаты моделирования представляются пользователю в удобной форме, например, в виде графиков, таблиц или диаграмм. Это позволяет пользователю анализировать и интерпретировать полученные вольтамперные характеристики.выдаётся запись в журнал продаж и клиенту отправляется чек и квитанция об оплате |
| Сохранение и экспорт данных | Пользователь имеет возможность сохранить результаты моделирования для последующего использования или экспорта. Это позволяет ему в дальнейшем сравнивать различные модели, делать изменения и вносить корректировки в параметры модели. |
| Генерация отчета | Система может автоматически сгенерировать отчет о проведенном моделировании вольтамперных характеристик. Отчет может содержать подробные данные о параметрах модели, полученные результаты, аналитические выводы и рекомендации. |

Таблица 1 – Структура программы и состав её функциональных задач

* 1. **Функциональные требования**

**3.1 Требования к входным и выходным данным**

**3.1.1. Требования к задаче «Регистрация на сайте»**

Идентификатор каждого клиента должен быть уникальным, для сверки клиента с его заказом на складе необходимы следующие данные о клиенте:

* фамилия, имя, отчество;
* номер телефона;
* электронная почта.

На номер телефона клиент получит SMS с кодом подтверждения профиля. На электронную почту поступит письмо об успешной регистрации аккаунта в системе.

**3.1.2. Требования к задаче «Создание модели»**

Система должна предоставлять пользователю возможность выбора типа компонента или устройства для моделирования вольтамперных характеристик.

Система должна предоставлять пользователю интерфейс для ввода соответствующих параметров модели, таких как значения сопротивления, напряжения или тока, а также других необходимых характеристик.

Система должна проверять введенные пользователем параметры на корректность и целостность.

**3.1.3. Требования к задаче «Проверка модели»**

Система должна автоматически проверять введенные пользователем параметры модели на корректность и целостность.

Система должна осуществлять предварительную проверку на возможные ошибки, например, отсутствие обязательных параметров или противоречия в значениях параметров.

Если все данные верны, система должна предоставлять пользователю возможность продолжить процесс моделирования.

**3.1.4. Требования к задаче «Моделирование вольтамперных характеристик»**

Система должна проводить моделирование вольтамперных характеристик выбранного компонента или устройства на основе введенных пользователем данных.

Моделирование может включать расчеты и анализ электрических параметров, таких как вольтамперные графики, потребляемая мощность, эффективность и другие характеристики.

**3.1.5. Требования к задаче «Визуализация результатов»**

Система должна предоставлять пользователю результаты моделирования в удобной форме, например, в виде графиков, таблиц или диаграмм.

Результаты должны быть представлены таким образом, чтобы пользователь мог анализировать и интерпретировать полученные вольтамперные характеристики.

**3.1.6. Требования к задаче «Сохранение и экспорт данных»**

Система должна предоставлять пользователю возможность сохранить результаты моделирования для последующего использования.

Пользователь должен иметь возможность экспортировать результаты в различные форматы, например, в файлы CSV или PDF.

Сохранение и экспорт данных позволяют пользователю сравнивать различные модели, вносить изменения и вести аналитическую работу.

**3.1.7. Требования к задаче «Генерация отчета»**

Система должна автоматически генерировать отчет о проведенном моделировании вольтамперных характеристик.

Отчет должен содержать подробные данные о параметрах модели, полученные результаты, аналитические выводы и рекомендации.

Система должна предоставлять пользователю возможность просмотра и сохранения сгенерированного отчета.

**3.2 Требования к программной реализации задач**

Для корректной работы и целостности данных информация будет храниться в базе данных. Интерфейс будет интуитивно понятен и разбит на задачи при помощи отдельных объектов относительно проектируемой диаграмме вариантов использования ПО:

• по каждой из задач программа сможет запросить соответствующие входные данные и выдать результирующую информацию;

• код будет оптимизирован;

• информационные объекты будут понятны пользователям.

* 1. **Построение модели требований в нотации UML**

Изображение выглядит как текст, диаграмма, круг, Шрифт

Автоматически созданное описание

Рисунок 1 – UML-пользователь

* 1. **Требования к базе данных и к инструментальному программному обеспечению**

**5.1. Требования к информационному обеспечению**

**•** требуется организация данных, которая должна сохраняться в ПС;

• должна отсутствовать дублированная информация, данные должны быть актуальны и достоверны;

• должна быть защита от несанкционированного доступа к данным;

• должна быть обеспечена конфиденциальность информации;

• должна быть возможность получения данных с помощью языка запросов высокого уровня, без использования прикладных программ;

• БД должна иметь возможность неограниченно использоваться.

**5.2. Требования к инструментальному программному обеспечению**

Ниже будут представлены требования к системе управления базой данных (СУБД), к средству разработки программ (IDE), средствам автоматизированного проектирования ПО

• инструментальные средства программной инженерии будут представлять все графические элементы проектируемой ПО;

• все инструментальные средства разработки ПО должны обеспечивать возможность реализации ПС согласно макетам проектирования;

• требования к использованию программных пакетов: ПП не должны нагружать систему.

* 1. **Нефункциональные требования**

1. *Защищенность* (Безопасность), то есть способность обеспечения защиты данных от разрушения, искажения или преднамеренных фальсификаций злоумышленником. Характеризует возможное отсутствие риска, связанного с нанесением некоторого ущерба. Имеют особую важность, так как компания имеет много конкурентов.
2. *Надёжность* – свойство системы сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность системы выполнять требуемые функции в заданных режимах и эксплуатации. Важно, чтобы сбои в работе системы не должны приводить к опасным последствиям.
3. *Производительность* – характеристика системы, отражающая ее способность производить определённый̆ объем работ в единицу времени, например, время ответа, доступность, число продуктов, полученная прибыль.
4. *Наглядность интерфейса* – должен быть удобным, интуитивно понятным и продуманным, что обеспечит наглядность и простоту использования ПО, благодаря чему дизайн не будет пугать клиентов излишней сложностью и ненужной изощрённостью.
5. *Наличие технической поддержки*. Введенная в эксплуатацию готовая система требует определённой̆ технической̆ поддержки, что особо важно для интернет-магазина, ведь в ведении подобного процесса всего идёт диалог клиента с администратором сайта или бухгалтером. Это обусловлено, прежде всего, динамичностью информационных процессов: совершенствованием документооборота, появлением дополнительных структур данных и автоматизированных функций, что является обычным явлением для любых развивающихся систем.
6. **Модель чёрный ящик IDEF0**

Изображение выглядит как текст, Шрифт, снимок экрана, алгебра

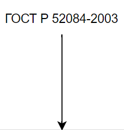
Автоматически созданное описаниеИзображение выглядит как Шрифт, белый, линия, символ

Автоматически созданное описаниеИзображение выглядит как текст, диаграмма, снимок экрана, линия

Автоматически созданное описание

Рисунок 1 – Чёрный ящик IDEF0

1. **Диаграмма декомпозиции А0 на дочерние подпроцессы**



Изображение выглядит как текст, диаграмма, линия, снимок экрана

Автоматически созданное описание

Рисунок 2 – Диаграмма декомпозиции А0

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование** | **Источник** | **Тип источника** | **Приёмник** | **Тип приемника** |
| Данные клиента | Внешняя граница | Input | Авторизация | Mechanism |
| Параметры компонентов или устройств | Внешняя граница | Input | Информация о параметрах | Mechanism |
| Условия эксперимента | Внешняя граница | Input | Информация о параметрах | Mechanism |
| Требования  к товарам | Внешняя граница | Input | Создание модели | Mechanism |
| Документация об обработке перс. данных | Внешняя граница | Control | Регистрация в системе | Mechanism |
| Инженер | Внешняя граница | Control | Регистрация на сайте, создание модели, генерация отчета | Mechanism |
| Данные о заявителе | Авторизация | Mechanism | Моделирование ВАХ | Mechanism |
| Проверка требований параметров | Информация о параметрах | Mechanism | Моделирование вольтамперных характеристик | Mechanism |
| Результат моделирования | Моделирование вольтамперных характеристик | Mechanism | Формирование отчета | Mechanism |
| Предсказания ВАХ, сгенерированных НС | Генерация отчета | Mechanism | Внешняя граница | Output |

Таблица 1 – Описание элементов функциональной модели

1. **Декомпозиция на подзадачи**
   1. **Регистрация в системе**

**Изображение выглядит как текст, диаграмма, линия, снимок экрана

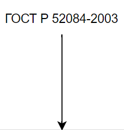
Автоматически созданное описание**

Рисунок 3 – Диаграмма декомпозиции «Регистрация в системе»

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование** | **Источник** | **Тип источника** | **Приёмник** | **Тип приемника** |
| Данные о клиенте | Внешняя граница | Input | Ввод всех данных при регистрации профиля | Mechanism |
| Документация об обработке перс. данных | Внешняя граница | Control | Ввод всех данных при регистрации профиля | Mechanism |
| Письмо с кодом на эл. почту | Ввод данных при рег-ции профиля | Mechanism | Подтверждение профиля | Mechanism |
| Инженер | Внешняя граница | Control | Ввод всех данных при регистрации профиля, подтверждение профиля | Mechanism |
| Профиль клиента | Подтверждение профиля | Mechanism | Внешняя граница | Output |

Таблица 2 – Описание элементов функциональной модели

* 1. **Моделирование ВАХ**



Изображение выглядит как текст, линия, диаграмма, снимок экрана

Автоматически созданное описание

Рисунок 6 – Диаграмма декомпозиции «Моделирование ВАХ»

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование** | **Источник** | **Тип источника** | **Приёмник** | **Тип приемника** |
| Данные о заявителе | Внешняя граница | Input | Подготовка модели | Mechanism |
| Проверка требований параметров | Внешняя граница | Input | Подготовка модели | Mechanism |
| Параметры модели на основе полученных данных | Подготовка модели | Mechanism | Запуск процесса моделирования ВАХ на основе подготовленной модели и заданных параметров | Mechanism |
| Результирующие данные ВАХ | Получение результатов моделирования | Mechanism | Внешняя граница | Output |
| ГОСТ Р 52084-2003 | Внешняя граница | Control | Подготовка модели | Mechanism |

Таблица 5 – Описание элементов функциональной модели

* **Абстракции подсистемы**

Выделим основные абстракции подсистемы, разделим их по типам, приведём описание и запишем это в следующую таблицу:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Абстракция** | **Тип** | **Описание** |
| 1 | Инженер | Сущность | Пользователь системы, выполняющий регистрацию в системе, вводит данные для моделирования вольтамперных характеристик и анализирует результат |
| 2 | Параметры компонентов или устройств | Сущность | Список параметров, содержащий ток, напряжение и тд |
| 3 | Данные о клиенте | Сущность | ФИО, номер телефона и адрес электронной почты клиента |
| 4 | Данные модели | Сущность | Содержит информацию о модели устройства или системы, которая используется для моделирования вольтамперных характеристик |
| 5 | Документация об обработке перс. данных | Сущность | Документ, описывающий работу со сведениями о клиенте, которые прямо или косвенно имеют к нему отношение. |
| 6 | Интерфейс инженера | Интерфейс | Набор инструментов для взаимодействия инженера с системой |
|  | Добавление  и изменение данных  о клиентах в БД | Поведение | Способность добавлять и корректировать данные о клиентах |
| 7 | Добавление и изменение в БД данных о моделировании ВАХ | Поведение | Способность добавлять и корректировать данные моделировании ВАХ |
| 8 | Формирование отчёта | Поведение | Способность создавать с предсказаниями вольтамперных характеристик, сгенерированных НС |
| 9 | Регистрация  в системе | Поведение | Способность зарегистрироваться в системе клиенту, чтобы совершать покупки |

Таблица 1 – Абстракция подсистемы

* **Классификация абстракций**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№** | **Класс** | **Список абстракций** |
| 1 | Люди | Инженер |
| 2 | Предметы | Отчёт |
| 3 | Концепции | Документация об обработке персональных данных |
| 4 | События | * Регистрации клиента на сайте; * Добавление/корректировки как данных о клиентах, так и о данных о моделировании ВАХ в БД; |
| 5 | Показатели | Данные о клиенте, данные о моделировании ВАХ |

Таблица 2 – Классификация абстракций

* **Абстракции системы и их поведение**

Проанализируем поведение выделенных абстракций. Выделим возможное поведение каждой абстракции в пределах рассматриваемой функции.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Абстракция** | **Поведение** | **Описание поведения** |
| 1 | Инженер | Сотрудник, участвующий в работе компании | Подтверждает заказ пользователя и ведёт с ним диалог |
| 2 | Бухгалтер интернет-магазина | Сотрудник, который участвует в работе компании | Проверяет работу алгоритма на различных этапах |
| 3 | Клиент интернет-магазина | Лицо, пользующееся услугами компании | Оформляет заказ в интернет-магазине |
| 4 | Документация об обработке перс. данных | Регулирование отношений между покупателем и компанией | Внесение полученных данных о клиенте в БД |
| 5 | Добавление и изменение данных о клиентах БД | Работа с данными о клиентах в БД | Часть системы, ответственная за добавление, изменение данных о клиенте в БД |
| 6 | Добавление и изменение в БД данных о моделировании ВАХ | Работа с данными о моделировании ВАХ в БД | Часть системы, ответственная за добавление и изменение данных о моделировании ВАХ в БД |
| 7 | Формирование отчёта | Формирование отчёта о предсказании ВАХ | Часть системы, ответственная за составление отчёта |
| 8 | Регистрация  на сайте | Ввод всей нужной информации для предоставления услуг | Последовательность шагов, определяющая заполнения в базу данных входящих данных о клиенте и данных о моделировании ВАХ |
| 9 | Данные о клиенте | Отражают персональную информацию | Занесение данных о клиенте в БД |
| 10 | Данные модели | Подаются системе | Занесение данных о моделировании ВАХ в БД |

Таблица 3 – Абстракции подсистемы и их поведение

* **Диаграмма классов**

Изображение выглядит как текст, диаграмма, План, линия

Автоматически созданное описание

Рисунок 1 – Диаграмма классов

* **Диаграмма состояний**

Диаграмма, описывающая состояние моделирования ВАХ на протяжении всего цикла работы системы:

Изображение выглядит как текст, диаграмма, План, снимок экрана

Автоматически созданное описание

Рисунок 2 – Диаграмма состояний моделирования

* **Activity diagram**

Диаграмма, описывающая процесс моделирования ВАХ.

Изображение выглядит как текст, диаграмма, снимок экрана, Параллельный

Автоматически созданное описание

Рисунок 3 – Activity diagram

**6.1 Список объектов для потока событий**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Прецедент** | **Объект** | **Описание объекта** |
| 1 | Регистрация/вход | Инженер | Инженер входит в систему |
| 2 | Загрузка данных | Инженер | Загружает данные в систему |
| 3 | Установка параметров и настройка начальных условий | Инженер | Предварительная настройка начальных условий и установка параметров, передача их системе |
| 4 | Инициализация моделирования | Система | Моделирование ВАХ |
| 5 | Расчет ВАХ для каждого значения входного параметра | Система | Шаг моделирования |
| 6 | Сохранение результатов | Система | Сохранение полученных результатов |
| 7 | Выбор места сохранения результатов | Инженер | Размещение сохраненного результата |

* **Sequence diagram**

Диаграмма, описывающая жизненный цикл объекта в рамках прецедента.

Изображение выглядит как текст, диаграмма, Параллельный, линия

Автоматически созданное описание

Рисунок 4 – Sequence diagram

* + - 1. **Идентификация сущности**

Изображение выглядит как текст, диаграмма, План, Технический чертеж

Автоматически созданное описание

Рисунок 1 – Формирование таблиц из сущностей

|  |  |
| --- | --- |
| Сущность | Название таблиц |
| Параметры | Перечень параметров (parameters) |
| Источники данных | Перечень источников (sources) |
| Клиент | Информация о заказчике (client) |
| Отчет | Отчет (report) |
| Условия | Перечень условий (conditions) |
| Результаты вычисления | Результаты вычисления (results) |

Таблица 1 – Соответствие название таблиц и сущностей

* + - 1. **ER-диаграмма логической модели данных**

Изображение выглядит как текст, диаграмма, План, линия

Автоматически созданное описание

Рисунок 2 – Логическая модель данных

* + - 1. **Сравнительный анализ**

Сравнивая диаграмму классов с полученной логической схемой базы данных, можно отметить, что они идентичны. Сравнительный анализ с диаграммой классов показал на верную проектировку будущей БД. Также была проведена нормализация данных.

* + - 1. **ER-диаграмма БД**

Изображение выглядит как текст, диаграмма, линия, Параллельный

Автоматически созданное описание

Рисунок 3 – ER-диаграмма

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Сущность | Атрибуты | Описание |
| Справочные | | |
| 1 Клиент (client) | Идентификатор работника, имя, фамилия, почта, телефонный номер | Информация о работниках и соответствие им своего id |
| 2 Параметры (parameters) | Идентификатор параметров, T, Isc, Is1, n1, Is2, n2, cells, rs, rp, Vstart, Vend. | Информация о параметрах |
| 3 Источники данных (type\_products) | Идентификатор источника, название источника | Информация о названии источника |
| 4 Условия (conditions) | Идентификатор условий, min\_param, max\_param | Информация о технических условиях |
| Оперативные | | |
| 5 Результат (results) | Идентификатор результата, идентификатор параметров, идентификатор условий | Описывает результат |
| 6 Отчет (report) | Идентификатор отчета, идентификатор работника, идентификатор результата | Отчет о проделанном моделировании ВАХ |

Таблица 3 – сущности физической модели

* + - 1. **SQL-код**

CREATE TABLE client

(

id\_client serial NOT NULL,

name char(50) NOT NULL,

surname char(50) NOT NULL,

password char(10) NOT NULL,

email char(30) NOT NULL,

phone numeric(20) NOT NULL,

PRIMARY KEY ( id\_client )

);

CREATE TABLE sources

(

id\_source serial NOT NULL,

name char(50) NOT NULL,

PRIMARY KEY ( id\_source )

);

CREATE TABLE parameters

(

id\_param serial NOT NULL,

id\_source serial NOT NULL,

T numeric(20) NOT NULL,

Isc numeric(20) NOT NULL,

Is1 numeric(20) NOT NULL,

n1 numeric(20) NOT NULL,

Is2 numeric(20) NOT NULL,

n2 numeric(20) NOT NULL,

cells numeric(20) NOT NULL,

Rs numeric(20) NOT NULL,

Rp numeric(20) NOT NULL,

Vstart numeric(20) NOT NULL,

Vend numeric(20) NOT NULL,

PRIMARY KEY ( id\_param ),

FOREIGN KEY ( id\_source ) REFERENCES sources (id\_source));

CREATE TABLE conditions

(

id\_condition serial NOT NULL,

min\_param numeric(20),

max\_param numeric(20),

PRIMARY KEY ( id\_condition )

);

CREATE TABLE results

(

id\_result serial NOT NULL,

id\_condition serial NOT NULL,

id\_param serial NOT NULL,

PRIMARY KEY ( id\_result ),

FOREIGN KEY ( id\_condition ) REFERENCES conditions (id\_condition),

FOREIGN KEY ( id\_param ) REFERENCES parameters (id\_param)

);

CREATE TABLE report

(

id\_report serial NOT NULL,

id\_client serial NOT NULL,

id\_result serial NOT NULL,

PRIMARY KEY ( id\_report ),

FOREIGN KEY ( id\_client ) REFERENCES client (id\_client),

FOREIGN KEY ( id\_result ) REFERENCES results (id\_result)

);

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, программное обеспечение, дисплей

Автоматически созданное описание

Рисунок 4 – Реализация Базы данных

* + - 1. **Выбор СУБД**

В качестве используемой для данной системы СУБД был выбран PostgreSQL – это популярная свободная объектно-реляционная система управления базами данных. Среди преимуществ: поддержка БД неограниченного размера, мощные и надёжные механизмы транзакций и репликации, легкая расширяемость, широкая функциональность.

Также стоит подчеркнуть, что это enterprise решение, которое используется во многих крупных проектах. Поэтому не возникнет проблем с поддержкой и помощью от сообщества. В том числе это хороший опыт для работы с ней в будущем.

* + - 1. **Связи между БД**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Имя таблицы | Описание |
| 1 | Клиент (client) | Таблица с данными о сотрудниках. |
| 2 | Условия (conditions) | Таблица с данными об условиях. |
| 3 | Параметры (parameters) | Таблица с данными о параметрах ВАХ. |
| 4 | Отчет (report) | Таблица с данными об отчете |
| 5 | Результат (result) | Таблица результатом |
| 6 | Источники данных (sources) | Таблица с данными об источниках |

Таблица 4 Список разработанных таблиц

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Родительская таблица | | Дочерняя таблица | | Тип связи |
| Название | Атрибут | Название | Атрибут |
| sources | id\_source | parameters | id\_source | 1:N |
| parameters | id\_param | results | id\_param | 1:N |
| conditions | id\_condition | result | id\_condition | 1:N |
| results | id\_result | report | id\_result | 1:N |
| client | id\_client | report | id\_client | 1:N |

Таблица 5 - Связи между таблицами БД

* + - 1. **Используемое ПО**
  1. **Инструментальные средства**

Для разработки программной системы был выбран PyCharm, он обеспечивает удобную среду разработки с возможность. Отладки, авто дополнения кода и другими полезными функциями.

Основной язык программирования, на котором написано приложение: Python. Он предоставляет простой синтаксис, богатую стандартную библиотеку и широкие возможности для разработки GUI-приложений.

Были использованы библиотеки Tkinter, которая служит для создания графического интерфейса пользователя, а также psycopg2, которая используется для взаимодействия с базой данных PostgreSQL из Python.

Для работы с базами данных выбран PgAdmin4 – это программное обеспечение, которое отлично подходит для PostgreSQL и не имеет аналогов.

Также была использована система контроля версий Git, которая позволяет отслеживать изменения в коде, управлять версиями. Для этого была использована платформа GitHub.

* 1. **Общесистемное ПО**

Приложение может быть запущено на различных операционных системах, таких как Windows, macOS или Linux.

Ubuntu – самый безопасный среди дистрибутивов Линукс. Он менее требователен к ресурсам, более энергоэффективен при работе, бесплатен, доступен большинству ПО, для него выходят бесплатные обновления, у него исходный открытый код, а также более гибкая настраиваемость, возможность изменить любой элемент под себя, есть возможность управления настраиваемыми данными.

* 1. **Специальное ПO**

Модуль базы данных отвечает за хранение и организацию данных, обеспечивая эффективный доступ к ним.

Модуль обработки входных данных отвечает за обработку и анализ входных данных, поступающих в программу.

Модуль выходных данных отвечает за предоставление информации или результатов работы системы пользователю.

**1.4 Структурная схема общесистемного программного обеспечения**

Изображение выглядит как текст, диаграмма, снимок экрана, Шрифт

Автоматически созданное описание

Рисунок 1 - Структурная схема

* + - 1. **Перечень разработанных компонентов приложения**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Имя | Тип | Описание |
| 1 | PhotovoltaicModel.py | «source» | Реализация программного интерфейса. |
| 2 | Login.py | «executable» | Исходный файл программы, из которой загружаются зависимости |
| 3 | PhotovoltaicModelCore.py | «source» | Реализация основных функциональных возможностей программы в классах модулей с помощью простого и понятного графического интерфейса пользователя. |
| 4 | tkinter | «library» | Библиотека для создания графического интерфейса пользователя |
| 5 | client | «table» | Таблица для хранения данных о клиенте |
| 6 | parameters | «table» | Таблица для хранения параметров |
| 7 | numpy | «library» | Библиотека, предназначенная для работы с многомерными массивами |
| 8 | psycopg2 | «library» | Библиотека, предназначенная для работы с базой данных PostgreSQL |
| 9 | report | «table» | Таблица для хранения отчетов |

Таблица 1 – Компоненты приложения

* + - 1. **Диаграмма компонентов**

Изображение выглядит как текст, диаграмма, снимок экрана, Шрифт

Автоматически созданное описание

Рисунок 2 Диаграмма компонентов

* + - 1. **Физические элементы ПС и диаграмма развёртывания**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Имя | Тип | Описание |
| 1 | Компьютер | «processor» | Рабочая станция для взаимодействия с системой |

Таблица 2 - Физические элементы ПС

Изображение выглядит как текст, диаграмма, снимок экрана, Прямоугольник

Автоматически созданное описание

Рисунок 4 Диаграмма развёртывания

* + - 1. **Экранные формы компонентов приложения**

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, число

Автоматически созданное описание

Рисунок 1 – окно авторизации

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, число

Автоматически созданное описание

Рисунок 2 – окно регистрации

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, График, линия

Автоматически созданное описание

Рисунок 3 – оконная форма моделирования

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, дисплей, программное обеспечение

Автоматически созданное описание

Рисунок 4 – сохранение pdf

* + - 1. **Сложность кода приложения**

В разработанном приложении:

* 58 функций и методов;
* 56 переменных;
* 53 оператора;

**Системное (ручное) пользовательское тестирование ПС.**

Системное тестирование – это тестирование всей системы в целом, как правило, через ее пользовательский интерфейс. Следует проверить соответствует ли разработанная ПС заявленным требованиям.

Система адаптивна под различные разрешения экрана, интерфейс простой и незапутанный.

Для корректного тестирования необходимо провести 2 теста: со стороны пользователя и со стороны администратора.

**1.1 Тест №1 (Инженер)**

Состоит из проверки функционала пользователя состоит из следующих действий:

1. Зайти на страницу авторизации профиля
2. Авторизоваться под неправильными данными пользователя
3. Проверить валидацию данных
4. Авторизоваться с помощью корректных данных пользователя
5. Заполнить поля параметров некорректными данными и проверить валидацию
6. Проверить, что программа корректно отображает введенные параметры и вычисляет соответствующие вольтамперных характеристики
7. Проверить, что графики ВАХ отображаются правильно и соответствуют ожидаемым значениям
8. Загрузить файл с экспериментальной ВАХ
9. Проверить, что программа корректно загружает файл и отображает экспериментальные данные на графике
10. Загрузить файл с неверно введенной экспериментальной вольтамперной характеристикой и проверить, что программа корректно обработает ошибку
11. Нажать на кнопку сохранить отчет и проверить корректность работы

Ожидается, что все элементы интерфейса корректно работают. Этот тест успешно пройден.

Скриншоты срабатывания некоторых пунктов проверки:

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, число

Автоматически созданное описание

Рисунок 1 – Интерфейс начальной страницы приложения при неправильно введенных данных

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, число

Автоматически созданное описание

Рисунок 2 – Интерфейс начальной страницы приложения при правильно введенных данных

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, График, линия

Автоматически созданное описание

Рисунок 3 – Интерфейс экрана моделирования

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, График, линия

Автоматически созданное описание

Рисунок 4 – Обработка ошибки файла с неправильными характеристиками

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, График, линия

Автоматически созданное описание

Рисунок 5 – Загрузка корректного файла с характеристиками

**2. Нагрузочное тестирование**

Выполним нагрузочное тестирование программы и оценим эффективность автоматизированных функций ПС, запросов к БД. В качестве критерия эффективности используем время выполнения функции. Для тестирования подготовим 5 массивов исходных данных на 10, 50, 100, 500 и 1000. Тестирование проводилось на таблице клиентов. Результаты тестирования представлены в таблице 1.

Технические характеристики используемой машины:

* Оперативная память: 16 Гб
* Процессор: 4 ядра с тактовой частотой 2.333 ГГц, 8 потоков
* Разрядность Windows: 64-разрядная операционная система
* Размер жёсткого диска: 512 Гб

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Кол-во записей | Операция | Результат (сек.) |
| 1 | 10 | Вставка | 0,2445 |
| 2 | 50 | Вставка | 0,2636 |
| 3 | 100 | Вставка | 0,3134 |
| 4 | 500 | Вставка | 0,4321 |
| 5 | 1000 | Вставка | 0,7611 |

Таблица 1 – Сравнительная таблица нагрузочного тестирования

При данном тестировании в базу данных загружается сначала 10 записей об объектах, далее 50, 100, 500 и 1000. Далее строится проект, тем самым проверяется скорость работы ПС с различными объёмами данных

После проведения теста мы получили следующие данные:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Количество исходных данных | 10 | 50 | 100 | 500 | 1000 |
| Время вычислений | 1870 мс | 1980 мс | 5093 мс | 5516 мс | 9452 мс |

Изображение выглядит как линия, График, диаграмма, скат

Автоматически созданное описание

Рисунок 6 – График работы программы

**3. Стрессовое тестирование**

В этом виде тестирования необходимо проверить работу системы при чрезмерной нагрузке на неё. Стрессовое тестирование ПС будет проведено посредством отправки многократных запросов к БД PostgreSQL. Во время тестирование было обнаружено, что даже в стрессовых ситуациях приложение продолжает функционировать, БД быстро обрабатывает запросы. Могут возникать небольшие задержки в работе интерфейса, но после выполнения череды запросов задержки перестают себя проявлять.

**4. Модульное тестирование**

Для тестирования работы вставки был написан следующий тест:

import unittest  
from login import check\_credentials  
  
class TestAuthorization(unittest.TestCase):  
 def test\_login\_valid\_credentials(self):  
 # Проверка авторизации с правильными учетными данными  
 email = "user@example.com"  
 password = "password123"  
 expected\_result = True  
  
 result = check\_credentials(email, password)  
 self.assertEqual(result, expected\_result)  
  
 def test\_login\_invalid\_credentials(self):  
 # Проверка авторизации с неправильными учетными данными  
 email = "user@example.com"  
 password = "wrongpassword"  
 expected\_result = False  
  
 result = check\_credentials(email, password)  
 self.assertEqual(result, expected\_result)  
  
 def test\_login\_empty\_credentials(self):  
 # Проверка авторизации с пустыми учетными данными  
 email = ""  
 password = ""  
 expected\_result = False  
  
 result = check\_credentials(email, password)  
 self.assertEqual(result, expected\_result)  
  
 def test\_login\_case\_sensitive(self):  
 # Проверка авторизации с учетом регистра символов  
 email = "USER@example.com"  
 password = "Password123"  
 expected\_result = True  
  
 result = check\_credentials(email, password)  
 self.assertEqual(result, expected\_result)  
  
if \_\_name\_\_ == '\_\_main\_\_':  
 unittest.main()

Изображение выглядит как текст, Шрифт, снимок экрана, черный

Автоматически созданное описание

Рисунок 7 – результат модульного теста

**Баг-репорт №1**

|  |  |
| --- | --- |
| Короткое описание (Summary) | Приложение позволяет регистрироваться пользователям с одинаковой почтой |
| Проект (Project) | Моделирования ВАХ (PhotovoltaicModel) |
| Компонент приложения (Component) | Login |
| Номер версии (Version) | 1.00 |
| Серьезность  (Severity) | S3 Значительный (Major) |
| Приоритет (Priority) | P2 Средний (Medium) |
| Статус (Status) | Новый |
| Автор (Author) | Качура Диана Александровна |
| Назначен на (Assigned To) | Качура Диана Александровна |
| Окружение | Windows 10 |
| Шаги воспроизведения (steps to Reproduce) | - перейти на стартовую страницу;  - нажать на кнопку «зарегистрироваться»;  - в поле «Имя» ввести любое имя, например Диана;  - в поле «Фамилия» ввести любую фамилию, например, Качура;  - в поле «Почта» ввести любую почту, например, [mymail@gmail.com](mailto:mymail@gmail.com);  - в поле «Пароль» ввести любой пароль, например, 123  - в поле «Телефон» ввести любой телефон, например, 88005553535;  - нажать на кнопку «Зарегистрироваться»;  - повторно проделать те же самые шаги |
| Фактический результат (Result) | программа успешно зарегистрировала пользователя с одинаковыми данными |
| Ожидаемый результат (Expected Result) | программа должна отображать информацию о том, что такой пользователь уже зарегистрирован |
| Прикрепленный файл (Attachment) | Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, число  Автоматически созданное описание |

**Баг-репорт №2**

|  |  |
| --- | --- |
| Короткое описание (Summary) | Приложение не закрывает окно авторизации при успешном входе |
| Проект (Project) | Моделирования ВАХ (PhotovoltaicModel) |
| Компонент приложения (Component) | Login |
| Номер версии (Version) | 1.00 |
| Серьезность  (Severity) | S4 Незначительный (Major) |
| Приоритет (Priority) | P3 Низкий (Low) |
| Статус (Status) | Новый |
| Автор (Author) | Качура Диана Александровна |
| Назначен на (Assigned To) | Качура Диана Александровна |
| Окружение | Windows 10 |
| Шаги воспроизведения (steps to Reproduce) | - перейти на стартовую страницу;  - в поле «Почта» ввести любую почту, которая есть в бд, например, [mymail@gmail.com](mailto:mymail@gmail.com);  - в поле «Пароль» ввести любой пароль, который соответствует учетной записи, например, 123  - нажать на кнопку «Войти»; |
| Фактический результат (Result) | программа не закрыла это окно |
| Ожидаемый результат (Expected Result) | программа должна закрывать это окно |
| Прикрепленный файл (Attachment) | Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, число  Автоматически созданное описание |

**Руководство пользователя**

Назначение приложения:

* Моделирование ВАХ v1.0
* Приложение назначено для всех пользователей, работающих с электронными компонентами, системами и устройствами, чтобы моделировать и анализировать их ВАХ.
* Приложение позволяет моделировать вольтамперных характеристики различных электронных компонентов и систем, а также проводить анализ и оптимизацию их работы
* Пользовательский интерфейс интуитивно понятен и прост в использовании. Он включает в себя графическую область для отображения результатов моделирования и настройки параметров системы.
* Для работы с приложением рекомендуется иметь базовые знания в области электроники и понимание ВАХ

1. Установка приложения:

Скачайте приложение с GitHub: <https://github.com/DiKachura/PhotovoltaicModel>. Распакуйте скачанный архив и установите необходимые зависимости, такие как Python v2.7 и позднее, numpy v1.5 и позднее, scipy v0.13.x и позднее, matplotlib v1.3 и позднее и tkinter v8.5 и позднее.

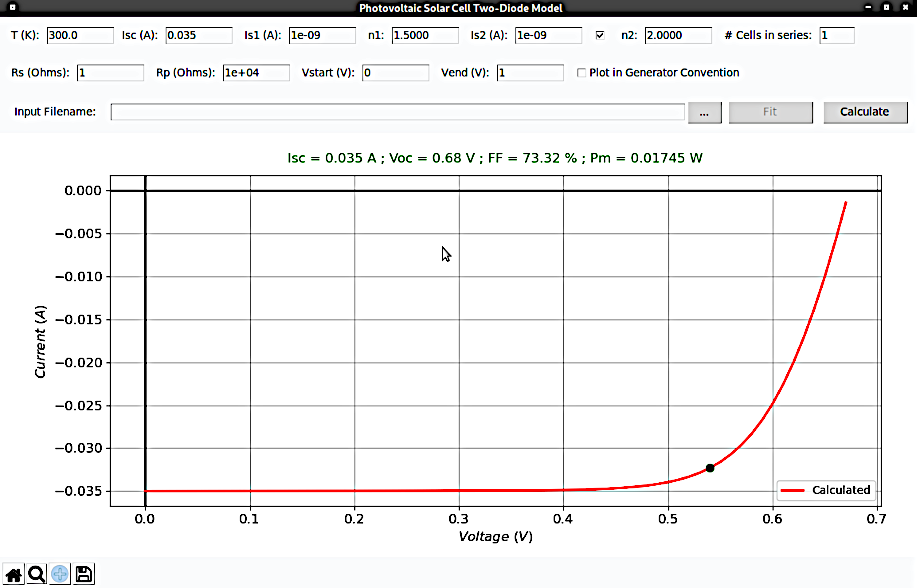
1. Концепция приложения:

* Моделирование вольтамперных характеристик: Приложение позволяет пользователям проводить расчеты и моделирование вольтамперных характеристик солнечных ячеек. Оно основывается на двухдиодной модели, которая является широко применяемой моделью для описания поведения солнечных элементов.
* Подгонка экспериментальных данных: Пользователи могут использовать приложение для подгонки экспериментальных данных к модельным вольтамперным характеристикам. Это позволяет оценить параметры ячейки, такие как идеальный фактор формы, температурный коэффициент и другие.
* Графический интерфейс: Приложение предоставляет простой и удобный графический интерфейс, который позволяет пользователям взаимодействовать с моделью, настраивать параметры и просматривать результаты моделирования. Графический интерфейс обеспечивает интуитивно понятный и удобный способ работы с приложением без необходимости в знании языка программирования.
* Расширяемость и гибкость: Приложение разработано с учетом возможности расширения и добавления новых функций. Это позволяет пользователям адаптировать приложение под свои потребности и расширять его функциональность в соответствии с развивающимися требованиями в области моделирования солнечных ячеек.
* Удобство использования: Процесс моделирования и подгонки вольтамперных характеристик упрощен и автоматизирован в приложении. Пользователи получают результаты моделирования в удобном формате и могут использовать эти результаты для анализа и принятия решений в области солнечной энергетики.

1. Функциональный состав приложения:

* Ввод данных: пользователи могут вводить исходные данные, такие как освещенность, температура, параметры солнечной ячейки и другие параметры, в соответствующие поля или формы в приложении.
* Расчет вольтамперных характеристик: приложение использует введенные пользователем данные и двухдиодную модель, чтобы рассчитать вольтамперные характеристики солнечной ячейки. Результаты расчетов представлены в виде графика или таблицы.
* Подгонка экспериментальных данных: пользователи могут загрузить экспериментальные данные в приложение и использовать его для подгонки модельных вольтамперных характеристик к экспериментальным данным. Приложение автоматически оптимизирует параметры модели, чтобы наилучшим образом соответствовать экспериментальным данным.
* Визуализация результатов: приложение предоставляет графические инструменты для визуализации результатов моделирования. Пользователи могут просмотреть графики вольтамперных характеристик, сравнить модельные данные с экспериментальными и проанализировать полученные результаты.
* Сохранение и экспорт данных: пользователи могут сохранять результаты моделирования и экспортировать их в различные форматы, такие как CSV или графические файлы, для дальнейшего использования или обработки в других приложениях.
* Настройки и параметры модели: приложение позволяет пользователям настраивать параметры модели, такие как идеальный фактор формы, температурный коэффициент, серийное сопротивление и другие параметры, чтобы адаптировать модель к конкретным солнечным ячейкам или условиям эксплуатации.

В графическом интерфейсе измените нужные параметры и нажмите "Рассчитать".



Чтобы подогнать экспериментальную вольтамперную характеристику, загрузите файл и нажмите "Подогнать". Формат файла состоит из двух столбцов (напряжение в В и ток в А), разделенных таблицей:

0.00 -20.035e-3

0.05 -20.035e-3

...

0.55 -1.5e-8

Первые две строки и строки, начинающиеся с хэша, игнорируются.  
Конечно, алгоритм подгонки сходится быстрее, если обеспечить хорошее начальное предположение о параметрах. Вы можете повторять подгонку столько раз, сколько необходимо, чтобы достичь желаемой точности.

1. Получение помощи:

* Документация и руководства: проверьте документацию: Приложение может предоставлять документацию или руководства пользователя, которые содержат информацию о функциональности, инструкции по использованию и ответы на распространенные вопросы. Перед обращением за помощью рекомендуется ознакомиться с этими материалами.
* Обратная связь и поддержка: свяжитесь с разработчиками: если у вас возникли проблемы или вопросы, вы можете связаться с разработчиками приложения.