Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

БелорусскиЙ государственный университет

информатики и радиоэлектроники

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра программного обеспечения информационных технологий

|  |  |
| --- | --- |
|  | *К защите допустить:* |
|  | Заведующий кафедрой ПОИТ |
|  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Н.В. Лапицкая |

Пояснительная записка

курсовой работы

на тему

**Программное средство калькулятор с возможностью обработки выражений и построения графиков функций**

БГУИР КР 6-05 06 12 01 109 ПЗ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Студент |  | П.А. Забелич |
| Руководитель |  | Е.Е. Фадеева |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

Минск 2024

# СОДЕРЖАНИЕ

[СОДЕРЖАНИЕ 2](#_Toc199746040)

[ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc199746041)

[1. АНАЛИЗ ПРОТОТИПОВ, ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ И ФОРМИРОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ПРОЕКТИРУЕМОМУ 4](#_Toc199746042)

[1.1. Графический калькулятор 4](#_Toc199746043)

[1.1. Литературные источники 5](#_Toc199746044)

[1.2. Формирование требований к программному средству 5](#_Toc199746045)

[Библиотеки: 6](#_Toc199746046)

[2. Анализ требований к программному средству и разработка функциональных требований 7](#_Toc199746047)

[1.1. Теоретический анализ и математическое обоснование 7](#_Toc199746048)

[1.3. Спецификация функциональных требований 11](#_Toc199746049)

[1.3.1. Обработка математических выражений 11](#_Toc199746050)

[1.3.2. Построение графиков функций 11](#_Toc199746051)

[3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА 12](#_Toc199746052)

# ВВЕДЕНИЕ

Разработка программных средств для обработки математических выражений и визуализации функций актуальна для образования, инженерных расчетов и научных исследований. Современные графические калькуляторы, такие как Desmos и Mathway, обеспечивают интерактивную работу с выражениями и графиками, что делает их востребованными среди студентов и специалистов.

Цель курсовой работы — создание программного средства «Графический калькулятор» для обработки выражений и построения графиков функций вида y = f(x). Программа должна предоставлять удобный интерфейс, поддержку базовых и специальных операций, а также интерактивные функции: масштабирование, перемещение координатной плоскости и копирование графиков в буфер обмена.

Проектирование основано на принципах модульности и надежности, с использованием алгоритмов лексического и синтаксического анализа. Реализация выполнена на языке Delphi в среде Embarcadero RAD Studio для платформы Windows.

Курсовая работа включает:

* Анализ прототипов, литературы и формирование требований.
* Разработку функциональных требований.
* Проектирование с созданием алгоритмов и схем.
* Реализацию и отладку программного средства.
* Тестирование и анализ результатов.
* Руководство по установке и использованию.

Работа направлена на создание надежного и функционального инструмента для образовательных и практических задач.

# АНАЛИЗ ПРОТОТИПОВ, ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ И ФОРМИРОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ПРОЕКТИРУЕМОМУ

## Графический калькулятор

Программное средство (далее ПС) “Графический калькулятор” предназначено для графической визуализации математических выражений. Данный вариант калькулятора должен позволять отрисовывать графики функций вида y=F(x).

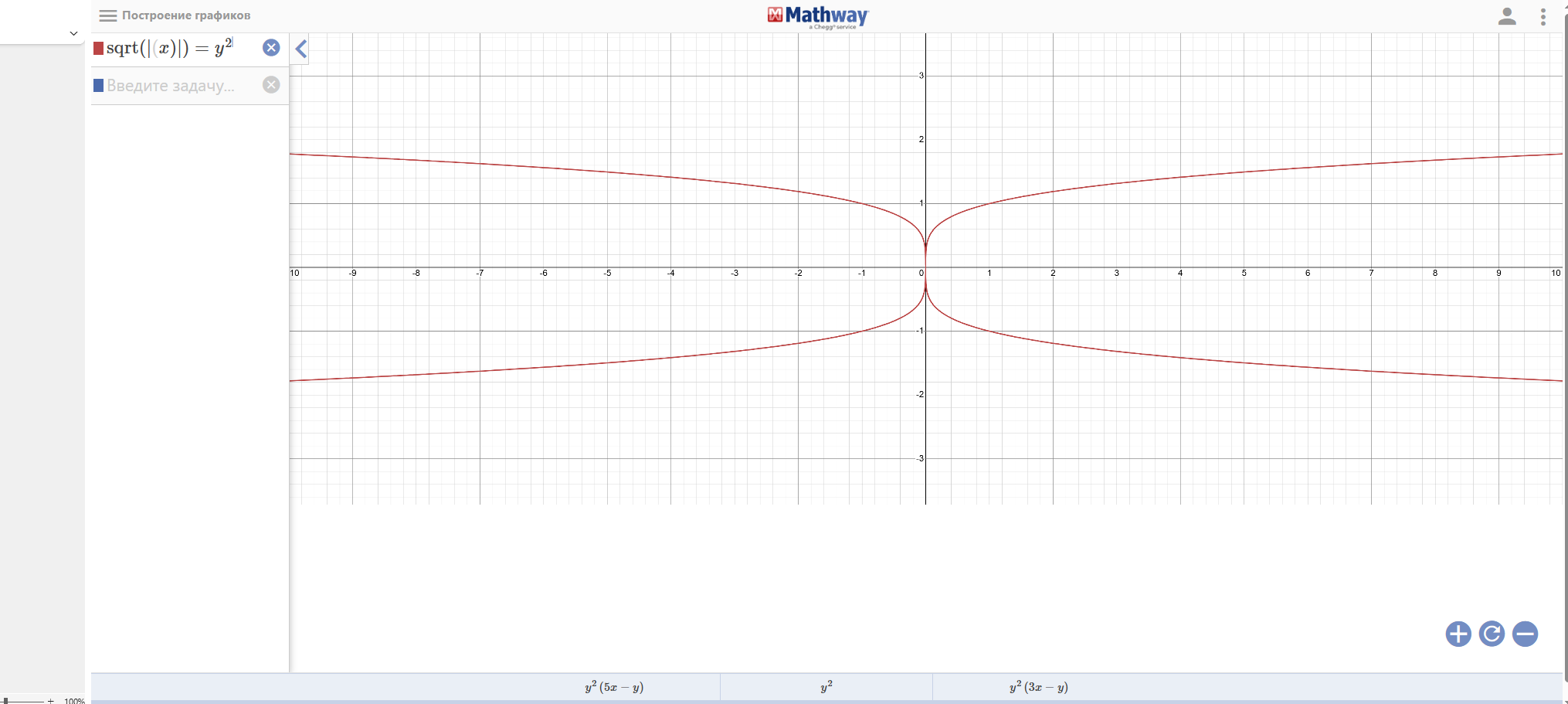
Примеры прототипов:

Калькулятор Windows – стандартное приложение, которое выполняет базовые арифметические операции. Однако оно не поддерживает обработку сложных математических выражений и построение графиков.

**Mathway** – это мощное программное средство для решения математических задач, которое использует алгоритмы символьных вычислений и численного анализа. Оно предназначено для автоматического решения уравнений, построения графиков и выполнения сложных математических операций.

Функциональные возможности:

* Решение алгебраических, тригонометрических, логарифмических и экспоненциальных выражений.
* Построение графиков функций с возможностью масштабирования. Автоматическое разложение выражений и упрощение формул.
* Поддержка различных математических дисциплин, включая статистику и линейную алгебру.
* Интерактивный интерфейс с возможностью ввода выражений вручную или с помощью виртуальной клавиатуры.



**Рисунок 1–MathWay**

**Desmos** – это мощное программное средство для визуализации математических функций и выполнения вычислений. Оно представляет собой интерактивный графический калькулятор, который позволяет пользователям строить графики, анализировать математические выражения и проводить моделирование различных процессов.

**Функциональные возможности:**

* Построение графиков функций в реальном времени.
* Поддержка параметрических и полярных уравнений.
* Возможность анимации графиков для динамического анализа.
* Работа с таблицами данных и их визуализация.
* Интерактивные инструменты для геометрических построений.

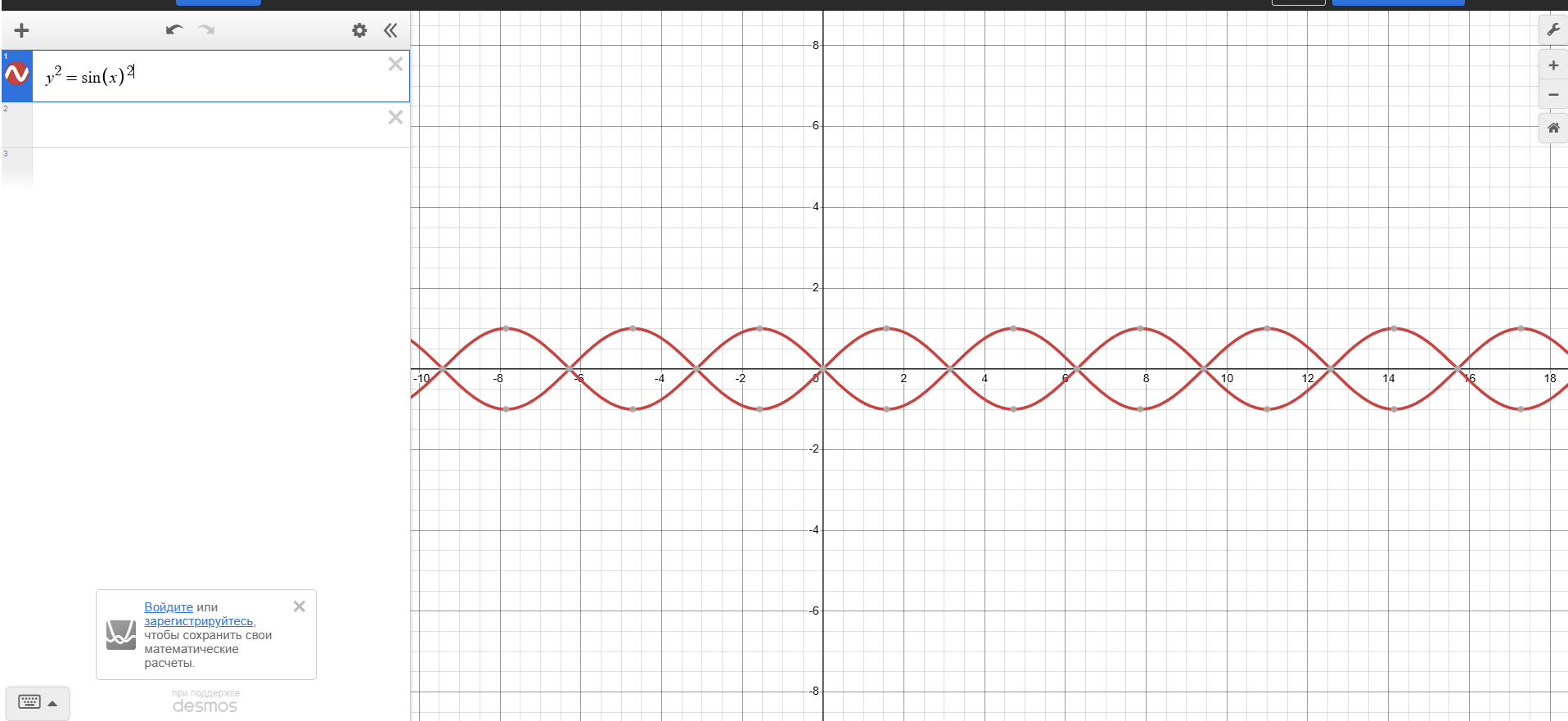


Рисунок 2–Desmos

## Литературные источники

* **"Algebra and Trigonometry" – Jay Abramson** Книга охватывает основные аспекты алгебры и тригонометрии, включая примеры и упражнения.
* **"The Matrix Cookbook"** Компактное руководство по линейной алгебре и матричным вычислениям, полезное для работы с математическими выражениями.
* **"Probability Theory" – E. T. Jaynes** Фундаментальная книга по теории вероятностей, которая может пригодиться при разработке аналитических функций.
* **"35 лучших книг для программистов" – DEVGUIDE.RU** Список рекомендованных книг по программированию, включая материалы по алгоритмам и математическим вычислениям.

## Формирование требований к программному средству

На основе анализа прототипов и изучения литературы сформированы требования к проектируемому программному средству.

**Функциональные требования**

Обработка математических выражений:

* Поддержка базовых математических операций (+,-,/,\*,^)
* Поддержка унарных функций (sin,sinh,arcsin,exp,sqrt и др.)
* Поддержка бинарных функций (log(a,b), pow(a,b))
* Поддержка переменной x

Построение графиков функций:

* Построение графиков функций одной переменно, вида y=f(x)
* Настройка диапазона значений
* по осям X и Y.
* Отображение сетки на графике.
* Возможность отображения графиков множества функций

Копирование графика

* Возможность сохранения изображения графика вместе с координатной плоскостью в буфер обмена

Требования к надёжности

* Программа должна корректно обрабатывать математическое выражение в независимости от его корректности.
* Программа должна оставаться работоспособной даже при некорректном её использовании

Входные данные

* Выражение в формате строк
* Промежутки отображения по X и Y

Выходные данные

* График с сеткой координат в заданных промежутках

Технические требования

* Язык программирования: Delphi.
* Среда разработки: Embarcadero RAD.
* Платформа Windows

### Библиотеки:

* Для математических вычислений: стандартные функции Delphi.
* Для сохранения в буфер обмена: Сlipboard

# Анализ требований к программному средству и разработка функциональных требований

На основе технического задания, сформулированного в первом разделе, а также анализа прототипов и литературных источников, в данном разделе проводится анализ требований к программному средству (ПС) «Графический калькулятор» и разрабатываются функциональные требования. Раздел включает описание функциональности ПС, спецификацию функциональных требований и, при необходимости, теоретический анализ и моделирование предметной области.

## Теоретический анализ и математическое обоснование

Для реализации программного средства «Графический калькулятор» требуется обеспечить обработку математических выражений и построение графиков функций вида y = f(x). Основные аспекты, которые необходимо учесть, включают:

* **Лексический и синтаксический анализ выражений**. Для обработки математических выражений используется алгоритм лексического анализа, который разбивает входную строку на токены (числа, операторы, функции, скобки). Далее синтаксический анализ строит абстрактное синтаксическое дерево (AST), которое позволяет корректно интерпретировать порядок операций с учетом приоритетов и скобок. Это обеспечивает обработку выражений, включающих базовые операции (+, -, \*, /, ^), унарные функции (sin, cos, sinh, arcsin, exp, ln, lg, abs, sqrt) и бинарные функции (log(a,b), pow(a,b)).
* **Построение графиков**. Для визуализации функций вида y = f(x) используется метод дискретизации: функция вычисляется в заданном диапазоне значений x с определенным шагом. Полученные точки преобразуются в пиксели для отображения на координатной плоскости. Для обеспечения интерактивности поддерживается масштабирование (приближение/удаление) и перемещение координатной плоскости.
* **Обработка ошибок**. Программа должна корректно обрабатывать некорректные выражения (например, деление на ноль, неверный синтаксис), не приводя к сбою системы.
* **Математическое обоснование**. Для реализации тригонометрических, экспоненциальных и логарифмических функций используются стандартные математические библиотеки Delphi, обеспечивающие высокую точность вычислений. Например, значения констант π (3.1415) и e (2.7182) берутся из стандартных библиотек, а вычисления производятся с точностью до 4 знаков после запятой.

Этот подраздел подтверждает возможность реализации требуемой функциональности на основе стандартных алгоритмов и библиотек, доступных в среде разработки Embarcadero RAD Studio.

**2.2 Описание функциональности ПС**

Функциональность программного средства описывается с использованием диаграммы вариантов использования (Use Case), которая отражает взаимодействие пользователя с системой для достижения значимых результатов. Ниже представлена диаграмма вариантов использования, описывающая основные сценарии взаимодействия.

| **Вариант использования** | **Описание** |
| --- | --- |
| **Ввод математического выражения** | Пользователь вводит математическое выражение (например, y = 2\*sin(x) + x^2) в текстовое поле. Система выполняет парсинг выражения в реальном времени, проверяет его корректность и, если выражение валидно, отображает результат или график. |
| **Построение графика функции** | Пользователь задает функцию вида y = f(x) и диапазоны по осям X и Y. Система строит график функции на координатной плоскости с возможностью масштабирования и перемещения. |
| **Копирование графика** | Пользователь нажимает кнопку «Copy», и график сохраняется в буфер обмена в формате изображения (PNG/JPEG). |
| **Управление координатной плоскостью** | Пользователь может масштабировать (приближать/удалять) и перемещать координатную плоскость для анализа графика. |
| **Обработка ошибок** | При вводе некорректного выражения (например, неверный синтаксис или деление на ноль) система выводит сообщение об ошибке, указывая ее тип, и предотвращает отрисовку графика. |

Таблица 1-Варианты использования

**2.3 Спецификация функциональных требований**

На основе технического задания и анализа прототипов (Mathway, Desmos) сформулированы следующие функциональные требования к программному средству:

**Обработка математических выражений:**

* Пользователь вводит выражение в текстовое поле интерфейса в формате строки (например, y = 2\*sin(x) + x^2).
* Поддерживаемые операции и функции:
  + Базовые операции: +, -, \*, /, ^ (степень).
  + Унарные функции: sin(x), cos(x), tan(x), sinh(x), arcsin(x), exp(x), ln(x), lg(x), abs(x), sqrt(x).
  + Бинарные функции: log(a,b), pow(a,b).
  + Константы: π (3.1415), e (2.7182).
  + Поддержка скобок для задания приоритета операций.
* Парсинг выражения выполняется в реальном времени. Если выражение некорректно (например, неверный синтаксис, несбалансированные скобки, деление на ноль), выводится сообщение об ошибке с указанием ее типа.
* Результат вычисления отображается с точностью до 4 знаков после запятой.

**Построение графиков функций**:

* Пользователь задает одну или несколько функций вида y = f(x) в текстовом поле.
* График отображается на координатной плоскости с сеткой.
* Поддерживается настройка диапазонов по осям X и Y:
  + Пользователь может задавать произвольные диапазоны (например, X ∈ [-10, 10], Y ∈ [-5, 5]).
* Координатная плоскость поддерживает:
  + Масштабирование (приближение/удаление) с помощью колесика мыши или кнопок интерфейса.
  + Перемещение плоскости для анализа различных участков графика.
* Поддерживается одновременное отображение графиков нескольких функций с различными цветами линий для их различения.
* Пользователь может выбрать тип линии (сплошная, пунктирная) и толщину линии.

**Копирование графика**:

* При нажатии кнопки «Copy» график вместе с координатной плоскостью сохраняется в буфер обмена
* Изображение включает координатную сетку и подписи осей.

**Требования к надежности**:

* Программа должна корректно обрабатывать любые входные данные, включая некорректные выражения, без сбоев.
* При обнаружении ошибок (например, деление на ноль, неверный синтаксис) выводится информативное сообщение об ошибке.

**Входные данные**:

* Математическое выражение в формате строки.
* Диапазоны отображения по осям X и Y (опционально).

**Выходные данные**:

* График функции с координатной сеткой в заданных диапазонах.
* Сообщения об ошибках при некорректных выражениях.
* Изображение графика в буфер обмена (при использовании функции копирования).

**Технические требования**:

* Язык программирования: Delphi.
* Среда разработки: Embarcadero RAD Studio.
* Платформа: Windows.
* Используемые библиотеки:
  + Стандартные функции Delphi для математических вычислений.
  + Модуль Clipboard для сохранения изображения графика в буфер обмена.

Эти требования обеспечивают реализацию функциональности, аналогичной прототипам (Desmos), с учетом интерактивного интерфейса и обработки ошибок. Спецификация функциональных требований служит основой для дальнейшего проектирования и разработки программного средства, а также для создания тестов для проверки его работоспособности.

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА

В данном разделе представлены схемы, описывающие алгоритмы и структуру программного средства (ПС) «Графический калькулятор» в соответствии с ГОСТ 19.701-90. Каждая схема сопровождается кратким текстовым описанием, поясняющим ее назначение и роль в работе программы.

# 

Рисунок 3- Вход в программу

**Описание:** Схема отображает начальный этап работы ПС. После запуска инициализируется интерфейс, и пользователю предлагается выбрать действие: ввод функции или выход. В зависимости от выбора программа переходит к соответствующему модулю или завершает работу.



Рисунок 4-Описание глваных функций

**Описание:** Схема иллюстрирует основные функции ПС: ввод функции y = f(x), ее парсинг, проверка корректности, построение графика, управление координатной плоскостью и копирование графика в буфер обмена. Отражает последовательность выполнения ключевых операций.



Рисунок 5-Схема Математического парсера

**Описание:** Схема описывает процесс обработки математического выражения. Включает этапы лексического анализа (разбиение на токены), синтаксического анализа (построение AST), проверки корректности и вычисления результата с выводом сообщения при ошибке.



Рисунок 6-Схема работы поля

**Описание:** Схема показывает алгоритм работы с координатной плоскостью. Пользователь задает диапазоны осей, система дискретизирует функцию, отображает график и поддерживает интерактивное масштабирование и перемещение плоскости.



Рисунок 7-Схема работы списка функций

**Описание:** Схема описывает управление списком функций. Пользователь может добавлять, редактировать или удалять функции, каждая из которых отображается на графике с уникальным цветом и типом линии.



Рисунок 8-Схема функций элемнета списка

**Описание:** Схема детализирует операции с элементом списка функций: ввод, редактирование, удаление и настройка параметров отображения (цвет, тип линии). Обеспечивает взаимодействие с модулем построения графиков.