**ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»**

Факультет компьютерных наук

Департамент программной инженерии

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| СОГЛАСОВАНО  Профессор  департамента программной инженерии  кандидат технических наук  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Е.М. Гринкруг  «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2018 г. |  | УТВЕРЖДАЮ  Академический руководитель образовательной программы «Программная инженерия»    \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.В. Шилов  «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2018 г. |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | | ***Подп. и дата*** |  | | ***Инв. № дубл.*** |  | | ***Взам. инв. №*** |  | | ***Подп. и дата*** |  | | ***Инв. № подл*** | **RU.17701729.501610-01** | | **РЕАЛИЗАЦИЯ ПОДМНОЖЕСТВА СТАНДАРТА ТРЕХМЕРНОЙ ГРАФИКИ СРЕДСТВАМИ БИБЛИОТЕКИ WEBGL**  **Пояснительная записка**  **ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ**  **RU.17701729.501610-01 81 01-1-ЛУ** | | |
|  |  | |
| Исполнитель:  студентка группы БПИ162  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /Казанцева Анастасия Романовна /  «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2018 г. | |
|  | | |
|  | |  |

**2018**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **УТВЕРЖДЕНО**  **RU.17701729.501610-01 81 01-1-ЛУ** | |  |  |
| |  |  | | --- | --- | | ***Подп. и дата*** |  | | ***Инв. № дубл.*** |  | | ***Взам. инв. №*** |  | | ***Подп. и дата*** |  | | ***Инв. № подл*** | **RU.17701729.501610-01** | | **РЕАЛИЗАЦИЯ ПОДМНОЖЕСТВА СТАНДАРТА ТРЕХМЕРНОЙ ГРАФИКИ СРЕДСТВАМИ БИБЛИОТЕКИ WEBGL**    **Пояснительная записка**  **RU.17701729.501610-01 81 01-1**  **Листов 30** | | | | |
|  |  | | | |
|  | | | |
| **2018** | | | | |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |

СОДЕРЖАНИЕ

[**1.** **ВВЕДЕНИЕ** 2](#_Toc514013894)

[**1.1.** **Наименование библиотеки** 2](#_Toc514013895)

[**1.2.** **Документы, на основании которых ведется разработка** 2](#_Toc514013896)

[**2.** **НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ** 2](#_Toc514013897)

[**2.1.** **Назначение библиотеки** 2](#_Toc514013898)

[**2.1.1.** **Функциональное назначение** 2](#_Toc514013899)

[**2.1.2.** **Эксплуатационное назначение** 2](#_Toc514013900)

[**2.2.** **Краткая характеристика области применения** 2](#_Toc514013901)

[**3.** **ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ** 2](#_Toc514013902)

[**3.1.** **Постановка задачи на разработку библиотеки** 2](#_Toc514013903)

[**3.2.** **Описание алгоритма и функционирования библиотеки** 2](#_Toc514013904)

[**3.3.** **Обоснование выбора алгоритма решения задачи** 2](#_Toc514013905)

[**3.4.** **Описание и обоснование выбора метода организации входных и выходных данных** 2](#_Toc514013906)

[**3.5.** **Описание и обоснование выбора состава технических и программных средств** 2](#_Toc514013907)

[**3.5.1.** **Состав технических и программных средств** 2](#_Toc514013908)

[**3.5.2.** **Обоснование выбора технических и программных средств** 2](#_Toc514013909)

[**4.** **ОЖИДАЕМЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ** 2](#_Toc514013910)

[**4.1.** **Предполагаемая потребность** 2](#_Toc514013911)

[**4.2.** **Экономические преимущества разработки по сравнению с отечественными и зарубежными образцами или аналогами** 2](#_Toc514013912)

[**5.** **ИСТОЧНИКИ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ** 2](#_Toc514013913)

[ПРИЛОЖЕНИЕ 1 2](#_Toc514013914)

[**ПРИЛОЖЕНИЕ 2** 2](#_Toc514013915)

[**ПРИЛОЖЕНИЕ 4** 2](#_Toc514013916)

[**ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ** 2](#_Toc514013917)

**АННОТАЦИЯ**

В данном программном документе приведена пояснительная записка к библиотеке «Реализация подмножества стандарта трёхмерной графики средствами библиотеки WebGL», предназначенной для упрощения работы с трёхмерной графикой в веб-разработке.

В разделе «Введение» указано наименование программы, краткое наименование программы и документы, на основании которых ведется разработка.

В разделе «Назначение и область применения» указано функциональное назначение программы, эксплуатационное назначение программы и краткая характеристика области применения программы.

В разделе «Технические характеристики» содержатся следующие подразделы: − постановка задачи на разработку программы; − описание алгоритма и функционирования программы с обоснованием выбора схемы алгоритма решения задачи и возможные взаимодействия программы с другими программами; − описание и обоснование выбора метода организации входных и выходных данных; − описание и обоснование выбора состава технических и программных средств.

В разделе «Ожидаемые технико-экономические показатели» указана предполагаемая потребность и экономические преимущества разработки по сравнению с отечественными и зарубежными образцами или аналогами

Настоящий документ разработан в соответствии с требованиями:

1) ГОСТ 19.101-77 Виды программ и программных документов [1];

2) ГОСТ 19.102-77 Стадии разработки [2];

3) ГОСТ 19.103-77 Обозначения программ и программных документов [3];

4) ГОСТ 19.104-78 Основные надписи [4];

5) ГОСТ 19.105-78 Общие требования к программным документам [5];

6) ГОСТ 19.106-78 Требования к программным документам, выполненным печатным способом [6];

7) ГОСТ 19.404-79 Пояснительная записка. Требования к содержанию и оформлению [7].

Изменения к Пояснительной записке оформляются согласно ГОСТ 19.603-78 [8], ГОСТ 19.604-78 [9].

Перед прочтением данного документа рекомендуется ознакомиться с терминологией, приведенной в Приложении 1 настоящей пояснительной записки.

1. **ВВЕДЕНИЕ**
   1. **Наименование библиотеки**

**Наименование библиотеки:** «easy\_webgl».

**Условное обозначение темы разработки:** «Реализация подмножества стандарта трехмерной графики средствами библиотеки WebGL».

* 1. **Документы, на основании которых ведется разработка**

Приказ декана факультета компьютерных наук Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» № 2.3-02/1212-01 от 12.12.2017 "Об утверждении тем, руководителей курсовых работ студентов образовательной программы Программная инженерия факультета компьютерных наук".

1. **НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**
   1. **Назначение библиотеки**
      1. **Функциональное назначение**

Библиотека при подключении к проекту определяет наличие специальной трехмерной сцены в виде тега <canvas is=”my-scene”> </canvas>. При наличии хотя бы одного тега данного формата библиотека начинает взаимодействовать с графическим контекстом webgl этого тега и, опираясь на дочерние теги трехмерной сцены, описываемые в соответствии со стандартом трехмерной графики и спецификацией библиотеки, отрисовывает трехмерные объекты, обращаясь к WebGL API.

* + 1. **Эксплуатационное назначение**

Подключенная к проекту библиотека кастомные DOM-элементы, определенные спецификацией и обозначающие те или иные элементы стандарта трехмерной графики, преобразует в трехмерные объекты и отрисовывает в DOM-элементе canvas, тем самым позволяя работать с трехмерной графикой в веб:

* не используя никаких плагинов;
* декларируя элементы непосредственно в привычном html-коде;
* не углубляясь в низкоуровневую работу с шейдерами и GLSL.
  1. **Краткая характеристика области применения**

Библиотека «easy\_webgl», реализующая подмножество стандарта трехмерной графики, - это системный программный продукт, упрощающий работу веб-разработчика с трехмерной графикой.

1. **ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**
   1. **Постановка задачи на разработку библиотеки**

Разрабатываемая библиотека должна:

1. Декларированные в html-коде теги ассоциировать с трехмерными объектами в соответствии со спецификацией;
2. Подчиняться стандарту трехмерной графики.
   1. **Описание функционирования библиотеки**

При запуске проекта, к которому подключена «easy\_webgl», библиотека навигируясь по DOM-дереву ищет теги canvas с атрибутом is="my-scene". Согласно спецификации Custom elements именно такая формулировка html-тега позволяет создать собственный тег(DOM-элемент), унаследованный от тега(DOM-элемента), уже имеющегося в спецификации HTML.

При нахождении элементов с заданными параметрами библиотека создает элемент класса Scene, проверяет структуру выстраивания дочерних элементов и в соответствии с их декларацией(положением в коде и атрибутным наполнением) строит в памяти массивы вершин, цветов и собирает некоторые другие вспомогательные данные.

При столкновении с тегом my-transform запускается асинхронная цепочка вызовов, использующая технологию Promise и позволяющую разделить обработку фрагмента кода, содержащего большой объем информации, на несколько небольших промежутков времени. Особенно тяжелая операция, такая как парсинг файла формата .obj, выводится в отдельный поток при помощи WebWorkers API. В случае когда браузер не поддерживает WebWorkers API - загрузка будет производиться асинхронно.

После получения всей необходимой информации библиотека отрисовывает трехмерную сцену, добавляя в нее объекты по мере их загрузки.

* 1. **Описание и обоснование выбора использованных при разработке технологий**
     1. **OBJ парсер**
     2. **WebGL 1.0**
     3. **JS Promise**
     4. **WebWorkers API**
     5. **Custom Elements**
  2. **Описание и обоснование выбора метода организации входных и выходных данных**

Основными входными данными для библиотеки служат кастомные html-элементы, на основании которых и происходит отрисовка трехмерных объектов. Данный формат был выбран с целью сделать использование библиотеки наиболее интуитивным и наглядным. Обработка данных этого формата ведется в соответствии со спецификацией Custom Elements.

Также в качестве входных данных используются файлы формата .obj, описывающие необходимую для отрисовки геометрии. Выбор данного формата файла связан с простотой во внутренней структуре и распространенностью, что удобно для пользователя. Информация из файлов формата .obj получается путём парсинга через класс OBJLoader.

* 1. **Описание и обоснование выбора состава технических и программных средств**
     1. **Состав технических и программных средств**

Для работы библиотеки необходим следующий состав технических средств:

1. один из следующих браузеров:

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | Версия |
| Edge | 16 выше |
| Firefox | 59 и выше |
| Chrome | 49 и выше |
| Safari | TP, 11 |
| Яндекс.Браузер | 17 и выше |
| iOS Safari | 10.3, 11.2, 11.3 |
| Chrome Android | 66 |
| UC for Android | 11.8 |
| Samsung Internet | 4, 6.2 |

1. операционная система Windows XP и более поздние версии, Mac OS X 10.5 и более поздние версии, Unix-подобная операционная система не позднее 2010 года выпуска.

Для работы библиотеки необходим следующий состав технических средств:

1. NVIDIA >= 257.21 или ATI/AMD >= 10.6 или Intel driver версии от сентября 2010.
   * 1. **Обоснование выбора технических и программных средств**

При реализации библиотеки использованы следующие технологии WebGL API v1, WebWorkers, Custom Elements v0, JS Promise и другие особенности языка JavaScript стандарта ES6.

Требования к техническим и программным средствам представлены в соответствии с поддержкой используемых технологий.

**ОЖИДАЕМЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ**

В рамках данной работы расчет экономической эффективности не предусмотрен.

* 1. **Предполагаемая потребность**

Данная библиотека будет иметь спрос среди веб-разработчиков, желающих, не имея глубокого понимания основ трехмерной графики, использовать трехмерную графику в своих проектах декларативно, т.е. непосредственно в html-коде веб-страницы.

* 1. **Экономические преимущества разработки по сравнению с отечественными и зарубежными образцами или аналогами**

Данная библиотека:

1. распространяется бесплатно;
2. не требует вложения денежных средств во время использования;
3. имеет неограниченный срок службы;
4. опирается на утвержденный стандарт трехмерной графики.
5. **ИСТОЧНИКИ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ**
6. ГОСТ 19.101-77 Виды программ и программных документов. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
7. ГОСТ 19.102-77 Стадии разработки. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
8. ГОСТ 19.103-77 Обозначения программ и программных документов. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
9. ГОСТ 19.104-78 Основные надписи. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
10. ГОСТ 19.105-78 Общие требования к программным документам. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
11. ГОСТ 19.106-78 Требования к программным документам, выполненным печатным способом. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
12. ГОСТ 19.201-78 Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
13. ГОСТ 19.603-78 Общие правила внесения изменений. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
14. ГОСТ 19.604-78 Правила внесения изменений в программные документы, выполненные печатным способом. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
15. ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды. – М.: Изд-во стандартов, 1997.
16. ГОСТ 19.301-79 Программа и методика испытаний. Требования к содержанию и оформлению. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

# ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**ТЕРМИНОЛОГИЯ**

|  |
| --- |
| Таблица 2 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Термин** | **Определение** |
| **Алгебраическая геометрия** | Раздел алгебры, основным предметом изучения которого являются алгебраические многообразия. |
| **Алгебраическое многообразие** | Множество решений системы алгебраических уравнений над комплексными или действительными числами. |
| **Кодирование** | Процесс преобразования исходной информации в удобную для передачи форму. |
| **Алгеброгеометрический код** | Линейный блочный код, построенный на основе алгебраического многообразия какой-либо системы алгебраических уравнений.  Основной принцип его работы:   * составляется порождающая матрица – базис подпространства кодовых слов; * для кодирования порождающая матрица умножается на вектор – слово, заданное пользователем; * для декодирования происходит проверка кода с помощью проверочной матрицы, для которой порождающая матрица является базисом ядра гомоморфизма линейных подпространств кодовых и кодируемых слов. В случае обнаружения ошибки, последняя исправляется. Если ошибок не найдено, происходит процесс декодирования: матрица, обратная порождающей, умножается на вектор кодового слова. |
| **Расстояние Хэмминга** | Число позиций, в которых два слова одной длины отличаются. |
| **Токен** | Условное название наименьшей значащей группы символов в уравнении. |

# **ПРИЛОЖЕНИЕ 2**

**ОПИСАНИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ КЛАССОВ**

Описание и функциональное назначение классов.

Таблица 2

|  |  |
| --- | --- |
| Класс | Назначение |
| Code | Класс, представляющий структуру адгеброгеометрического кода. Содержит методы для кодирования и декодирования информации. |
| Equation | Класс, представляющий структуру нелинейного уравнения над полем Z2. |
| TokenizerException | Класс исключения, которое возникает, если происходит какая-либо ошибка в классе Tokenizer. Наследуется от ApplicationException. |
| VariableGroupTokenException | Класс исключения, которое возникает, если индекс при переменной выходит за границы допустимфых значений. Наследуется от TokenizerException. |
| UnexpectedSymbolException | Класс исключения, которое возникает, если в обрабатываемом уравнении встречается недопустимый символ. Наследуется от TokenizerException. |
| ParserException | Класс исключения, которое возникает, если происходит какая-либо ошибка в классе Parser. Наследуется от ApplicationException. |
| UnexpectedTokenException | Класс исключения, которое возникает, если порядок появления токенов уравнения нарушен. Наследуется от ParserException. |
| CodeException | Класс исключения, которое возникает, если происходит какая-либо ошибка в классе Code. Наследуется от ApplicationException. |
| MistakesNumberException | Класс исключения, которое возникает, если происходит попытка декодировать слово, в котором превышено допустимое количество ошибок. Наследуется от CodeException. |
| CodeGeneratingException | Класс исключения, которое возникает, если в сгенерированном коде длина кодового слова меньше или равна длине кодируемого. Наследуется от CodeException. |
| UnknownCodeMessageException | Класс исключения, которое возникает, если происходит попытка декодировать или закодировать строку, содержащую в себе символы, отличные от 0 и 1. Наследуется от ApplicationException. |
| BaseMatrix | Класс, представляющий структуру матрицы. |
| SolutionsMatrix | Класс, представляющий структуру матрицы решений системы нелинейных уравнений над полем Z2. Наследуется от BaseMatrix. |
| MyStatics | Статический класс, содержащий в себе все статические методы, потребовавшиеся для решения поставленной задачи. |
| Parser | Класс, который содержит методы, проверяющие корректность следования токенов друг за другом и делящие уравнение на 2 части: зависящую от переменных и свободную. |
| Solver | Класс, который содержит методы, решающие систему уравнений. |
| Tokenizer | Класс, методы которого производят деление входной строки на токены, если это возможно. |
| Token | Класс, представляющий собой общий вид токенов. |
| VariableGroupToken | Класс, представляющий собой токен-группу переменных. Наследуется от Token. |
| OperationToken | Класс, представляющий собой токен-операции сложения. Наследуется от Token. |
| EquationToken | Класс, представляющий собой токен-знака равенства. Наследуется от Token. |
| ScalarToken | Класс, представляющий собой токен-свободный член. Наследуется от Token. |
| СheckList | Класс, представляющий структуру проверочного листа. Содержит методы заполняющие проверочный лист и сравнивающие его результат с эталонным. |
| CodeDescriptionWindow | Класс, представляющий окно программы с описанием основных характеристик кода. Наследуется от Window. |
| CodeGeneratingWindow | Класс, представляющий окно программы для создания новых алгеброгеометрических кода. Наследуется от Window. |
| CodeWindow | Класс, представляющий окно программы для кодирования и декодирования сообщений. Наследуется от Window. |
| DescribtionWindow | Класс, представляющий окно программы с кратким описанием основных характеристик кода. Наследуется от Window. |
| FQWindow | Класс, представляющий основное справочное окно программы. Наследуется от Window. |
| InfoWindow | Класс, представляющий окно программы с информацией о разработчике. Наследуется от Window. |
| MainWindow | Класс, представляющий главное окно программы. Наследуется от Window. |
| RulesWindow | Класс, представляющий окно программы с описанием правил ввода системы уравнений. Наследуется от Window. |
| SelectCodeWindow | Класс, представляющий окно программы для выбора кода для дальнейшей работы. Наследуется от Window. |
| СhoiceWindow | Класс, представляющий окно программы, запрашивающее подтверждение какого-либо действия. Наследуется от Window. |

# **ПРИЛОЖЕНИЕ 4**

**ОПИСАНИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ ПОЛЕЙ, МЕТОДОВ И СВОЙСТВ**

Таблица 3.1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Описание полей методов и свойств класса CodeDescriptionWindow.xaml.cs | | | | |
| Поля | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Назначение | |
| AGCode | private | Code | Выбранный код | |
| formatter | private | Binary  Formatter | Инструмент для бинарной сериализации | |
| Методы | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Аргументы | Назначение |
| CodeDescriptionWindow | public | конструктор | Code AGCode | Конструктор окна CodeDescriptionWindow |
| Previous  Window  Button\_Click | private | void | object sender, RoutedEventArgs e | Возвращается к предыдущему окну. |
| NextWindow  Button\_Click | private | void | object sender, RoutedEventArgs e | Открывает следующее окно. |
| SaveButton\_  Click | private | void | object sender, RoutedEventArgs e | Выполняет сохранение полученного кода. |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Описание полей методов и свойств класса CodeGeneratingWindow.xaml.cs  Таблица 3.2 | | | | |
| Поля | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Назначение | |
| groupSize | private | int | Количество переменных в системе уравнений | |
| line | private | string | Строковое представление системы уравнений. | |
| lines | private | string[] | Строковое представление уравнений. | |
| systemOf  Equations | private | List  <Equation> | Система уравнений. | |
| solver | private | Solver | Инструмент для решения системы уравнений. | |
| theAnswer | private | Solutions  Matrix | Матрица из решений системы уравнений. | |
| AGCode | private | Code | Алгеброгеометрический код. | |
| flag | private | bool | Индикатор наличия ошибки в системе уравнений. | |
| regex | private | Regex | Допустимые для ввода символы. | |
| t | private | ToolTip | Подсказка для ползователя | |
| groupSize | private | int | Количество переменных в системе уравнений. | |
| Методы | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Аргументы | Назначение |
| Code  Generating  Window | public | конструктор | - | Конструктор окна CodeGeneratingWindow. |
| SizeComboBox\_Selection  Changed | private | void | object sender, SelectionChangedEventArgs e | Заполняет поле groupSize. |
| NextWindow  Button\_Click | private | void | object sender, RoutedEventArgs e | Генерирует алгеброгеометрический код. |
| Previous  Window  Button\_Click | private | void | object sender, RoutedEventArgs e | Возвращает на одно окно назад. |
| HelpButton\_  Click | private | void | object sender, RoutedEventArgs e | Вызывает справку. |
| Equations\_  Preview  TextInput | private | void | object sender, RoutedEventArgs e | Проверяют допустимость символа, который вводится. |
| Свойства | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Доступ | Назначение |
| GroupSize | private | int | set | Количество переменных в системе уравнений. |
| GroupSize | public | int | get | Количество переменных в системе уравнений. |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Описание полей методов и свойств класса CodeWindow.xaml.cs  Таблица 3.3 | | | | |
| Поля | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Назначение | |
| AGCode | private | Code | Выбранный код | |
| flag | private | bool | Указывает на выбор операции. | |
| regex | private | Regex | Допустимые для ввода символы. | |
| Методы | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Аргументы | Назначение |
| CodeWindow | public | конструктор | Code AGCode | Конструктор окна CodeWindow. |
| Previous  Window  Button\_Click | private | void | object sender, RoutedEventArgs e | Возвращает на одно окно назад. |
| CodeButton\_  Click | private | void | object sender, RoutedEventArgs e | Кодирует или декодирует сообщение. |
| CodeOr  DecodeComboBox\_SelectionChanged | private | void | object sender, SelectionChangedEventArgs e | Переключает режим кодирования. |
| First\_Text  Changed | private | void | object sender, TextChangedEventArgs e | Синхронизирует работу полей для кодового и кодируемого сообщения. |
| FirstPreview  KeyDown | private | void | object sender, KeyEventArgs e | Запрещает ввод пробелов. |
| First\_Preview  TextInput | private | void | object sender, TextCompositionEventArgs e | Проверяет допустимость вводимых символов. Допускает ввод только 0 и 1. |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Описание полей методов и свойств класса FQWindow.xaml.cs  Таблица 3.4 | | | | |
| Методы | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Аргументы | Назначение |
| FQWindow | public | конструктор | - | Конструктор окна полной справки |
| Previous  Window  Button\_Click | private | void | object sender, RoutedEventArgs e | Возвращает к предыдущему окну. |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Описание полей методов и свойств класса HelpWindow.xaml.cs  Таблица 3.5 | | | | | |
| Методы | | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | | Тип | Аргументы | Назначение |
| HelpWindow | public | конструктор | | Code code | Конструктор окна HelpWindow. |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Описание полей методов и свойств класса InfoWindow.xaml.cs  Таблица 3.6 | | | | |
| Методы | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Аргументы | Назначение |
| InfoWindow | public | конструктор | - | Конструктор окна информации о разработчике. |
| Previous  Window  Button\_Click | private | void | object sender, RoutedEventArgs e | Возврат к главному окну. |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Описание полей методов и свойств класса MainWindow.xaml.cs  Таблица 3.7 | | | | |
| Методы | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Аргументы | Назначение |
| MainWindow | public | конструктор | - | Точка входа в программу. Конструктор главного окна MainWindow. |
| startButton\_  Click | private | void | object sender, RoutedEventArgs e | Начало работы. Переход к выбору алгеброгеометрического кода. |
| fqButton\_  Click | private | void | object sender, RoutedEventArgs e | Переход к руководству оператора. |
| infoButton\_  Click | private | void | object sender, RoutedEventArgs e | Переход к информаци о разработчике програмыю |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Описание полей методов и свойств класса RulesWindow.xaml.cs  Таблица 3.8 | | | | |
| Методы | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Аргументы | Назначение |
| RulesWindow | public | конструктор | - | Конструктор окна RulesWindow. |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Описание полей методов и свойств класса SelectCodeWindow.xaml.cs  Таблица 3.9 | | | | |
| Поля | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Назначение | |
| codes | private | List<Code> | Список сохраненных кодов. | |
| formatter | private | BinaryFormatter | Инструмент для бинарной сериализации | |
| itemName | private | string | Имя выбранного элемента codeSelector. | |
| Методы | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Аргументы | Назначение |
| SelectCode  Window | public | конструктор | - | Конструктор окна SelectCodeWindow. |
| previousWindowButton\_  Click | private | void | object sender, RoutedEventArgs e | Открывает предыдущее окно. |
| trashButton\_  Click | private | void | object sender, RoutedEventArgs e | Готовит код к возможному удалению. |
| nextWindow  Button\_Click | private | void | object sender, RoutedEventArgs e | Переходит к окну с характеристиками выбранного кода или к окну для создания нового кода. |
| CreateComboBox | private | void | - | Переписывает текст codeSelector. |
| codeSelector  ComboBox\_  Selection  Changed | private | void | object sender, SelectionChangedEventArgs e | Отмечает, какой код выбран, или открывает окно для создания нового кода. |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Описание полей методов и свойств класса СhoiceWindow.xaml.cs  Таблица 3.10 | | | | |
| Поля | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Назначение | |
| codes | private | List<Code> | Список сохраненных кодов. | |
| formatter | private | BinaryFormatter | Инструмент для бинарной сериализации | |
| win | private | SelectCodeWindow | Окно, вызвавшее конструктор СhoiceWindow. | |
| index | private | int | Номер кода в списке сохраненных. | |
| Методы | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Аргументы | Назначение |
| Сhoice  Window | public | конструктор | string name, int index, List<Code> codes, SelectCodeWindow win | Конструктор окна СhoiceWindow. |
| YesButton\_  Click | private | void | object sender, RoutedEventArgs e | Удаляет выбранный код. |
| NoButton\_  Click | private | void | object sender, RoutedEventArgs e | Закрывает окно. |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Описание полей методов и свойств класса Code.cs  Таблица 3.11 | | | | |
| Поля | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Назначение | |
| generating  Matrix | private | Solutions  Matrix | Порождающая матрица кода. | |
| allCodeWords | private | BaseMatrix | Матрица всех возможных кодовых слов. | |
| t | private | int | Максимальное количество исправляемых ошибок | |
| systemOf  Equations | private | string[] | Система уравнений, порождающая данный код. | |
| Методы | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Аргументы | Назначение |
| Code | public | Конструктор | SolutionsMatrix generatingMatrix, string[] line | Создает код на основе полученной матрицы, устанавливая его основные параметры. |
| Encode | public | int[] | int[] ourMessage | Кодирует полученное сообщение. |
| Decode | public | int[] | int[] ourMessage | Декодирует полученное сообщение, исправляя ошибки. |
| ToString | public | string | - | Формирует имя кода в соответствии с основными характеристиками. |
| Свойства | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Доступ | Назначение |
| Generating  Matrix | public | SolutionsMatrix | get | Порождающая матрица кода. |
| Generating  Matrix | private | SolutionsMatrix | set | Порождающая матрица кода. |
| AllCodeWords | public | BaseMatrix | get | Матрица всех возможных кодовых слов. |
| AllCodeWords | private | BaseMatrix | set | Матрица всех возможных кодовых слов. |
| K | public | int | get | Длина кодируемого слова. |
| K | private | int | set | Длина кодируемого слова. |
| N | public | int | get | Длина кодового слова. |
| N | private | int | set | Длина кодового слова. |
| T | public | int | get | Максимальное количество исправляемых ошибок. |
| T | private | int | set | Максимальное количество исправляемых ошибок. |
| SystemOf  Equations | public | string[] | get | Система уравнений, порождающая данный код. |
| SystemOf  Equations | private | string[] | set | Система уравнений, порождающая данный код. |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Описание полей методов и свойств класса Equation.cs  Таблица 3.12 | | | | |
| Поля | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Назначение | |
| tokenizer | private | Tokenizer | Разбивает строку на токены, характерные для уравнений. | |
| parser | private | Parser | Проверяет возможно ли разбиение строки на токены. | |
| groupSize | private | int | Максимальное количество переменных в уравнении. | |
| tokens | private | List<Token> | Уравнение в памяти. | |
| eq | private | Tuple<List<bool[]>, bool> | Уравнение. | |
| Методы | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Аргументы | Назначение |
| Equation | public | Конструктор | string input, int groupSize, int index | Строит в памяти уравнение из полученной строки. |
| Свойства | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Доступ | Назначение |
| Eq | public | Tuple<List<bool[]>, bool> | get | Уравнение. |
| Eq | private | Tuple<List<bool[]>, bool> | set | Уравнение. |
| GroupSize | public | int | get | Максимальное количество переменных в уравнении. |
| GroupSize | private | int | set | Максимальное количество переменных в уравнении. |
| VariableTokenCount | public | int | get | Количество токенов. |
| VariableTokenCount | private | int | set | Количество токенов. |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Описание полей методов и свойств класса Equation.cs  Таблица 3.13 | | | | |
| Поля | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Назначение | |
| tokenizer | private | Tokenizer | Разбивает строку на токены, характерные для уравнений. | |
| parser | private | Parser | Проверяет возможно ли разбиение строки на токены. | |
| groupSize | private | int | Максимальное количество переменных в уравнении. | |
| tokens | private | List<Token> | Уравнение в памяти. | |
| eq | private | Tuple<List<bool[]>, bool> | Уравнение. | |
| Методы | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Аргументы | Назначение |
| Equation | public | Конструктор | string input, int groupSize, int index | Строит в памяти уравнение из полученной строки. |
| Свойства | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Доступ | Назначение |
| Eq | public | Tuple<List<bool[]>, bool> | get | Уравнение. |
| Eq | private | Tuple<List<bool[]>, bool> | set | Уравнение. |
| GroupSize | public | int | get | Максимальное количество переменных в уравнении. |
| GroupSize | private | int | set | Максимальное количество переменных в уравнении. |
| VariableTokenCount | public | int | get |  |
| VariableTokenCount | private | int | set |  |
| Описание полей методов и свойств класса BaseMatrix.cs  Таблица 3.14 | | | | |
| Поля | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Назначение | |
| matrix | private | List<int[]> | Матрица | |
| Методы | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Аргументы | Назначение |
| Индексатор | public | int | int i, int j | Обращается к элементу матрицы. |
| BaseMatrix | public | Конструктор | - | Конструктор пустой матрицы. |
| BaseMatrix | public | Конструктор | int[] ourLine | Конструктор матрицы. |
| ToString | public | string | - | Возвращает матрицу в строковом формате |
| Свойства | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Доступ | Назначение |
| Matrix | public | List<int[]> | get | Матрица |
| Matrix | private | List<int[]> | set | Матрица |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Описание полей методов и свойств класса MyStatics.cs  Таблица 3.15 | | | | |
| Методы | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Аргументы | Назначение |
| ToBinaryInt  Array | public | int[] | int value, int size | Представляет число в двоичном виде. |
| Multiplication | public | BaseMatrix | BaseMatrix A, BaseMatrix B | Перемножает матрицы. |
| ToIntArray | public | int[] | string input, int size | Преобразует строковое сообщение в массив |
| FindMin  Distance | public | int | BaseMatrix allCodeWords | Ищет минимальное расстояние в коде. |
| Reading | public | void | string input, int groupSize, List<Equation> systemOfEquations, int index | Считывает уравнение и добавляет его в систему уравнениц. |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Описание полей методов и свойств класса Parser.cs  Таблица 3.16 | | | | |
| Поля | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Назначение | |
| START | private | const int | Константа, обозначающая тип предыдущего токена | |
| AFTER\_  VARIABLE  GROUP | private | const int | Константа, обозначающая тип предыдущего токена | |
| AFTER\_  OPERATION | private | const int | Константа, обозначающая тип предыдущего токена | |
| AFTER\_  EQUATION | private | const int | Константа, обозначающая тип предыдущего токена | |
| AFTER\_  SCALAR | private | const int | Константа, обозначающая тип предыдущего токена | |
| Методы | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Аргументы | Назначение |
| Parse | public | Tuple<List<bool[]>, bool> | List<Token> tokens, int index | Проверка правильности порядка токенов и преобразование их в уравнение |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Описание полей методов и свойств класса Solver.cs  Таблица 3.17 | | | | |
| Поля | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Назначение | |
| matrix | private | SolutionsMatrix | Матрица решений. | |
| checkingList | private | СheckList | Проверочный лист. | |
| Методы | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Аргументы | Назначение |
| Solve | public | SolutionsMatrix | List<Equation> equationsSystem | Решает систему уравнений. |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Описание полей методов и свойств класса Tokenizer.cs  Таблица 3.18 | | | | |
| Поля | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Назначение | |
| group\_size | public | int | Количество различных переменных в системе уравнений. | |
| Методы | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Аргументы | Назначение |
| Tokenizer | public | Конструктор | int group\_size | Конструктор |
| SplitToTokens | public | List<Token> | string input, int mainIndex | Разбивает строку на токены, характерные для уравнений. |
| Описание полей методов и свойств класса СheckList.cs  Таблица 3.19 | | | | |
| Поля | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Назначение | |
| checkingList | private | bool[] | Результат подставления в систему уравнений конкретного решения. | |
| prototype | private | List<Equation> | Система уравнений, которую будут проверять данным проверочным листом. | |
| Методы | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Аргументы | Назначение |
| Индексатор | public | bool | int i | Возвращает значение уравнения с заданным индексом для заданной системы уравнений и заданного решения. |
| СheckList | public | Конструктор | List<Equation> prototype | Создание проверочного листа на основе системы уравнений. |
| FillingThe  CheckList | public | void | int[] possibleSolution | Заполняет проверочный лист для конкретного решения. |
| IsItRight  Solution | public | bool | - | Проверяет, совпадает ли правильный ответ к системе с полученным в проверочном листе. |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Описание полей методов и свойств класса VariableGroupToken (Tokens.cs)  Таблица 3.20 | | | | |
| Поля | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Назначение | |
| variables | public | bool[] | Массив, показывающий наличие или отсутствие каждой возможной для системы уравнений переменной в текущей группе. | |
| size | public | int | Количество переменных в текущей группе. | |
| Методы | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Аргументы | Назначение |
| VariableGroupToken | public | Конструктор | bool[] variables | Конструктор токена-группы переменных. |
| Описание полей методов и свойств класса ScalarToken (Tokens.cs)  Таблица 3.21 | | | | |
| Поля | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Назначение | |
| variable | public | bool | Значение свободного члена. | |
| Методы | | | | |
| Имя | Модификатор  доступа | Тип | Аргументы | Назначение |
| ScalarToken | public | Конструктор | bool variable | Конструктор токена-свободного члена. |
| ToString | public | string | - | Строковое представление токена-свободного члена. |

# **ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Лист регистрации изменений | | | | | | | | | |
| Номера листов (страниц) | | | | | Всего листов (страниц в докум.) | № документа | Входящий № сопроводительного докум. и дата | Подп. | Дата |
| Изм. | Измененных | Замененных | Новых | Аннулированх |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |