**ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»**

|  |  |
| --- | --- |
| СОГЛАСОВАНО  Доцент департамента  Программной инженерии  факультета компьютерных наук, к.т.н.  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /Ахметсафина Р. З.  «\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2015 г. | УТВЕРЖДЕНО  Академический руководитель образовательной программы  «Программная инженерия»  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /Шилов В. В.  «\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2015 г. |

|  |  |
| --- | --- |
| ***Подп. и дата*** |  |
| ***Инв. № дубл.*** |  |
| ***Взам. инв. №*** |  |
| ***Подп. и дата*** |  |
| ***Инв. № подл.*** | RU.17701729.503200-01 81 01-1-ЛУ |

**АНИМАТОР КОДИРОВАНИЯ И ДЕКОДИРОВАНИЯ КОДОВ РИДА-МАЛЛЕРА**

**Пояснительная записка**

**ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ**

**А.В.00001-01 ТЗ 01**

**RU.17701729.503200-01 81 01-1-ЛУ**

|  |
| --- |
| Исполнитель:  студент группы 301 ПИ  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /Наседкин А. В.  «\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2015 г. |

**УТВЕРЖДЕНО**RU.17701729.503200-01 81 01-1-ЛУ

|  |  |
| --- | --- |
| ***Подп. и дата*** |  |
| ***Инв. № дубл.*** |  |
| ***Взам. инв. №*** |  |
| ***Подп. и дата*** |  |
| ***Инв. № подл.*** | RU.17701729.503200-01 81 01-1 |

**АНИМАТОР КОДИРОВАНИЯ И ДЕКОДИРОВАНИЯ КОДОВ РИДА-МАЛЛЕРА**

**Пояснительная записка**

**А.В.00001-01 ТЗ 01**

**RU.17701729.503200-01 81 01-1**

**Листов 10**

|  |
| --- |
|  |
|  |

**СОДЕРЖАНИЕ**

[1. ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc419230566)

[1.1. Наименование программы 3](#_Toc419230567)

[1.2. Документы, на основании которых ведется разработка 3](#_Toc419230568)

[2. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ 4](#_Toc419230569)

[2.1. Назначение программы 4](#_Toc419230570)

[2.1.1. Функциональное назначение 4](#_Toc419230571)

[2.1.2. Эксплуатационное назначение 4](#_Toc419230572)

[2.2. Область применения 4](#_Toc419230573)

[3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ 5](#_Toc419230574)

[3.1. Постановка задачи на разработку программы 5](#_Toc419230575)

[3.2. Описание применяемых математических методов 5](#_Toc419230576)

[3.3. Описание алгоритма и функционирования программы 6](#_Toc419230577)

[3.4. Описание метода организации входных и выходных данных 6](#_Toc419230578)

[3.5. Описание выбора технических и программных средств 6](#_Toc419230579)

[4. ОЖИДАЕМЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ 7](#_Toc419230580)

[5. ИСТОЧНИКИ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ 8](#_Toc419230581)

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. [ОПИСАНИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ КЛАССОВ 9](#_Toc419230582)

# ВВЕДЕНИЕ

## Наименование программы

Наименование программы – «Аниматор кодирования и декодирования кодов Рида-Маллера». Краткое наименование программы – «RMCodeAnimator».

## Документы, на основании которых ведется разработка

Разработка ведется на основании приказа Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» № 6.18.1-02/1912-09 19.12.2014.

# НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

## Назначение программы

### Функциональное назначение

Функциональным назначением программы является отображение процессов кодирования, трансляции и декодирования входных сообщений определенным видом кода Рида-Маллера, задаваемым параметрами порядка кода и определителем длины блока сообщения.

### Эксплуатационное назначение

Использование линейных двоичных кодов Рида-Маллера широко распространено в различных областях связи и передачи данных в силу возможности исправления ошибок передачи. Данная программа может использоваться в учебном процессе различных дисциплин при изучении блочных линейных кодов, поскольку предоставляет возможность работы с кодами Рида-Маллера в интуитивно понятном и наглядном интерфейсе.

## Область применения

Программа «Аниматор кодирования и декодирования кодов Рида-Маллера» будет использоваться в рамках учебных дисциплин при изучении линейных блочных кодов, их свойств и различных алгоритмов декодирования сообщений.

# ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

## Постановка задачи на разработку программы

Разрабатываемая программа должна обладать следующим функционалом:

1. осуществление возможности выбора пользователем желаемого вида кода Рида-Маллера путем детерминации определяющих параметров (параметр порядка и параметр длины блока сообщения);
2. кодирование текстового сообщения в соответствии с выбранным видом кода;
3. имитация передачи закодированного сообщения через канал, содержащий помехи и добавляющий искажения в передаваемое сообщение;
4. декодирование получаемого после передачи сообщения с исправлением возможных ошибок передачи;
5. анимация процесса кодирования путем отображения порождающей матрицы кода и кодируемого блока сообщения;
6. анимация процесса декодирования путем отображения проверочных скалярных произведений декодируемого блока сообщения и характеристических векторов, сгенерированных для конкретной строки порождающей матрицы кода, определяющей декодируемый бит блока сообщения;

## Описание применяемых математических методов

Код Рида-Маллера – линейный двоичный блочный код. Код Рида-Маллера задается двумя параметрами и (порядок кода, не превышающий значения величины ) и имеет следующие характеристики:

- длина кодового слова ;

- длина информационной части сообщения ;

- длина проверочной части сообщения ;

- минимальное кодовое расстояние ;

- максимальное число ошибок, подлежащих коррекции:

;

- коэффициент кода (длины информационной части сообщения к длине кодового слова) ;

Код Рида-Маллера определяется при помощи порождающей матрицы размером , состоящей из базисных векторов линейного пространства размерности . Построение матрицы происходит следующим образом:

- пусть вектор - вектор, все компоненты которого равны 1;

- пусть – строки матрицы, столбцы которой представляют собой все возможные двоичные наборы длины ;

- для всех значений порождающая матрица дополняется компонентными произведениями базисных векторов .

## Описание алгоритма и функционирования программы

Кодирование двоичного сообщения кодом Рида-Маллера выполняется посредством порождающей кодируемой матрицы. Пусть сообщение представлено, как , а порождающую матрицу обозначим за . Тогда закодированное сообщение находится по правилу , где суммирование выполняется как покомпонентное сложение векторов в .

Декодирование полученного сообщения происходит по мажоритарному принципу (алгоритм Рида).

В данной программе при формировании битового представления сообщения из текстового, введенного пользователем, предложено следующее допущение. Кодирование сообщения в последовательность байт происходит с использованием стандартной системной кодировки. Полученная последовательность бит разбивается на блоки для кодирования размером, равным информационной части сообщения конкретного вида кода. С целью соответствия длин последовательность бит дополняется вначале одним битом 1, затем последовательностью незначащих 0 (в начале сообщения). При формировании текстового сообщения из декодированного данная последовательность вида 0…01 удаляется.

Программа предоставляет пользователю возможность набрать текстовое сообщение в текстовом поле, конвертировать его в битовое представление, закодировать кодом Рида-Маллера соответствующей длины и порядка, сымитировать передачу закодированного сообщения через канал, добавляющий помехи к сигналу и декодировать полученное сообщение. Весь процесс кодирования и декодирования доступен и анимируется приложением посредством подсвечивания текущих кодируемых/декодируемых блоков сообщения и вспомогательных строк порождающей матрицы, а также отображением проверочных скалярных произведений на этапе декодирования.

## Описание метода организации входных и выходных данных

Входными данными программы является выбранный пользователем код Рида-Маллера, а именно определяющие параметры и , и текстовое сообщение, введенное в текстовое поле редактора.

В результате работы программы пользователю становятся доступными битовое представление входного текстового сообщения, закодированное сообщение, сообщение, переданное через канал с помехами и декодированное сообщение. Помимо битовых представлений данных сообщений по переданному и декодированному сообщениям формируется их текстовое представление, доступное для прочтения и передачи.

## Описание выбора технических и программных средств

Для исполнения и корректной работы программы требуется Java SE Runtime Environment 6 или более новая версия JRE.

# ОЖИДАЕМЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

На момент создания приложения не существовало доступных и бесплатных приложений и программ, предоставляющих возможность кодирования и декодирования текстовых сообщений кодами Рида-Маллера. Данная программа может использоваться в процессе самообучения или в рамках учебных дисциплин, связанных с дискретной математикой и кодированием информации.

Монетизация программы не предполагается, программа может распространяться свободно.

# ИСТОЧНИКИ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ

1. **Othman O. Khalifa.** Reed-Muller Codec Simulation Performance / Othman O. Khalifa, Aisha-Huassan Abdullah, N. Suriyana – Journal of Computer Science 4 (10), 2008. – 792 – 798 p.;
2. **Кузнецов Ю. В., Шкарин С. А.** Коды Рида–Маллера (обзор публикаций) / Математические вопросы кибернетики. 1996. Вып. 6. С. 5–50.
3. **Кей С. Хорстманн.** Java 2. Библиотека профессионала. Том 1. Основы. 8-е издание / Кей С. Хорстманн, Гари Корнелл – Идательский дом «Вильямс», 2011. – 896 с.;
4. **Кей С. Хорстман.** Java 2. Библиотека профессионала. Том 2. Тонкости программирования. 8-е издание / Кей С. Хорстманн, Гари Корнелл – Идательский дом «Вильямс», 2011. – 992 с.;
5. **Мак-Вильямс Ф. Дж., Слоэн Н. Дж. А.** Теория кодов, исправляющих ошибки. М.: Связь, 1979.
6. **Малозёмов В. Н.** Избранные главы дискретного гармонического анализа и геометрического моделирования. Часть первая. Издание 2-е. / Под редакцией проф. В. Н. Малозёмова. СПб.: Изд-во ВВМ, 2014. 584 с.
7. **Эккель, Б..** Философия Java. Библиотека программиста. 4-е издание / Брюс Эккель – СПб.: Питер, 2010. – 640 с.: ил. – (Серия «Библиотека программиста»).

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

# ОПИСАНИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ КЛАССОВ

Таблица 1

|  |  |
| --- | --- |
| Класс | Назначение |
| model.BinaryFiniteField | Класс, представляющий тип конечного линейного пространства над полем Галуа GF(2) и предоставляющий операции над векторами в данном поле |
| model.BitMatrix | Класс, представляющий двумерную битовую матрицу |
| model.RMMatrix | Класс, представляющий битовую порождающую матрицу кода Рида-Маллера RM(r, m) |
| model.RMCode | Класс, представляющий код Рида-Маллера, заданного параметрами, и предоставляющий основные операции кодирования и декодирования битовых сообщений |
| model.TransmitChannel | Класс, представляющий сущность канала передачи и предоставляющий функционал передачи сообщения с заданным числом ошибок |
| util.Util | Класс, представляющий набор статических методов для конвертации битовых и байтовых массивов, а также реализующий комбинаторный функционал |
| viewmodel.RMCodeSystem | Класс, оболочка класса RMCode, предоставляющий функционал работы с текстовыми сообщениями, их кодирования и декодирования |
| view.RMView | Класс визуального представления приложения |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Лист регистрации изменений | | | | | | | | | |
| Изм. | Номера листов | | | | Всего листов (страниц) в докум. | № докум. | Входящий №  сопроводительного докум. и дата | Подп. | Дата |
| изме-ненных | заме-ненных | новых | анну-лиро-ванных |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |