

## Генерация и проверка заданий в среде MathCAD

**Галина Ивановна Попова,**

доцент кафедры информационных образовательных технологий факультета математики и компьютерных наук Кубанского государственного университета

**Оксана Андреевна Астанина,**

студентка магистратуры кафедры информационных образовательных технологий факультета математики и компьютерных наук Кубанского государственного университета

**Надежда Николаевна Недилько,**

студентка магистратуры кафедры информационных образовательных технологий факультета математики и компьютерных наук Кубанского государственного университета

• генерация задания • шаблон задания • карточка задания • MathCAD •

Математический пакет MathCAD, обладающий широкими возможностями численного и символьного решения задач, совмещающий в одной программной среде достоинства табличного процессора, текстового редактора, графического редактора, может быть удобным инструментом учителей математики, информатики, физики, позволяющим реализовать собственные методические идеи при создании электронных учебных материалов, в частности, генерировать нужное количество однотипных заданий равной сложности.

Как справедливо замечено, «несмотря на то, что разработки в области автоматизации образования ведутся давно, недостаток многих существующих систем автоматизированного обучения заключается

в слабом развитии средств генерации заданий для обучаемых и анализа ответов на них»<sup>1</sup>.

Отметим дидактические свойства па-

кета MathCAD, позволяющие разрабатывать электронные учебные материалы с функцией генерации индивидуальных заданий<sup>2</sup>.

— *Информативность*, позволяющая осуществлять предъявление необходимой информации, обеспечивается возможностью вставки в документ блоков различных видов: текста, формул, графиков, анимации.

— *Наглядность* поддерживается развитыми графическими возможностями, а также возможностями визуализации, в том числе и с использованием анимации.

— *Динамичность* реализуется на основе создания и интеграции в документ компьютерных моделей различных процессов, анимационных клипов, видеодемонстрации исследования свойств математических объектов, например, графиков функций в движении.

— *Вариативность*, позволяющая автоматизировать процесс генерирования вариантов индивидуальных заданий, осуществляется на основе конструирования программных

<sup>1</sup> Братчиков И.Л. Генерация тестовых заданий в экспертно-обучающих системах // Вестник РУДН. 2012. № 2. Сер. «Информатизация образования».

<sup>2</sup> Попова Г.И. Конструирование электронных учебных материалов в профессиональной подготовке учителей. Автореф. дис. ... канд. пед. наук. Краснодар, 2006. 23 с.

модулей с использованием датчиков случайных чисел.

Функция **rnd(x)** возвращает псевдослучайное число в диапазоне от 0 до  $x$ . Функция **runif(n, a, b)** возвращает вектор  $n$  псевдослучайных чисел в диапазоне от  $a$  до  $b$ . Для генерации вещественного случайного числа в диапазоне от  $a$  до  $b$  можно использовать формулу:

$$a + \text{rnd}(b - a).$$

Чтобы число было целым, применим функцию округления **round**:

$$\text{round}(a + \text{rnd}(b - a)).$$

— *Уплотнение учебной информации*, обеспечивающееся использованием блочной структуры документа MathCAD на основе встраиваемых областей (Area), которые позволяют варьировать вид документа (в более подробном виде — с открытыми областями или в более кратком — с закрытыми); а также использованием гиперссылок.

Использование областей позволяет один и тот же документ представлять в различных формах:

- для учителя, оставляя открытыми блоки генерации параметров и блоки ответов;
- для учащегося, скрывая эти блоки и, возможно, защищая паролем.

Вставка области выполняется командой **Insert/Area** (Вставка/Область), в документе MathCAD появляется пустая область с линиями и значками:



Двойной щелчок по значку сверху или снизу закрывает область, т.е. делает её скрытой.

В область можно поместить ответы, подсказки, информацию для самопроверки, задания, генерационные формулы и т.п. Вид области можно изменять: убирать линии, значки, включать границы, подсветку области, давать области имя. Всё это делает-

ся с помощью параметров команды **Format/Properties** (Формат/Свойства) или контекстного меню.

Для областей, предназначенных только для учителя, выделение лучше делать незаметным, например, линиями, чтобы оно не отвлекало внимание учащегося и чтобы, вместе с тем, учитель мог быстро найти в документе область, когда потребуется внести в неё изменения. Однако не стоит совсем отказываться от выделения, так как такую область трудно обнаружить в документе.

Область (как открытую, так и скрытую) можно блокировать — защитить паролем командой **Format/Area/Lock** (Формат/Область/Заблокировать). В этом случае её содержимое становится недоступным для изменения до тех пор, пока не будет снята блокировка **Format/Area/Unlock** (Формат/Область/Разблокировать). Защищать паролем следует все те области, изменение которых учеником не предусмотрено. Это предотвратит случайное или намеренное изменение содержимого документа.

Те формулы, которые учащийся должен изменять (например, вычислить и ввести значения каких-либо переменных), не следует помещать в области и защищать. Наоборот, их удобно выделить подсветкой, обозначив тем самым параметры, которые необходимо изменить.

— *Простота управления* средой MathCAD опирается на близость входного языка к естественному математическому, а также на использование наборных панелей, гиперссылок, элементов управления.

— *Цикличность* применения обучающей программы или её частей в учебном процессе. Система MathCAD допускает изменение параметров, что позволяет многократно использовать тренажёры и задания с автоматическим изменением параметров, неоднократно повторять процедуру решения учебного задания.

— *Интеграция* MathCAD с офисными приложениями MS Word, MS Excel — позволяет создавать информационную среду, включающую систему взаимосвязанных файлов.

— *Интерактивность*. Система MathCAD позволяет изменять параметры изучаемого объекта и сразу наблюдать результат.

При записи сложных формул используется встроенный язык программирования. Панель инструментов **Programming** (Программирование) включает следующие команды:

- AddLine (добавить строку);
- ← (команда локального присваивания);
- if (условный оператор);
- otherwise (оператор альтернативы);
- for (команда цикла со счётчиком);
- while (команда цикла с предусловием);
- break (прерывание цикла);
- continue (прерывание итерации цикла);
- return (возврат значения);
- onerror (перехват ошибок).

В процессе создания электронных учебных материалов можно выделить следующие этапы:

- 1) отбор содержания учебных материалов;
- 2) разработка сценария;
- 3) выбор генерируемых параметров заданий;
- 4) создание файлов генерируемых параметров заданий;
- 5) создание файла-шаблона задания;
- 6) создание банка данных (карточек заданий).

Покажем на примере задания с кратким ответом В4 КИМ ЕГЭ по информатике и ИКТ 2012 г. — как используются некоторые из перечисленных возможностей пакета MathCAD 14 для генерации индивидуальных заданий. Приведём текст задания:

**Все 5-буквенные слова, составленные из букв А, О, У, записаны в алфавитном порядке.**

**Вот начало списка:**

1. ААААА
2. ААААО
3. ААААУ
4. АААОА
- .....

**Запишите слово, которое стоит на 240-м месте от начала списка.**

Под шаблоном задания будем понимать условие задачи, в котором исходные данные можно изменять в соответствии с заданным алгоритмом.

Файл-шаблон должен обеспечивать выполнение следующих действий:

1. Работу в режиме учителя для генерации нужного количества заданий.
2. Работу в режиме ученика в качестве тренажёра или для контроля.

Вставим в документ MathCAD область (Area). В неё мы поместим блоки вычислений для учителя. Область можно закрыть (захлопнуть) и защитить паролем.

Для формулировки условия задачи необходимо задать алфавит, мощность алфавита, длину слова. Вставим блоки ввода входных данных, выделим их фоном **Format/Properties/Highlight Region/Choose Color** (Формат/Свойства/Фон выделенной области/Выбрать цвет). Комментарии вставляются командой **Insert/Text Region** (Добавить/Текстовую область) (рис. 1).

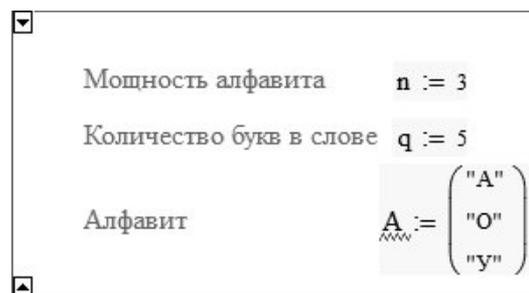


Рис. 1

Добавим в область для учителя блоки вычисления количества слов и генерации номера слова с использованием датчика случайных чисел **rnd** в диапазоне  $[1, n^q]$ . Функция **round** округляет результат (рис. 2).

$$\begin{aligned} &\text{Количество слов } n^q = 243 \\ &\text{Генерация номера слова} \\ &k := \text{round}\left(\text{rnd}\left(n^q - 1\right)\right) + 1 = 1 \end{aligned}$$

Рис. 2

Количество различных вариантов задания равно количеству значений переменной  $k$ , в нашем случае это 243.

Ниже области в документе разместим в текстовом блоке условие задачи **Insert/Text Region** (Добавить/Текстовую область) и элемент управления для ввода ответа **Insert/Control/TextBox** (Добавить/Управление/Текстовое поле), в метку-заполнитель введём имя элемента — **Ответ**, выделим фоном



Рис. 3

Все 5-буквенные слова, составленные из букв А, О, У, записаны в алфавитном порядке.

Вот начало списка:

1. ААААА
2. ААААО
3. ААААУ
4. АААОА

....

Запишите слово, которое стоит на  $k$ -том месте от начала списка.

$$k = 200$$

Введите ответ:



Рис. 4

Вид условия задачи в документе MathCAD показан на рис. 4.

Добавим в документ ещё одну область и вставим в неё программные блоки для вычисления правильного ответа для сгенерированного значения  $k$ . Воспользуемся методом, описанным в работе К.Ю. Полякова<sup>3</sup> — троичным кодированием: присвоим букве А код 0, букве О — 1, букве У — 2. Выпишем начало списка:

1. 00000
2. 00001
3. 00002
4. 00010
- ...

Это числа, записанные в троичной системе счисления в порядке возрастания: 0, 1, 2, 3 и т. д. На  $k$ -том месте в списке стоит число  $k - 1$ , записанное в троичной системе счисления. Переведём  $k - 1$  в троичную систему, заменим цифры буквами и получим эталон ответа.

Создадим программный блок — функцию **S(k)** (рис. 5), которая возвращает буквенное выражение троичного представления числа  $k - 1$ .

<sup>3</sup> Поляков К.Ю. Материалы для подготовки к ЕГЭ по информатике (2012) [Электронный ресурс]. URL: <http://kpolyakov.narod.ru/school/ege/retro.htm>.

Генерация слова с номером  $k$

```

S(k) :=
  k3 ← k - 1
  B ← ""
  j ← 0
  while k3 > 0
    z ← mod(k3, n)
    for i ∈ 0..n - 1
      B ← concat(Ai, B) if z = i
    j ← j + 1
    k3 ← trunc( $\frac{k3}{n}$ )
  while q - j > 0
    B ← concat(A0, B)
    j ← j + 1
  B

```

$S(k) = "УООАО"$

Рис. 5

Для проверки создадим программный блок — функцию Num(k) (рис. 6), которая переводит число  $k$  в троичную систему счисления.

Генерация представления числа  $k-1$  в с/с с основанием  $n$

```

Num(k) :=
  k3 ← k - 1
  m ← 0
  j ← 1
  while k3 > 0
    m ← m + mod(k3, n) · j
    k3 ← trunc( $\frac{k3}{n}$ )
    j ← j · 10
  m

```

$Num(k) = 21101$

Рис. 6

Для сравнения эталонного ответа и ответа ученика вставим блок вычисления переменной **Результат** с использованием функции **if**.

$Результат := \text{if}(\text{Ответ} = S(k), "ВЕРНО", "НЕВЕРНО")$

Вставим блок вывода значения переменной **Результат**.

**Результат = "ВЕРНО"**

Рис. 7

Закроем обе области для учителя, их можно снабдить паролями (командой контекстного меню **Lock** (Заблокировать)). Защитим рабочий лист от изменений. Для этого сначала в свойствах области ответа (рис.3) сбросим флажок **Protect Region from Editing** (Защитить область от изменения), затем защитим лист от изменений командой **Tools/ProtectWorksheet...** (Инструменты/Защита рабочего листа). Таким образом, в документе будет доступно для изменений только поле ввода ответа. Окончательный вид документа с закрытыми областями показан на рис. 8.

Это готовая карточка для ученика. При выполнении команды **Tools/Calculate/CalculateWorksheet** (Инструменты/Вычислить/Вычислить рабочий лист) получим новый вариант задания. Задания можно копировать и сохранять в документе MS Word. Возможно также создание базы заданий путём вставки в документ команд сохранения параметров заданий и ответов к ним в текстовых файлах или в электронных таблицах Excel<sup>4</sup>.

Разработанный документ может быть использован для генерации большого числа равнозначных по сложности индивидуальных заданий.

Подобные файлы генерации можно разработать и для других заданий КИМ ЕГЭ по информатике, математике, физике.

<sup>4</sup> Грушевский С.П., Попова Г.И. Конструирование электронных дидактических документов в среде MathCAD: Учеб.-метод. пособие. Краснодар: КубГУ, 2005. 72 с.



Все 5-буквенные слова, составленные из букв А, О, У, записаны в алфавитном порядке.

Вот начало списка:

1. ААААА
2. ААААО
3. ААААУ
4. АААОА

....

Запишите слово, которое стоит на  $k$ -том месте от начала списка.

$k = 200$

Введите ответ:

Ответ :=

УООАО



Результат = "ВЕРНО"

Рис. 8

Настоящая работа была выполнена в рамках проекта по дисциплине «Математические инструментальные среды в естественно-научном образовании». □