



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ АКАДЕМИКА  
С. П. КОРОЛЕВА» (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ) (СГАУ)

# ЦИКЛИЧЕСКИЕ КОДЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В КОДИРОВАНИЕ И ДЕКОДИРОВАНИИ ИНФОРМАЦИИ

Выпускная квалификационная работа

Бакалавр:  
студент группы 6413 Б 200  
Каракозов Алексей Евгеньевич

Руководитель:  
доцент кафедры ПС  
Додонова Наталья Леонидовна

# Постановка задачи

- Изучить математические основы теории циклических кодов
- Разработать программное приложение, осуществляющее кодирование информации посредством циклических кодов
- Разработать программное приложение, осуществляющее декодирование информации посредством циклических кодов

# Циклические коды

● Название кодов произошло от их свойства, заключающегося в том, что каждая кодовая комбинация может быть получена путем циклической перестановки символов комбинации, принадлежащей к этому же коду. Это значит, что если, например, комбинация  $a_0a_1 \dots a_{n-1}$  является разрешенной комбинацией циклического кода, то комбинация  $a_{n-1}a_0 \dots a_n$  также принадлежит этому коду.

Преимущество циклических кодов заключается в высокой эффективности при обнаружении и исправлении ошибок.

Название кодов произошло от их свойства, заключающегося в том, что каждая кодовая комбинация может быть получена путем циклической перестановки символов комбинации, принадлежащей к этому же коду. Это значит, что если, например, комбинация  $a_0a_1 \dots a_{n-1}$  является разрешенной комбинацией циклического кода, то комбинация  $a_{n-1}a_0 \dots a_n$  также принадлежит этому коду.

Преимущество циклических кодов заключается в высокой эффективности при обнаружении и исправлении ошибок.

# Запись циклического кода

В циклическом коде кодовые комбинации удобно записывать в виде многочлена  $(n - 1)$  степени относительно фиктивной переменной  $x$ . Показатель степени при  $x$  соответствует номеру разряда, уменьшенному на единицу. Младший разряд соответствует  $x^0 = 1$ . Коэффициенты при  $x$  имеют значения 0 или 1.

Циклический код  
в циклическом коде  
коэффициенты при  $x$   
имеют значения 0 или 1.

Так же циклический код можно записать в виде матрицы :

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

# Образующий многочлен

Многочлен, с помощью которого образуются все разрешенные кодовые комбинации, называется образующим и обозначается  $g(x)$ .

Для обнаружения ошибок в циклических кодах принятую кодовую комбинацию делят на образующий многочлен. Если остаток от деления  $R(x) = 0$ , то принимается решение, что ошибок нет. Если  $R(x) \neq 0$ , то были ошибки. Вектор ошибок определяется по виду остатка.

# Выбор образующего многочлена

- Из всех подходящих он должен иметь минимальную степень
- Он должен входить в разложение многочлена

Таким многочленом является многочлен , который при делении всех элементов кольца на него дает два случая:

- $R(x) = 0$ , то есть элемент кода принадлежит идеалу;
- $R(x) = 1$ , то есть элемент кода имеет ошибку.

Где  $R(x)$  — остаток от деления разрешенной кодовой комбинации на образующий многочлен. А под идеалом понимается подкольцо, замкнутое относительно умножения на элементы кольца (разрешенные кодовые комбинации).

# Методы построения циклического кода

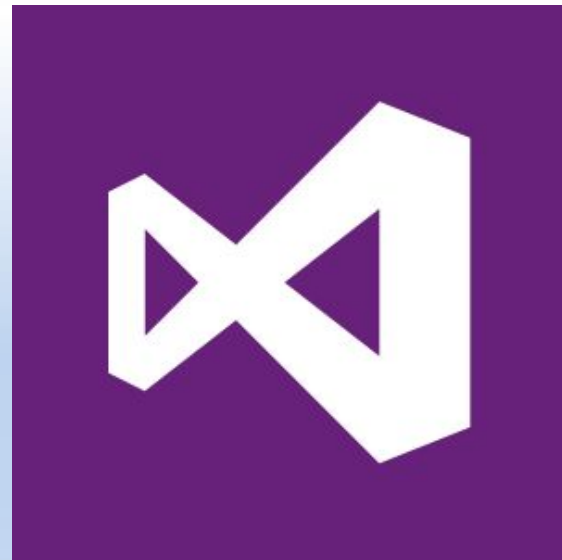
• Название кодов произошло от их свойства, заключающегося в том, что каждая кодовая комбинация может быть получена путем циклической перестановки символов комбинации, принадлежащей к этому же коду. Это значит, что если, например, комбинация  $a_0 a_1 \dots a_{n-1}$  является разрешенной комбинацией циклического кода, то комбинация  $a_{n-1} a_0 \dots a_n$  также принадлежит этому коду.

Преимущество циклических кодов заключается в высокой эффективности при обнаружении и исправлении ошибок.

# Программные средства разработки

1. C# 4.0

2. Microsoft Visual Studio 2012





# Работа приложения

В текстовое поле вводятся последовательность нулей и единиц. Больше ничего ввести не получится. С помощью выпадающего списка выбирается пользователь выбирает многочлен. После выбора образующего многочлена, программа для демонстрации сама подбирает оптимальное количество ошибок.

Каракозов А.Е. ВКР(Бакалавр) 2013

Введите информационное сообщение:  
1011

Выберите образующий многочлен 1101 Кодировать

Сообщение полученное в результате кодирования

Количество накладываемых ошибок 2 Наложить шум

Сообщение после наложения шума:

Сообщение после декодирования:

# Работа приложения. Кодирование.

После нажатия кнопки кодировать во втором текстовом поле появляется результат кодирования и кнопка наложения шума становится доступной

Каракозов А.Е. ВКР(Бакалавр) 2013

Введите информационное сообщение:  
1011

Выберите образующий многочлен 1101 Кодировать

Сообщение полученное в результате кодирования  
1111111

Количество накладываемых ошибок 2 Наложить шум

Сообщение после наложения шума:  
Декодировать

Сообщение после декодирования:

# Работа приложения. Наложение шума.

После нажатия клавиши наложить шум в соответствующем текстовом поле появляется кодированное сообщение содержащее ошибки и становится доступна кнопка декодировать.

Каракозов А.Е. ВКР(Бакалавр) 2013

Введите информационное сообщение:  
1011

Выберите образующий многочлен 1101

Сообщение полученное в результате кодирования  
1111111

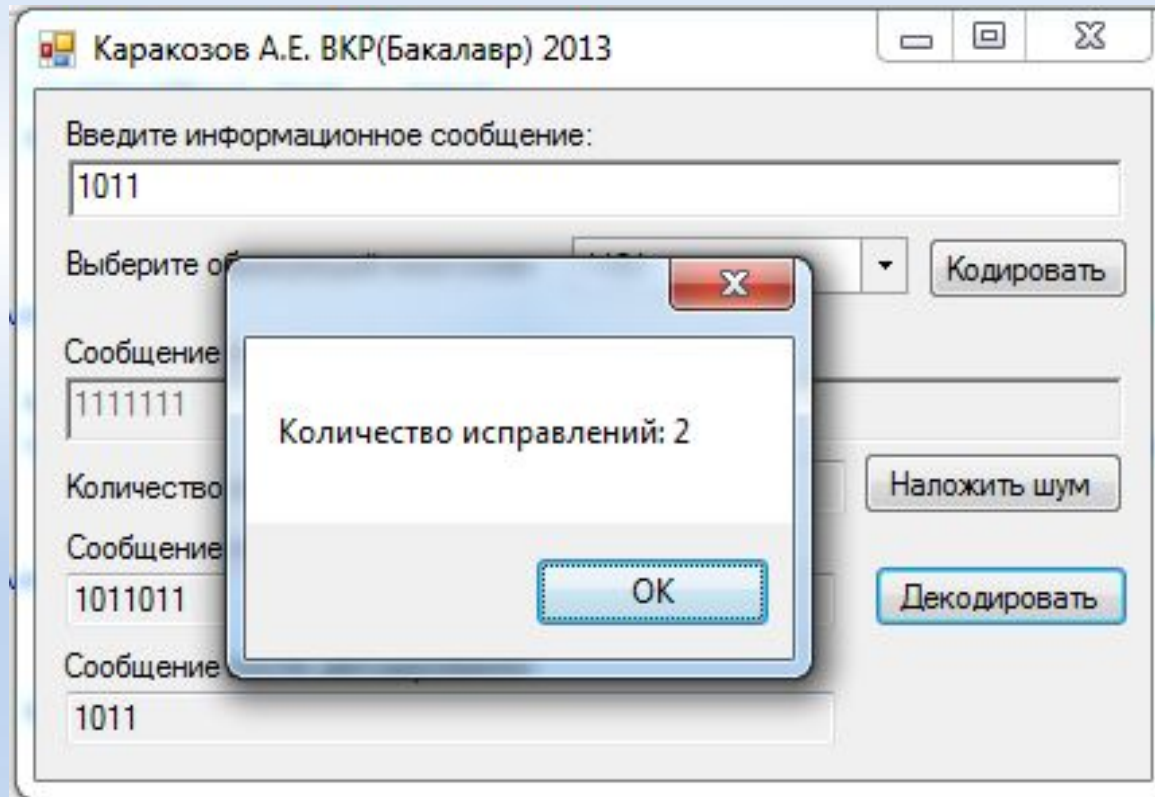
Количество накладываемых ошибок 2

Сообщение после наложения шума:  
1011011

Сообщение после декодирования:

# Работа приложения. Декодирование.

После нажатия клавиши декодировать выводиться исходное сообщение и сообщение о количестве ошибок.



# Итоги работы

1. Изучены математические основы теории циклических кодов
2. Разработано программное приложение, осуществляющее кодирование и декодирование информации посредством циклических кодов

**Спасибо за  
внимание!**