

## **Обучающая программа и генератор заданий по теме: «Алгоритм Хэмминга»**

*Козлов Егор Леонидович*

*Ярославский государственный педагогический университет*

*им. К.Д.Ушинского*

*Студент*

*Корнилов Петр Анатольевич*

*Ярославский государственный педагогический университет*

*им. К.Д.Ушинского*

*Кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой  
ТиМОИ*

### **Аннотация**

Программа была разработана с целью помощи студентам в усвоении указанной темы. Предусмотрена работа в нескольких режимах: изучения теории по данной теме; решения задач по кодированию/декодированию информации с помощью алгоритма Хэмминга; пошаговой демонстрации работы данного алгоритма; проверки знаний по данной теме; возможности преподавателю генерировать задания для проверки усвоения темы.

**Ключевые слова:** обучающая программа, алгоритм Ричарда Хэмминга, генератор заданий, кодирование информации.

## **Training program and a generator of tasks on the theme «the Algorithm of Hamming»**

*Kozlov Egor Leonidovich*

*Yaroslavl State Teacher Training University named after K.D.Ushinsky*

*Student*

*Kornilov Peter Anatolevich*

*Yaroslavl State Teacher Training University named after K.D. Ushinsky*

*Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor and Head  
of the Department of Theory and Methods of Teaching Informatics*

### **Abstract**

The software had been designed to help pupils and students learn the algorithm of Hamming. There are several modes: the theory; solving problems of coding and decoding information; step-by-step demonstration of the algorithm; test mode; generator of tasks.

**Keywords:** training program, the algorithm of Richard Hamming, a generator of tasks, coding of information.

## 1. Введение

Проблема потери данных при передаче информации - одна из самых актуальных проблем даже сегодня. Еще в 1950 году Ричард Хэмминг опубликовал свой способ возможного решения данной проблемы, который сейчас известен как код Хэмминга.

В наши дни существует множество усовершенствованных модификаций данного кода, блочные коды, которые используются в некоторых прикладных программах в области хранения данных, особенно в RAID 2, а, также алгоритм Хэмминга давно применяется в памяти типа ECC и позволяет «на лету» исправлять одинарные и обнаруживать двойные ошибки.

Для дальнейшего развития решения проблемы потери информации при передаче, безусловно, необходимо усвоить первоначальную идею, которую предложил Хэмминг.

## 2. Цели и задачи

Алгоритм Ричарда Хэмминга изучается в школах на профильных курсах и в университетах. Тема достаточно интересная и увлекательная, но в то же время часто возникают проблемы при её изучении. Просмотрев множество литературы по данной теме, я не нашел простого и доступного ресурса для ее изучения, поэтому я решил разработать программу по теме «Алгоритм Хэмминга», которая будет иметь несколько режимов работы:

- 1) изучения теории по данной теме;
- 2) решения задач по кодированию и декодированию информации (в двоичном или символьном виде) с помощью алгоритма Хэмминга;
- 3) пошаговой демонстрации работы данного алгоритма на вводимых пользователем примерах;
- 4) проверки знаний студентов по данной теме;
- 5) возможности преподавателю генерировать задания для проверки усвоения темы.

## 3. Теория

Коды Хэмминга – наиболее известные из первых самоконтролирующихся и самокорректирующихся кодов. Они построены применительно к двоичной системе счисления.

Самоконтролирующиеся коды – способные автоматически обнаруживать ошибки при передаче данных. Для того, чтобы построить такой код необходимо приписать к каждому слову один дополнительный (контрольный) двоичный разряд и выбрать цифру этого разряда так, чтобы общее количество единиц в изображении любого числа было, например, четным. Одиночная ошибка в одном из разрядов передаваемого слова (может быть, и в контрольном разряде) изменит четность общего количества единиц. Счетчики по модулю 2, подсчитывающие количество единиц, которые содержатся среди двоичных цифр числа, могут давать сигнал о наличии ошибок.

При этом невозможно узнать, в каком разряде произошла ошибка, а значит, нет возможности исправить её. Также остаются без внимания ошибки, возникающие одновременно в двух, четырёх, и т.д. – в четном количестве разрядов. Впрочем, двойные, а тем более четырёхкратные ошибки полагаются маловероятными.

Коды, в которых возможно автоматическое исправление ошибок, называются самокорректирующимися. Для построения самокорректирующегося кода, рассчитанного на исправление одиночных ошибок, одного контрольного разряда недостаточно. Количество таких разрядов ( $k$ ) должно быть выбрано так, чтобы удовлетворялось неравенство  $2^k \geq k+m+1$ , где  $m$  - количество основных двоичных разрядов кодового слова.

#### 4. Результат

В результате исследования алгоритма Хэмминга, мной была разработана следующая программа.

Внешний вид программы при первом запуске.

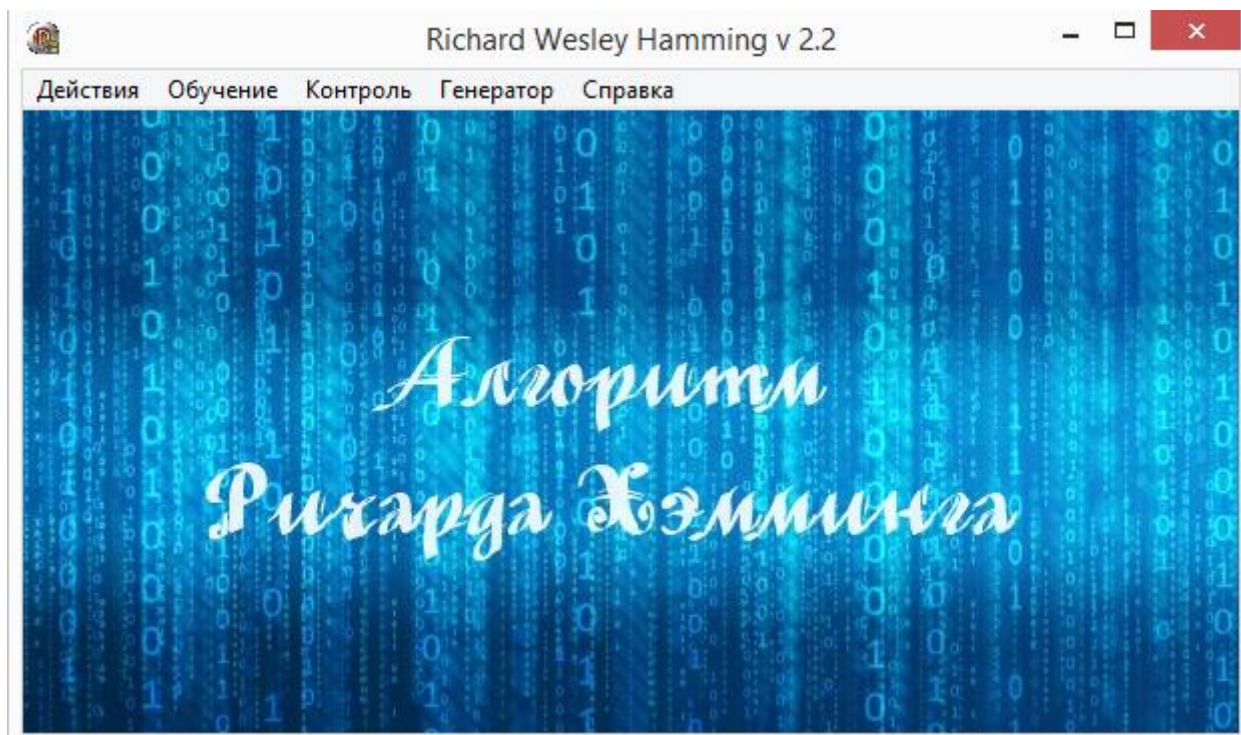


Рисунок 1 - Главное окно

Во вкладке «Действия» есть возможность кодировать или декодировать вводимую нами информацию.

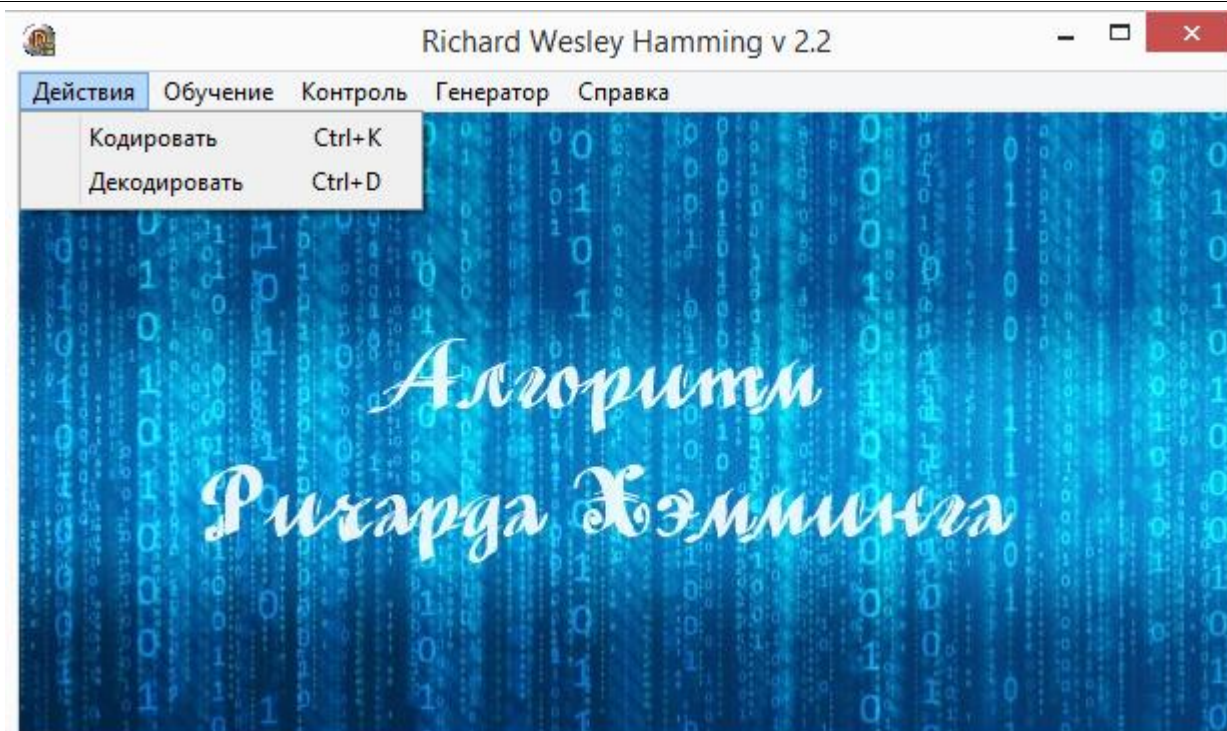


Рисунок 2 - Вкладка «Действия»

При кодировании мы можем вводить строку в двоичной СС, а, также, и в текстовом виде – программа сама определит, что это - символы и переведет их в двоичную СС.



Рисунок 3 - Окно кодирования

При декодировании перевод из двоичной СС в текст, если это возможно, осуществляется дополнительной кнопкой (To text).



Во вкладке Данные при кодировании\декодировании есть возможность открыть текстовый файл со строкой для ввода, либо сохранить результат в текстовый файл.

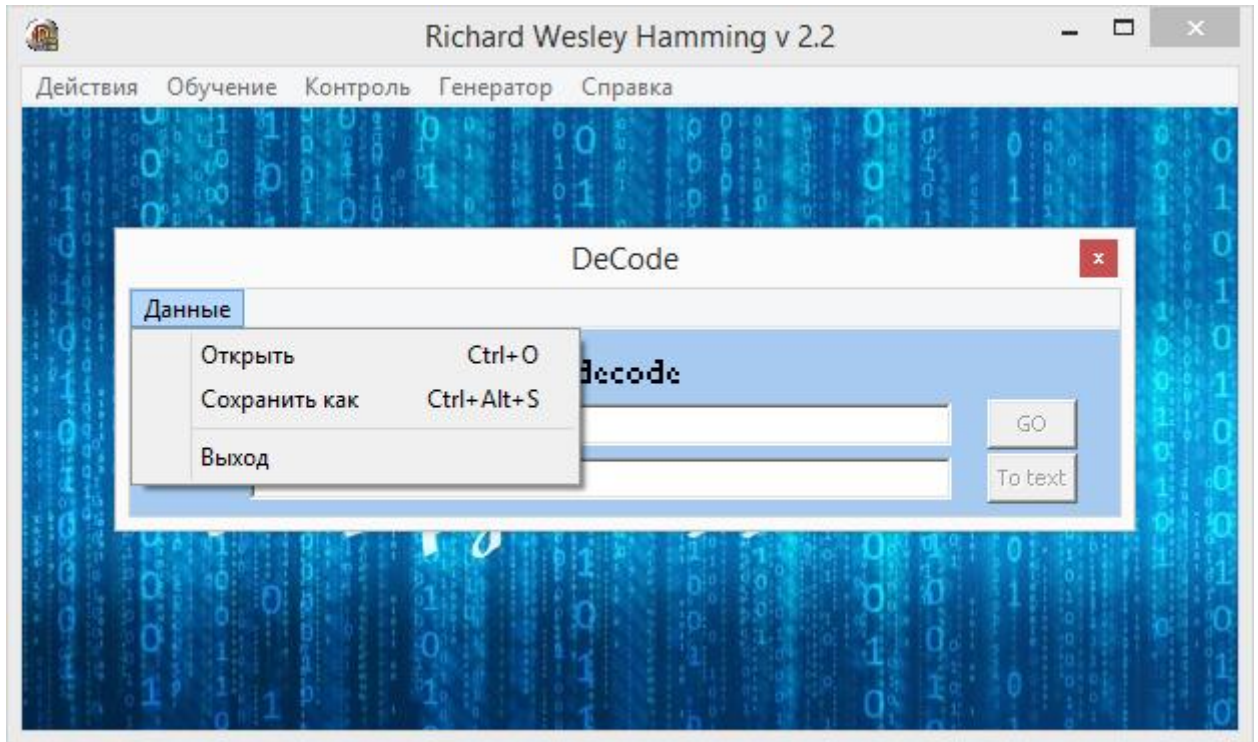


Рисунок 4 - Окно декодирования (вкладка «Данные»)

Вкладка «Обучение» содержит Теорию, открываемую в документе Microsoft Word, и режим обучения Кодированию и Декодированию.

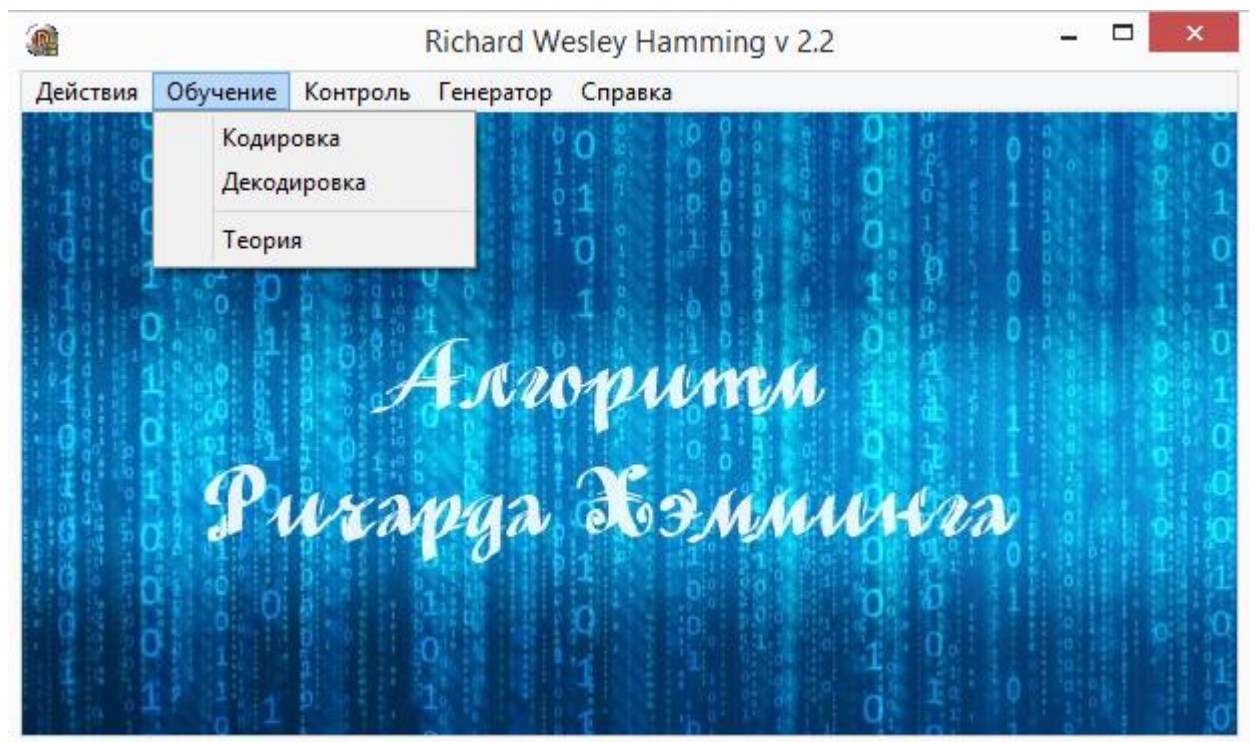


Рисунок 5 - Вкладка «Обучение»

Принцип обучающего режима кодирования и декодирования один и тот же. Необходимо ввести необходимую нам строку для кодирования или декодирования и нажать кнопку GO.

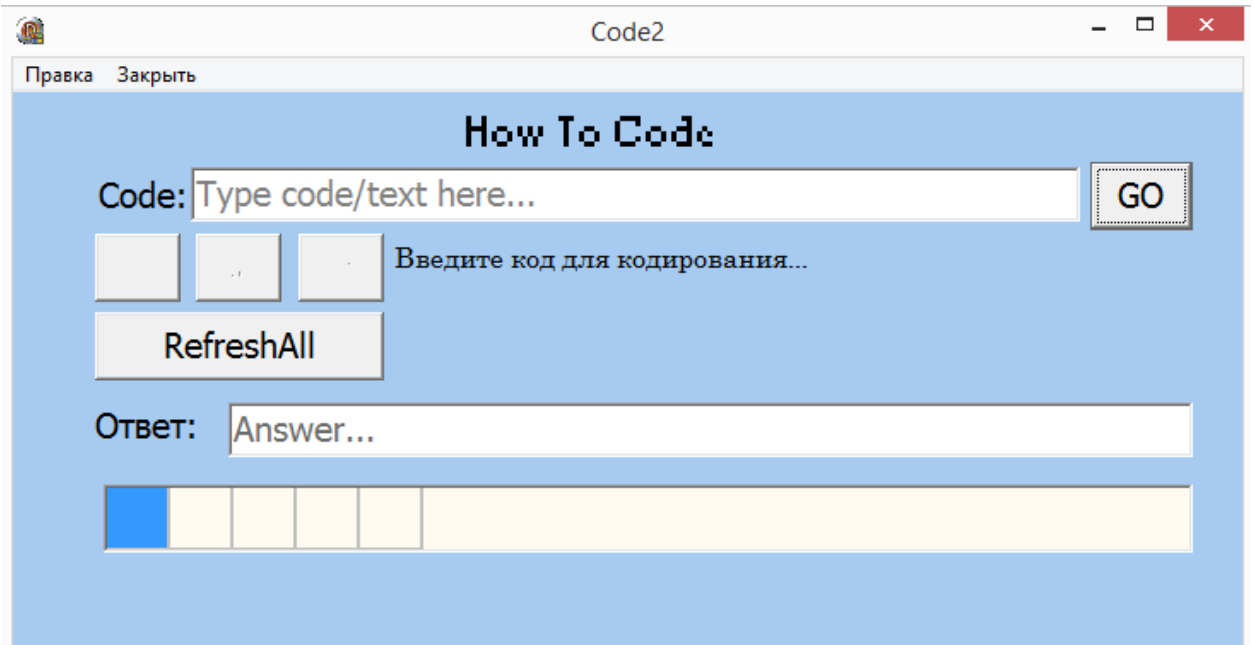


Рисунок 6 - Окно обучающего режима Кодирования.

Далее с помощью стрелок по шагам воспроизводим алгоритм Хэмминга. Кнопка со стрелкой вниз возвращает программу в конец алгоритма. Каждый шаг имеет описание.

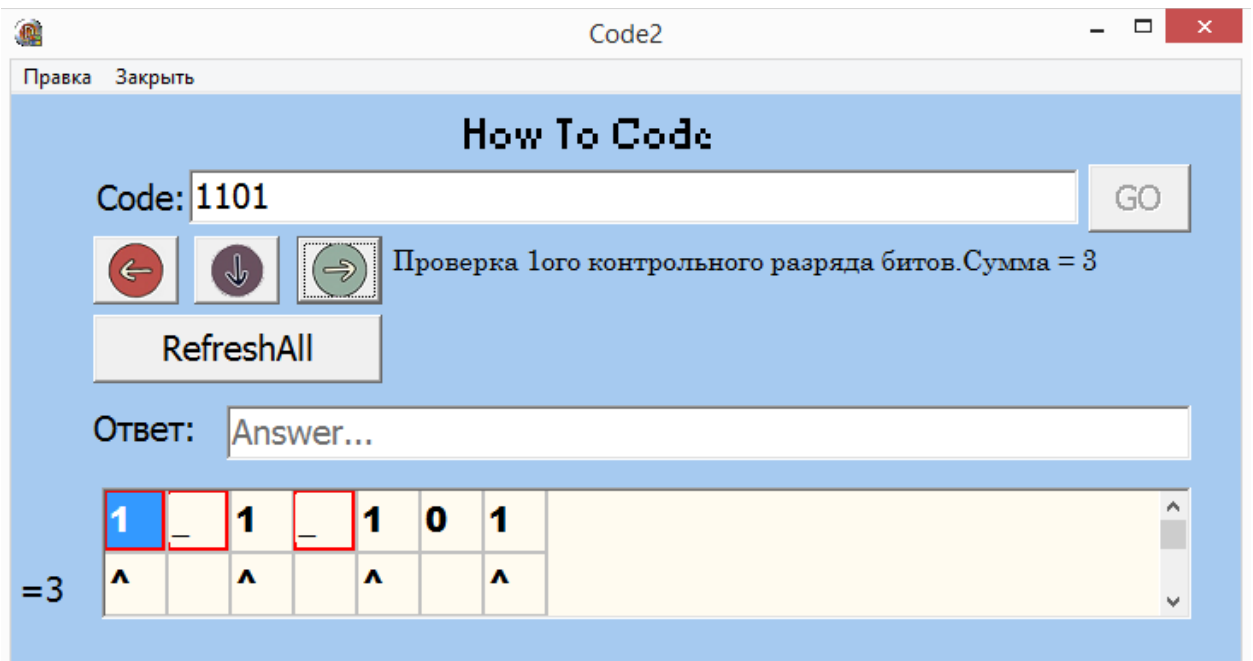


Рисунок 7 - Воспроизведение алгоритма по шагам с объяснением.

Во вкладке «Правка» дублируются шаг назад и вперед, и, кнопка RefreshAll, которая очищает рабочую область. (Рис. 5)

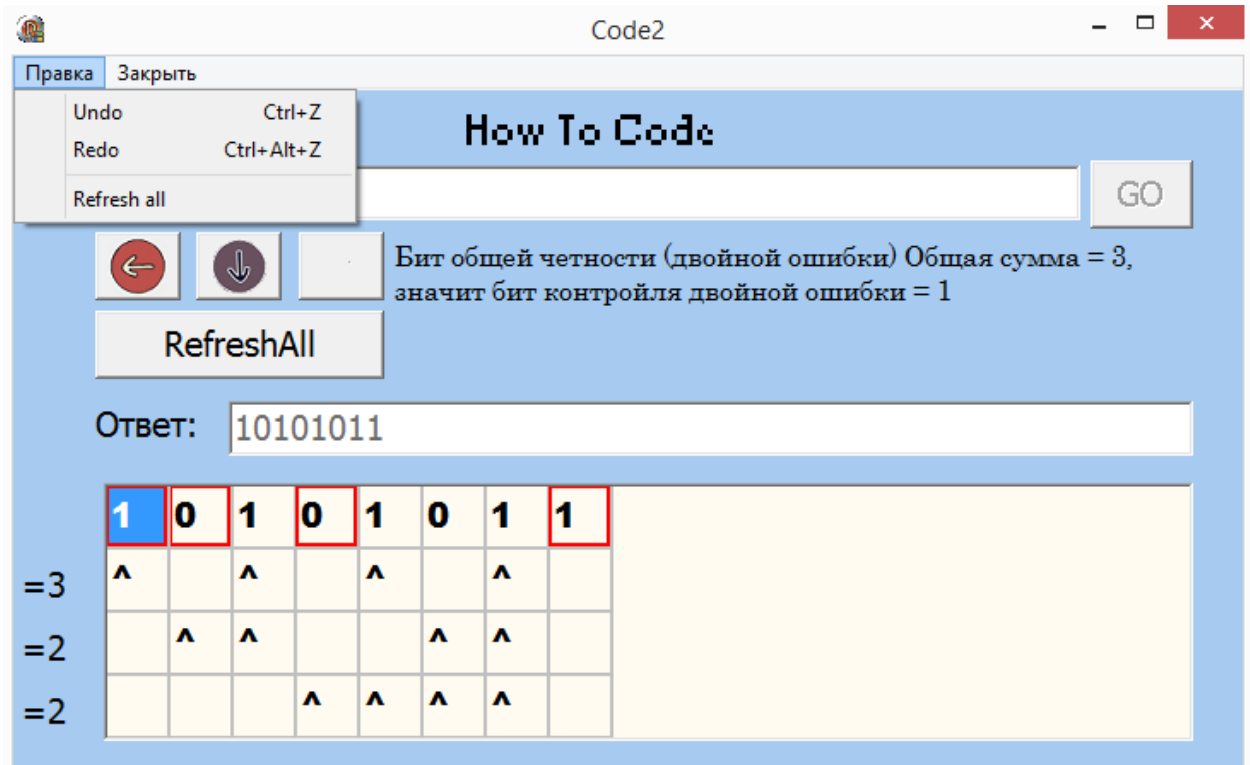


Рисунок 8 - Вкладка «Правка» окна обучения Кодированию.

Во вкладке Контроль мы можем проверить усвоение материала по теме «Алгоритм Хэмминга» с помощью программы QuizZ.

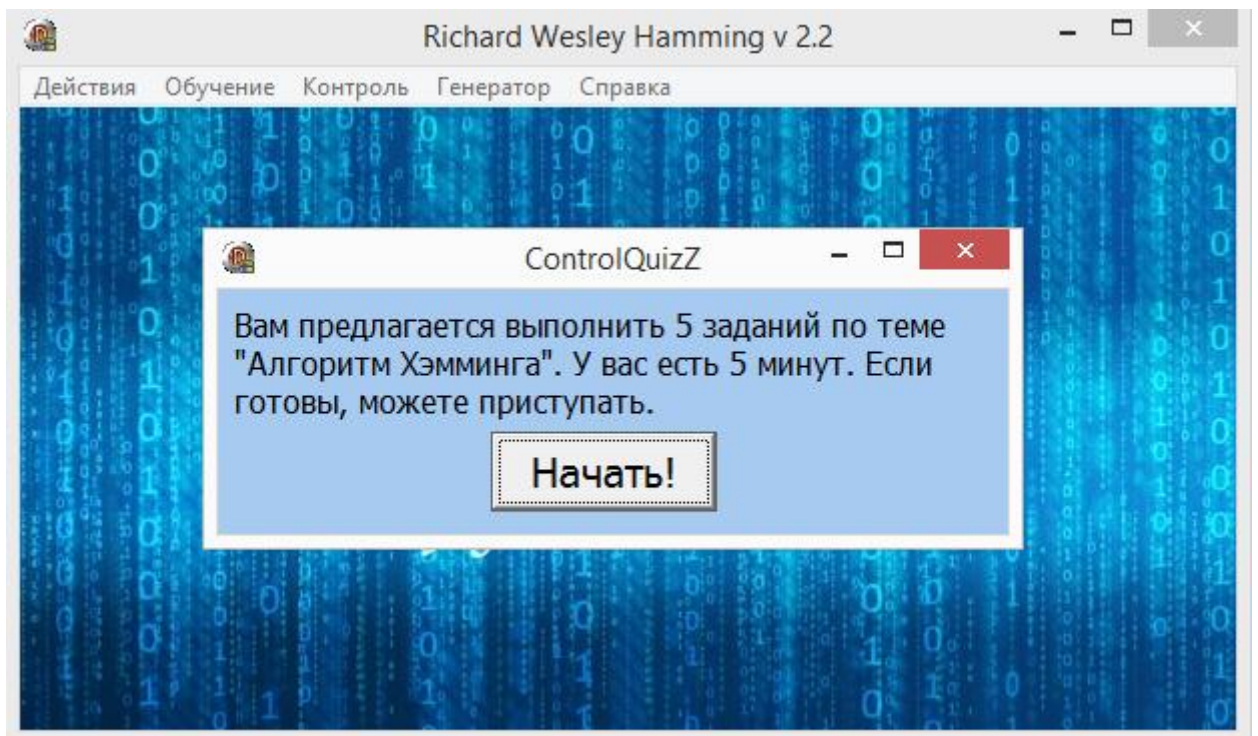


Рисунок 9 - Вкладка «Контроль» - QuizZ, окно теста.



После нажатия кнопки «Начать!» появятся 5 заданий, после выполнения которых на экран выводится результат прохождения теста.

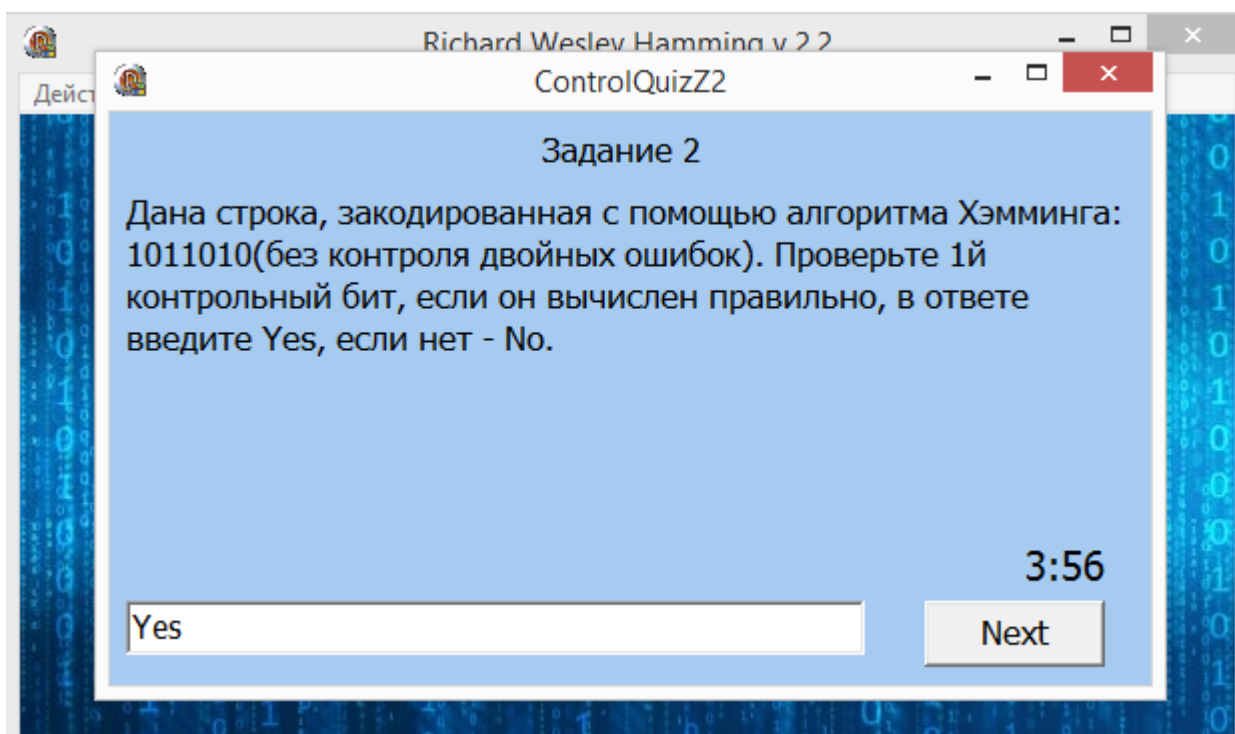


Рисунок 10 - Окно прохождения теста.

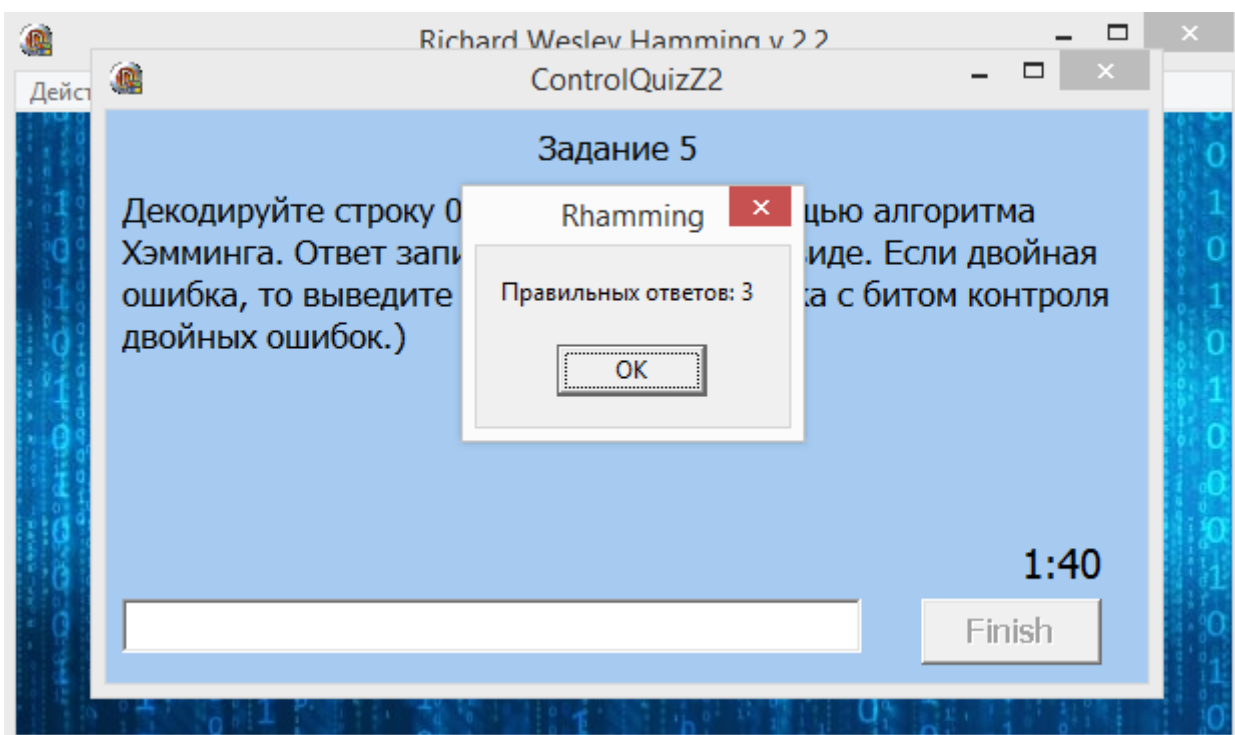


Рисунок 11 - Результат прохождения теста

Во вкладке «Генератор» находятся режим генерирования заданий для составления проверочных работ по теме «Алгоритм Хэмминга».



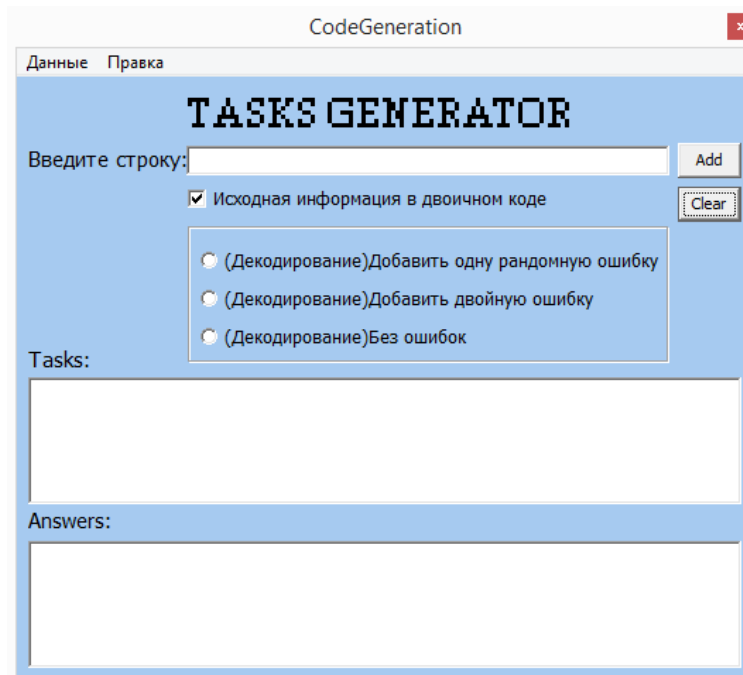


Рисунок 12 - Окно генератора заданий.

Здесь можно ввести строку в символьном виде, или в двоичной СС, предварительно установив флажок на пункте «Исходная информация в двоичном коде». Далее предоставляется выбор - хотим ли мы:

- добавить одну ошибку;
- добавить двойную ошибку;
- оставить код без ошибок.

Далее, кликнув на кнопку «Add» мы получим текст готового задания, для проверочных работ по данной теме.

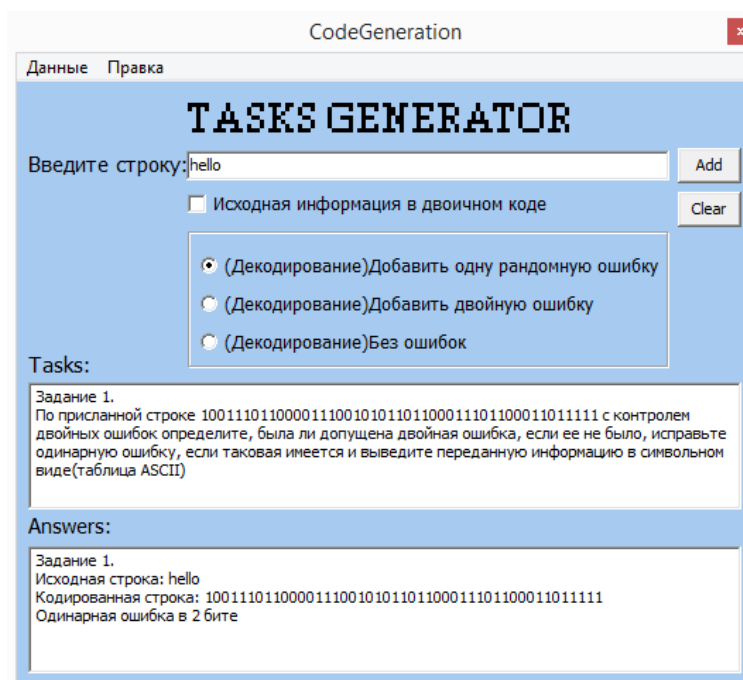


Рисунок 13 - Окно генератора заданий

Таких заданий можно составить несколько, а после сохранить в документ Microsoft Word. Текст заданий сохраняется в один файл, текст с ответами - в другой.

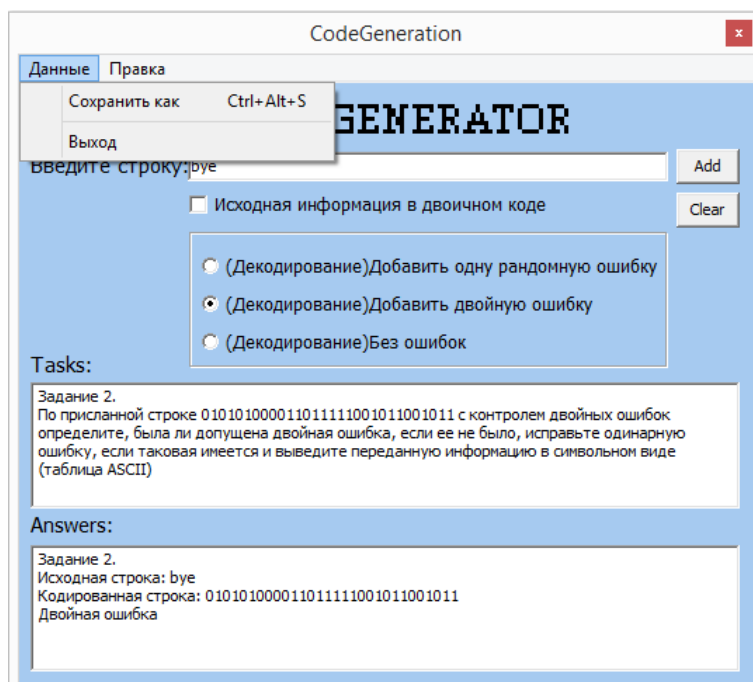


Рисунок 14 - Вкладка «Данные» окна генератора заданий.

Последняя вкладка «Справка» содержит информацию о Программе и Об Авторе.

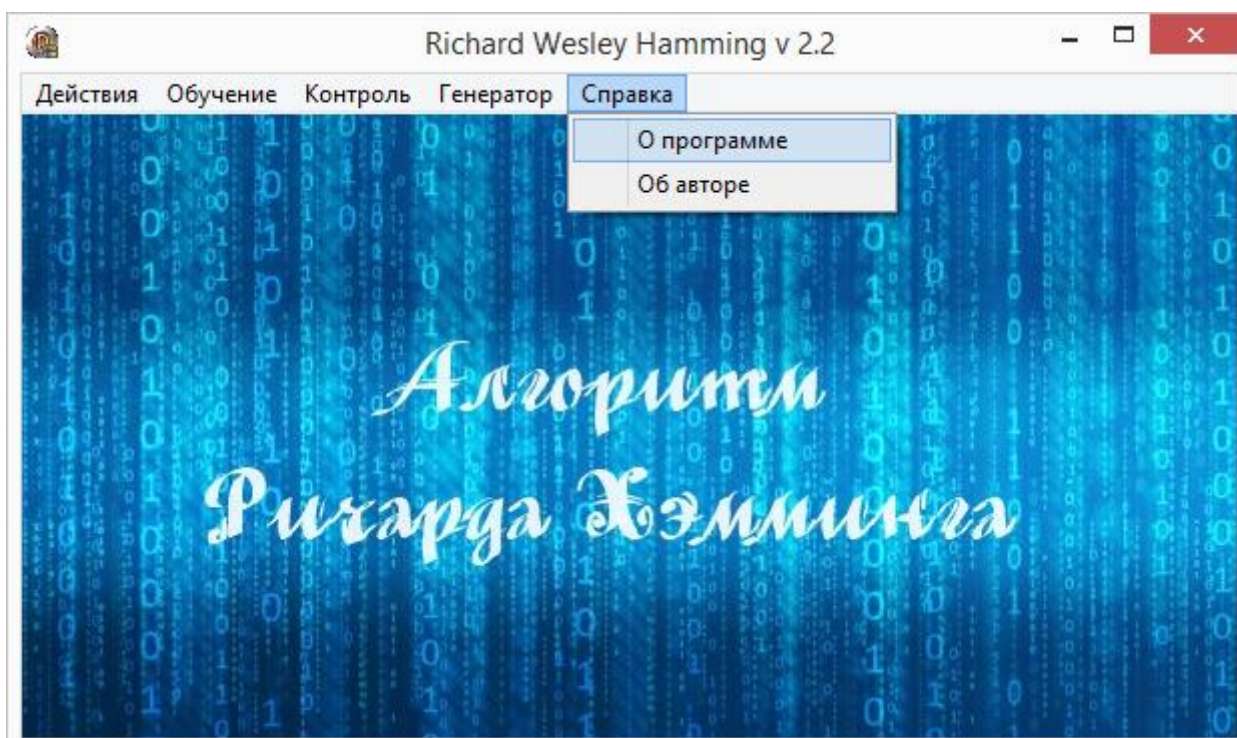


Рисунок 15 - Вкладка «Справка»

### **5. Заключение**

Демонстрационная программа алгоритма Хэмминга решает одновременно несколько задач (обучение, контроль, теоретическое изложение материала, составление заданий), тем самым, помогая ученику полноценно изучить данную тему. Программа имеет простое меню и доступное объяснение решения.

Данная программа поможет ученикам усвоить достаточно серьезный материал и тут же проверить свои знания, а, также, упростит работу преподавателям при составлении заданий для проверочных работ по теме.

Разработанная программа уже активно используется в университете при изучении темы «Алгоритм Хэмминга». Стоит отметить, что аналогов у этой программы, по данной теме, не было обнаружено.

### **Библиографический список**

1. Питерсон У., Уэлдон Э. Коды, исправляющие ошибки. М.: Мир, 1976. 600 с.
2. Пенин П.Е., Филиппов Л.Н. Радиотехнические системы передачи информации. М.: Радио и Связь, 1984. 256 с.
3. Блейхут Р. Теория и практика кодов, контролирующих ошибки. М.: Мир, 1986. 576 с.
4. David J.C. MacKay Information Theory, Inference and Learning Algorithms. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.
5. Todd K. Moon Error Correction Coding. New Jersey: John Wiley & Sons, 2005.