

**ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»**

СОГЛАСОВАНО
Доцент департамента
Программной инженерии
факультета компьютерных наук, к.т.н.

УТВЕРЖДЕНО
Академический руководитель
образовательной программы
«Программная инженерия»

_____/Ахметсафина Р. З.
«__» _____ 2015 г.

_____/Шилов В. В.
«__» _____ 2015 г.

АНИМАТОР КОДИРОВАНИЯ И ДЕКОДИРОВАНИЯ КОДОВ РИДА-МАЛЛЕРА

Пояснительная записка

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ

RU.17701729.503200-01 81 01-1-ЛУ

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

Исполнитель:
студент группы 301 ПИ
_____/Наседкин А. В.
«__» _____ 2015 г.

УТВЕРЖДЕНО

RU.17701729.503200-01 81 01-1-ЛУ

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

АНИМАТОР КОДИРОВАНИЯ И ДЕКОДИРОВАНИЯ КОДОВ РИДА-МАЛЛЕРА

Пояснительная записка

RU.17701729.503200-01 81 01-1

Листов 10

СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ	3
1.1. Наименование программы	3
1.2. Документы, на основании которых ведется разработка	3
2. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	4
2.1. Назначение программы	4
2.1.1. Функциональное назначение	4
2.1.2. Эксплуатационное назначение	4
2.2. Область применения	4
3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	5
3.1. Постановка задачи на разработку программы	5
3.2. Описание применяемых математических методов	5
3.3. Описание алгоритма функционирования программы	6
3.4. Описание метода организации входных данных	6
3.5. Описание выбора технических и программных средств	6
4. ОЖИДАЕМЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ	7
5. ИСТОЧНИКИ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ	8
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ОПИСАНИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ КЛАССОВ	9

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Наименование программы

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

1.2. 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.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

2. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

2.1. Назначение программы

2.1.1. 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.

2.1.2. 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.

2.2. 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.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

3.1. 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;

3.2. Описание применяемых математических методов

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

- длина кодового слова $n = 2^m$;
- длина информационной части сообщения $k = 1 + C_m^1 + C_m^2 + \dots + C_m^r$;
- длина проверочной части сообщения $n - k = 1 + C_m^1 + C_m^2 + \dots + C_m^{m-r-1}$;
- минимальное кодовое расстояние $d_{min} = 2^{m-r}$;
- максимальное число ошибок, подлежащих коррекции:

$$e_{max} = (d_{min} > 1) ? (\frac{d_{min}}{2} - 1) : 0;$$

- коэффициент кода (длины информационной части сообщения к длине кодового слова) $r = \frac{k}{n}$;

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

- пусть вектор v_0 - вектор, все компоненты которого равны 1;
- пусть v_1, v_2, \dots, v_m – строки матрицы, столбцы которой представляют собой все возможные двоичные наборы длины m ;
- для всех значений $1 < i \leq r$ порождающая матрица дополняется компонентными произведениями i базисных векторов v_1, v_2, \dots, v_m .

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

3.3. Описание алгоритма функционирования программы

Кодирование двоичного сообщения кодом Рида-Маллера выполняется посредством порождающей кодируемой матрицы. Пусть сообщение представлено, как $m = (m_1, m_2, \dots, m_k)$, а порождающую матрицу обозначим за G . Тогда закодированное сообщение находится по правилу $M_c = m \odot G = \sum_{i=1}^k m_i G_i$, где суммирование выполняется как покомпонентное сложение векторов в Z_2 .

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, симитировать 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.

3.4. Описание метода организации входных данных

Входными данными программы является выбранный пользователем код Рида-Маллера, а именно определяющие параметры m и r , 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.

3.5. Описание выбора технических и программных средств

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

4. 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.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

5. 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. Хорстманн.** 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»).

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

[illegible]

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата