



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Факультет компьютерных наук  
Департамент программной инженерии  
Курсовая работа

ПРОГРАММА КОДИРОВАНИЯ И ДЕКОДИРОВАНИЯ  
АЛГЕБРОГЕОМЕТРИЧЕСКИХ КОДОВ

Выполнил студент группы 162ПИ

Казанцева Анастасия Романовна

Научный руководитель:

Профессор факультета компьютерных наук, *д. ф.-м. н.*

Аржанцев Иван Владимирович



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

## ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ТЕРМИНЫ



**$n$**  – длина кодируемого слова

**$k$**  – длина кодового слова

**$A$**  – некоторый алфавит

**$t$**  – количество исправляемых ошибок

**Код** – любое подмножество  $S$  на множестве  $A^n$

**Алгеброгеометрический код** - линейный блочный код, построенный на основе алгебраического многообразия какой-либо системы алгебраических уравнений

**Расстояние Хэмминга** - число позиций, в которых два слова одной длины отличаются.

# ОПИСАНИЕ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

«Программа кодирования и декодирования алгеброгеометрических кодов» – прикладная программа учебного назначения, позволяющая демонстрировать процесс и результат работы алгеброгеометрических кодирующих систем.



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ

Аналогов не найдено.

## Цель работы

Создание программного продукта, осуществляющего кодирование и декодирование алгеброгеометрических кодов.

## Задачи работы

Создание программного продукта, способного

- генерировать алгеброгеометрические коды;
  - решать систему нелинейных уравнений над  $Z_2$ ;
  - определять минимальное расстояние Хэмминга для алгеброгеометрического кода;
- кодировать сообщение длины  $k$  алгеброгеометрическим кодом;
- кодировать сообщение длины  $n$  алгеброгеометрическим кодом с исправлением ошибок.



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# Алгоритм решения системы нелинейных уравнений над полем $Z_2$

## Представление системы уравнений

Система уравнений представляет собой список(List) пар (Tuple) из списка (List) массивов типа bool и логической переменной.

`List<Equation>`, где основным полем класса Equation является `Tuple<List<bool[]>, bool>`.

`List<bool[]>` - представляет часть уравнения с переменными.

`bool` – сумма свободных членов.

## Решение системы

Все возможные решения по очереди подставляются в систему вместо переменных. Если результат совпадает со свободным членом, прописанным в системе, то решение добавляется в `SolutionMatrix`.

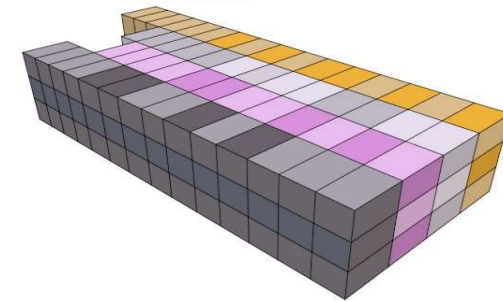


Рисунок 1. Система уравнений

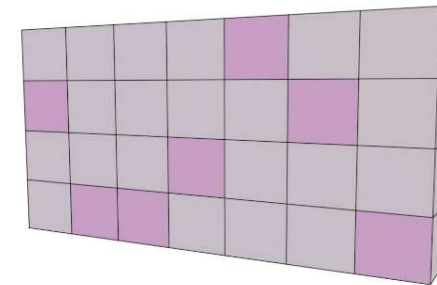


Рисунок 2. Уравнение

# Алгоритм поиска минимального расстояния кода

Количество слов, которые будет возможно закодировать алгеброгеометрическим кодом ограничено и равно  $2^k$ , где  $k$  – длина кодируемого слова.

Кодированием всех возможных исходных слов создается список всех кодовых слов.

Список кодовых слов – массив, в котором номер элемента в двоичном виде соответствует закодированному слову.

Поиск минимального расстояния – сравнения каждого кодового слова с каждым.

1	1	0	1	0	0	0
1	0	0	1	0	1	1

⇒ Расстояние между словами = 3

*Рисунок 3. Поиск расстояния между словами кода*



# Алгоритм кодирования сообщения

Полученное от пользователя сообщение обычным матричным умножением умножается на порождающую матрицу кода.



Рисунок 4. Кодирование сообщения

## Алгоритм декодирования сообщения с исправлением ошибок

Для декодирования **без ошибок** требуется в матрице всех кодов найти введенное пользователем слово и вывести номер слова в массиве, приведенный к двоичному виду.

Для реализации **исправления ошибок** поступившее от пользователя испорченное кодовое слово сравнивается со списками всех кодовых слов. То, которое будет на наименьшем расстоянии от введенного оператором, - и есть верный код.

В случае, если **число ошибок превышено**, декодирование не происходит.



# ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

Демонстрация работы программного продукта.

## ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

Пути дальнейшей работы:

- реализовать кодирование больших текстов, состоящих из символов Unicode;
- реализовать механизм сравнения полученных кодов, для их классификации.



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# Спасибо за внимание!

Казанцева Анастасия Романовна,  
[arkazantseva@edu.hse.ru](mailto:arkazantseva@edu.hse.ru)

Москва - 2017