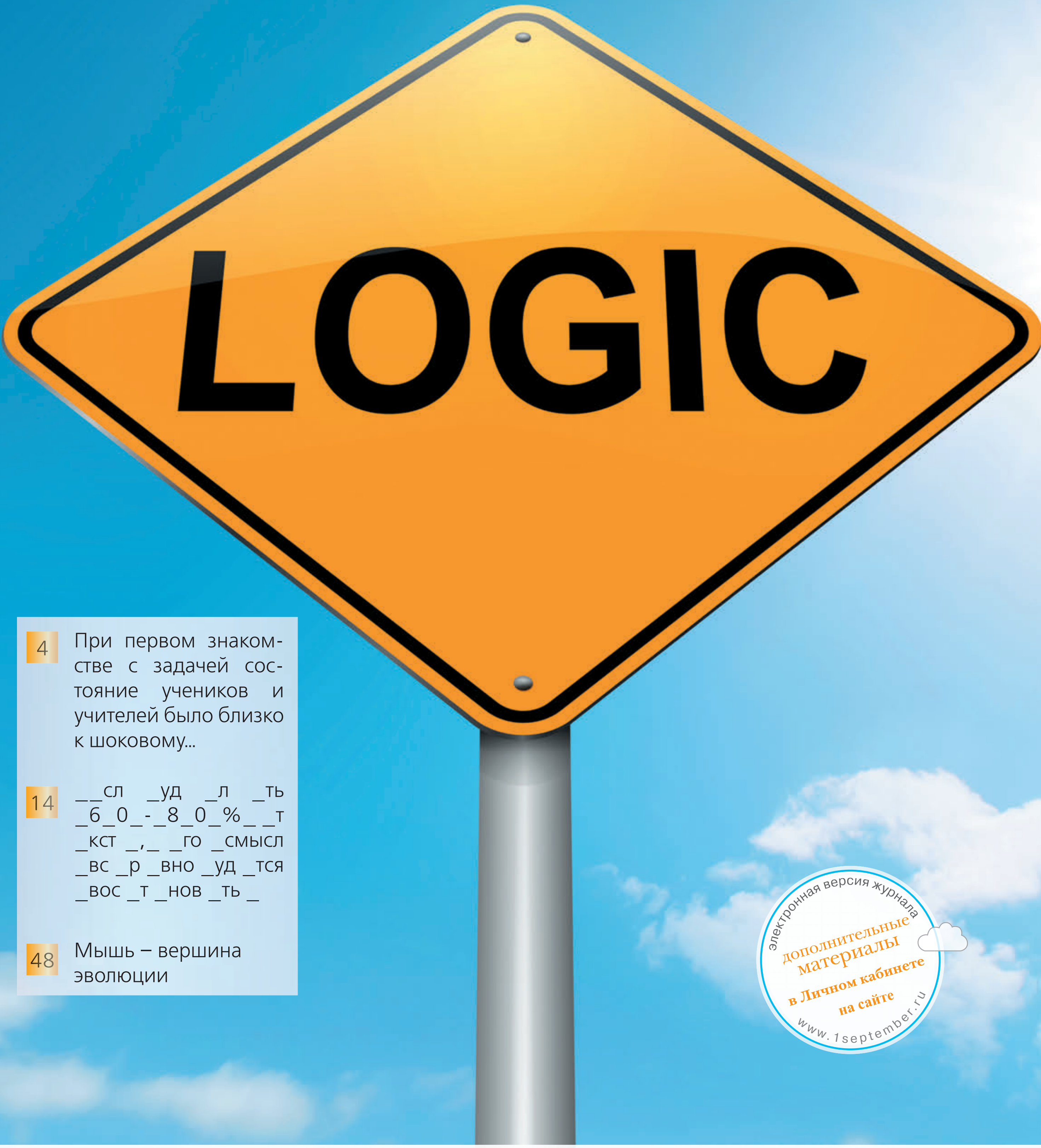
№12 Издание основано в 1995 г. inf.1september.ru
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ

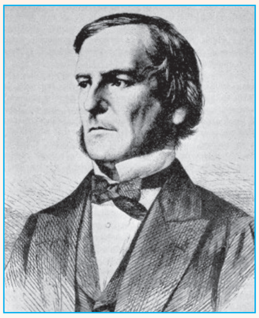
ИНФОРМАТИКА



электронная версия журнала
дополнительные материалы
в Личном кабинете
на сайте
www.1september.ru

издательский дом 1september.ru
Первое сентября
декабрь 2014
ИНФОРМАТИКА Подписка на сайте www.1september.ru или по каталогу «Почта России»: 79066 — бумажная версия, 12684 — CD-версия

НА ОБЛОЖКЕ



Наступающий 11111011111 год — знаменательный и для нашего предмета, и для нашей науки. В следующем году исполняется 11001000 лет со дня рождения Джорджа Буля!

В НОМЕРЕ

В ЛИЧНОМ КАБИНЕТЕ

Облачные технологии от Издательского дома “Первое сентября”

Уважаемые подписчики бумажной версии журнала!

Дополнительные материалы к номеру и электронная версия журнала находятся в вашем Личном кабинете на сайте www.1september.ru.

Для доступа к материалам воспользуйтесь, пожалуйста, кодом доступа, вложенным в №7–8/2014.

Срок действия кода: с 1 июля по 31 декабря 2014 года.

Для активации кода:
- зайдите на сайт www.1september.ru;
- откройте Личный кабинет (создайте, если у вас его еще нет);
- введите код доступа и выберите свое издание.

Справки: podpiska@1september.ru или через службу поддержки на портале “Первого сентября”.

ЭЛЕКТРОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Презентации и исходные файлы к статьям номера

ИНФОРМАТИКА

ПОДПИСНЫЕ ИНДЕКСЫ
по каталогу “Почта России”: 79066 — бумажная версия, 12684 — электронная версия

http://inf.1september.ru

Учебно-методический журнал для учителей информатики
Основан в 1995 г.
Выходит один раз в месяц

РЕДАКЦИЯ:
гл. редактор С.Л. Островский
редакторы
Е.В. Андреева,
Д.М. Златопольский (редактор вкладки “В мир информатики”)
Дизайн макета И.Е. Лукьянов
верстка Н.И. Пронская
корректор Е.Л. Володина
секретарь Н.П. Медведева
Фото: фотобанк Shutterstock
Журнал распространяется по подписке
Цена свободная
Тираж 27 000 экз.
Тел. редакции: (499) 249-48-96
E-mail: inf@1september.ru
http://inf.1september.ru

ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ “ПЕРВОЕ СЕНТЯБРЯ”
Главный редактор:
Артем Соловейчик (генеральный директор)
Коммерческая деятельность:
Константин Шмарковский (финансовый директор)
Развитие, IT и координация проектов:
Сергей Островский (исполнительный директор)
Реклама, конференции и техническое обеспечение Издательского дома:
Павел Кузнецов
Производство:
Станислав Савельев
Административно-хозяйственное обеспечение:
Андрей Ушков
Педагогический университет:
Валерия Арсланьян (ректор)

ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСКОГО ДОМА “ПЕРВОЕ СЕНТЯБРЯ”
Английский язык – А.Громушкина
Библиотека в школе – О.Громова
Биология – Н.Иванова
География – и.о. А.Митрофанов
Дошкольное образование – Д.Тюттерин
Здоровье детей – Н.Сёмина
Информатика – С.Островский
Искусство – О.Волкова
История – А.Савельев
Классное руководство и воспитание школьников – М.Битянова
Литература – С.Волков
Математика – Л.Рослова
Начальная школа – М.Соловейчик
Немецкий язык – М.Бузоева
ОБЖ – А.Митрофанов
Русский язык – Л.Гончар
Спорт в школе – О.Леонтьева
Технология – А.Митрофанов
Управление школой – Е.Рачевский
Физика – Н.Козлова
Французский язык – Г.Чесновицкая
Химия – О.Блохина
Школа для родителей – Л.Печатникова
Школьный психолог – М.Чибисова

УЧРЕДИТЕЛЬ:
ООО “ЧИСТЫЕ ПРУДЫ”
Зарегистрировано ПИ № ФС77-44341 от 22.03.2011
в Министерстве РФ по делам печати
Подписано в печать: по графику 15.10.2014, фактически 15.10.2014
Заказ №
Отпечатано в ОАО “Первая Образцовая типография”
Филиал “Чеховский Печатный Двор”
ул. Полиграфистов, д. 1, Московская область, г. Чехов, 142300
Сайт: www.chpd.ru
E-mail: sales@chpk.ru
Факс: 8 (495) 988-63-76

АДРЕС ИЗДАТЕЛЯ:
ул. Киевская, д. 24, Москва, 121165
Тел./факс: (499) 249-31-38
Отдел рекламы:
(499) 249-98-70
http://1september.ru

ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ПОДПИСКА:
Телефон: (499) 249-47-58
E-mail: podpiska@1september.ru

Windows: сразу “в десятку”?

“— Здравствуйте, меня зовут Билл Гейтс, и сегодня я научу вас считать до 10. Поехали: 1, 2, 3, 95, 98, NT, 2000, XP, Vista, 7, 8, 10”.

Популярный (с недавних пор) анекдот

Вот уже полгода самые “продвинутые” любители продукции Microsoft ждали выхода новой, 9-й версии. А дождались — сразу 10-й.

Презентация новой версии ОС Windows 10 состоялась в конце сентября 2014 г. Именно на ней было объявлено, что Microsoft пропускает 9-й номер и сразу после “восьмерки” выпускает “десятку”. Догадки о причинах этого строили все кому не лень: это и желание поскорее “уйти” от неудавшейся в общем-то “восьмерки”, и стремление приобщиться к известной фразе “попасть в десятку”, и аналогия с недавно появившейся от Mac OS X (тоже “десятки”, хотя бы и римской)… Есть, впрочем, и более прагматичная версия: во многих программных приложениях для Windows код “опозначания” версии Windows выглядит так:

```
if(version.StartsWith("Windows 9"))
 { /* 95 and 98 */ }
else {
```

то есть версия с девяткой может быть ошибочно посчитана за Win95/98.

Впрочем, нам, рядовым пользователям, важнее, что разработчики готовы нам предложить в плане интерфейса и функционала. Итак:

1) Это будет единая ОС для всех типов устройств — от смартфонов и игровых приставок (типа XBOX) до настольных ПК, что избавит пользователей от переучивания при переходе от одного устройства к другому. Общим станет и магазин приложений Windows. А сами эти приложения будут открываться в привычных всем обычных окнах.

2) На Рабочий стол вернется незаслуженно “утерянное” в Win8 меню “Пуск”, практически такое же, как в Win XP или Win 7. Правда, справа в нем будет “приделано” и так полюбившееся Microsoft меню из плиток из Win8.

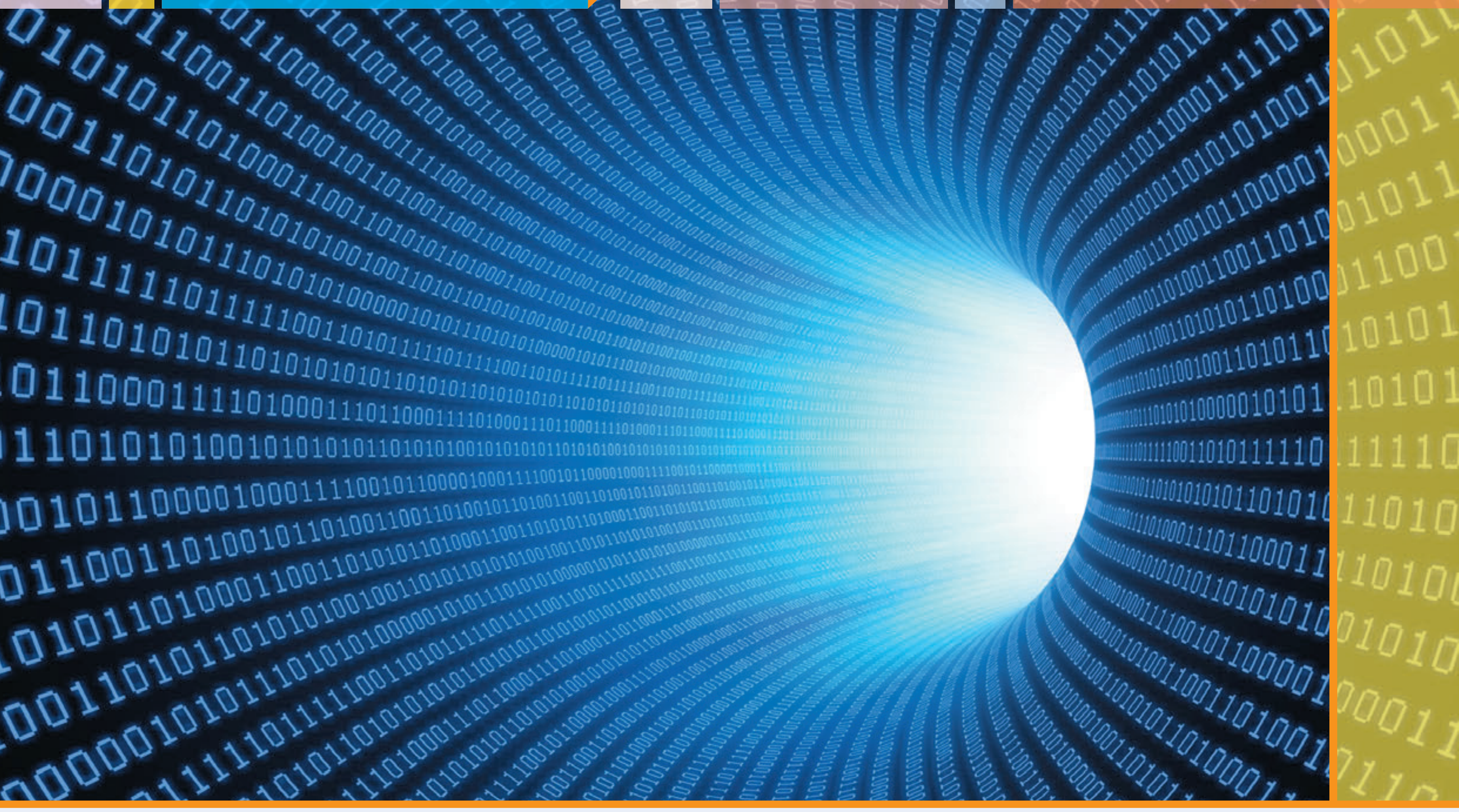
3) В Windows (наконец-то, хотя в Linux такая возможность существует вот уже много лет) будет реализовано несколько Рабочих столов с возможностью переключаться между ними и открывать на каждом свой набор окон папок и приложений.

4) В зависимости от наличия клавиатуры и мыши интерфейс будет сам переключаться из сенсорного в несенсорный и обратно.

5) Корпоративные пользователи получат улучшенные сервисы по обеспечению информационной безопасности. Среди них — усовершенствованная система идентификации пользователей, предотвращающая взломы, кражи и фишинговые атаки, а также улучшение сохранности данных при хранении информации в облаке, на USB-накопителях и при пересылке по e-mail.

Есть и множество других, менее значительных отличий. Предполагается, что Windows 10 появится в продаже в конце 2015 г., но уже сейчас можно поучаствовать в ее бета-тестировании: на сайте Microsoft (*http://windows.microsoft.com/ru-ru/windows/preview-download*) можно скачать официальную англоязычную пробную версию (так называемое *Technical Preview* объемом около 3 Гб) и опробовать ее (ключ продукта опубликован там же). А присоединившись к “программе предварительной оценки Windows” (так называется сообщество добровольных тестировщиков новой ОС), можно сообщать разработчикам свое мнение и свои предложения по улучшению ОС и… надеяться, что они будут учтены в окончательной версии.

Д.Ю. Усенков



Системы логических уравнений: решение с помощью битовых цепочек

К.Ю. Поляков,
д. т. н., Санкт-Петербург,
http://kpolyakov.spb.ru,
М.А. Ройтберг,
д. ф.-м. н., г. Пущино,
http://ege-go.ru

Во время проведения ЕГЭ-2011 в контрольно-измерительных материалах (КИМ) впервые появилась задача, в которой требовалось найти количество решений системы логических уравнений. Автором этой интересной и сложной задачи, давшей начало целому классу задач, был Сергей Федорович Сопрунов, известный, в частности, своими методическими материалами по преподаванию языка Лого [1]. Ему же в основном принадлежат идеи, на которых основаны приводимые ниже решения.

При первом знакомстве с задачей состояние учеников (и учителей!) было близко к шоковому, об этом говорит и крайне низкий процент выполнения этого задания на ЕГЭ-2011 — 3,2% (значительно меньше, чем для самой сложной задачи по программированию, C4) [2]. В прошедшие годы (2012–2014) эта задача прочно обосновалась в КИМ, несмотря на многочисленные претензии учителей информатики. В первую очередь это связано с тем, что она действительно оказалась сложной. Многие педагоги, в том числе и в известных на всю страну физико-математических школах, открыто рекомендуют своим ученикам не решать эту задачу вообще или решать ее в последнюю очередь, когда все остальное решено и осталось свободное время. В то же время, как показал опыт, задача является хорошим ориентиром при изучении логики и позволяет сильным ученикам проявить себя при сдаче ЕГЭ.

Учителями информатики было предложено несколько методов решения систем логических уравнений, большинство из которых сводилось к последовательному подключению уравнений: сначала вычисляется количество решений первого уравнения, потом — системы из первых двух уравнений и т.д. К сожалению, все решения этого типа получаются достаточно громоздкими [3–6]. Тем не менее процент выполнения этого задания уже через год повысился до 13,2% [7]. К сожалению, аналитические отчеты Федеральной комиссии за 2013 и 2014 годы не публиковались, поэтому отследить дальнейшее развитие ситуации по официальным источникам невозможно.

В данной статье мы попробуем ответить на такие вопросы:

1) что же на самом деле проверяется в этом задании?

2) как решать характерные типы задач с системами логических уравнений, затрачивая минимум усилий и используя максимум знаний?

Решение — битовый вектор

Пусть задана некоторая система логических (часто говорят — булевых) уравнений от переменных $x_1, x_2, \ldots, x_N$ вида

$$F_1(x_1, x_2, \ldots, x_N) = 1$$
$$\ldots$$
$$F_M(x_1, x_2, \ldots, x_N) = 1$$

Слово “логических” означает, что переменные $x_1, x_2, \ldots, x_N$ — логические, то есть принимают значения 0 или 1, и выражения $F_1, \ldots F_M$, зависящие от этих переменных, — тоже логические (множество их возможных значений — {0, 1}). Решением этой системы называется такой вектор значений $X = x_1 x_2 \ldots x_N$, при котором все уравнения обращаются в тождества. Поскольку все переменные, входящие в решение X, логические (0 или 1), все решение можно рассматривать как цепочку нулей и единиц длиной N. Такие цепочки называют *битовыми цепочками*, или *битовыми векторами*.

При анализе систем логических уравнений удобно не исключать поочередно неизвестные, как это часто делается при решении алгебраических уравнений, а рассматривать битовый вектор–решение как целое, как единый объект. Результатом такого анализа будет описание множества векторов-решений, которое позволит подсчитать количество решений.

Как и в случае алгебраических уравнений, до того, как исследовать возможные решения, систему бывает полезно упростить или использовать замену переменных.

Для начала мы разберем несколько простых уравнений и систем, а затем перейдем к более сложным, которые использовались в задачах ЕГЭ прошлых лет.

Отметим, что для проверки правильности решений систем логических уравнений можно использовать бесплатную программу, которая размещена на сайте [3].

Простейшие случаи

Задача 1. Найти число решений уравнения[1]

$$(x_1 \equiv x_2) \cdot (x_2 \equiv x_3) \cdot \ldots \cdot (x_4 \equiv x_5) = 1.$$

Решение. Все “сомножители”[2] имеют форму $x_i \equiv x_{i+1}$, они должны быть равны 1. Это значит, что любые два соседних бита должны быть равны. Существует всего две таких цепочки:

000000, 111111.

Ответ: два решения.

Задача 2. Найти число решений уравнения

$$\overline{(x_1 \equiv x_2)} \cdot \overline{(x_2 \equiv x_3)} \cdot \ldots \cdot \overline{(x_4 \equiv x_5)} = 1.$$

Решение. Все “сомножители” имеют форму $\overline{(x_i \equiv x_{i+1})}$, они должны быть равны 1. Это значит, что каждые два соседних бита должны быть различны, то есть нули и единицы в битовой цепочке чередуются. Существует всего две таких цепочки:

101010, 010101.

Ответ: два решения.

Задача 3. Найти число решений уравнения

$$(x_1 \to x_2) \cdot (x_2 \to x_3) \cdot \ldots \cdot (x_5 \to x_6) = 1.$$

Решение. Подобно рассмотренным выше задачам, все импликации $(x_1 \to x_2)$, …, $(x_5 \to x_6)$ должны быть истинны. Импликация $a \to b$ ложна только при $a = 1$ и $b = 0$. Иными словами, если a = 1, то и b = 1. Поэтому, если битовый вектор $X = x_1 x_2 \ldots x_3$ — решение данного уравнения, и в нем встретилась единица, то правее нее будут только единицы (сочетание “10” запрещено!). С другой стороны, если вектор удовлетворяет приведенному условию, он будет решением уравнения. Таким образом, уравнение имеет семь решений:

000000, 000001, 000011, 000111,
001111, 011111, 111111.

Каждое решение определяется тем, в какой позиции первый раз встречается единица: на 1-м, 2-м, …, 6-м месте или вообще не встречается.

Ответ: семь решений.

Задача 4. Найти число решений уравнения

$$((x_1 + x_2) \to x_3) \cdot ((x_2 + x_3) \to x_4) \cdot \ldots \cdot ((x_4 + x_5) \to x_6) = 1.$$

Решение. Все сомножители имеют форму $(x_i + x_{i+1}) \to x_{i+2}$, они должны быть равны 1, то есть недопустима импликация 1 → 0. Поскольку левая часть импликации — это логическая сумма двух соседних битов, а правая — следующий за ними бит, можно сделать вывод: ***слева от каждого нулевого бита (начиная с третьего) должны обязательно стоять два нуля***. Этому условию удовлетворяют цепочки вида “все нули, потом — все единицы”:

111111, 011111, 001111, 000111,
000011, 000001, 000000.

Кроме того, этому уравнению удовлетворяет

---

[1] Здесь и далее конъюнкция обозначена знаком “·”, дизъюнкция — знаком “+”, а инверсия — чертой сверху, как это принято в учебнике [8].

[2] Мы используем термин “сомножитель” для элементов конъюнкции, имея в виду, что конъюнкцию часто называют “логическим умножением” (см. предыдущую сноску). В научной литературе используется термин “конъюнкт”. Подробнее см. раздел “Обсуждение”.

еще одна цепочка: 101111. Всего уравнение имеет восемь решений.

Ответ: восемь решений.

Задача 5. Найти число решений уравнения $(x_1+x_2)\cdot(x_2+x_3)\cdot\ldots\cdot(x_5+x_6)=1$.

Решение. Для того чтобы логическое произведение было равно 1, необходимо, чтобы значение в каждой из скобок было равно 1. Так как в скобках содержится логическая сумма (дизъюнкция) двух соседних битов, в решении $X=x_1x_2\ldots x_6$ соседние биты не могут одновременно быть равны нулю. Таким образом, в словесной форме ограничение, которое накладывается этим уравнением, выглядит так: "в битовой цепочке X нет двух подряд идущих нулей". Здесь и далее битовые цепочки, удовлетворяющие условию задачи, будем называть *правильными*.

Число правильных битовых цепочек длины N обозначим как K_N. Очевидно, что существуют две такие цепочки длиной 1 (0 и 1), так что $K_1 = 2$. Кроме того, можно построить три правильных цепочки длиной 2: 01, 10 и 11, то есть $K_2 = 3$. Далее в общем виде найдем количество цепочек длиной N в виде рекуррентной формулы.

Если на конце битовой цепочки длиной N стоит 0, то предыдущий символ обязательно должен быть равен 1 (чтобы не получилось пары нулей), а вся начальная часть слева от него должна быть правильной цепочкой (без соседних нулей) длины $N-2$. Это дает K_{N-2} решений с нулем на конце.

Если же в конце цепочки стоит 1, то начальная часть может быть любой правильной битовой цепочкой длины $N-1$, это дает K_{N-1} решений с единицей на конце. Таким образом, получаем рекуррентную формулу для $N > 2$:

$$K_N=K_{N-1}+K_{N-2}.$$

Вспомнив, что начальные значения последовательности — $K_1 = 2$ и $K_2 = 3$, получаем числа ряда Фибоначчи[3] ($K_i=F_{i+2}$):

$$K_3=K_2+K_1=5,\quad K_4=K_3+K_2=8,$$
$$K_5=K_4+K_3=13,\quad K_6=K_5+K_4=21.$$

Ответ: двадцать одно решение.

Задача 6. Найти число решений уравнения

$$(x_1\cdot x_2\to x_3)\cdot(x_2\cdot x_3\to x_4)\cdot\ldots\cdot(x_4\cdot x_5\to x_6)=1.$$

Решение. Для того чтобы левая часть уравнения была равна 1, необходимо и достаточно, чтобы каждый из сомножителей был равен 1. Поскольку импликация дает ноль только в случае $1 \to 0$, после того, как в битовой цепочке $X=x_1x_2\ldots x_6$ появляются две единицы подряд (и таким образом $x_i\cdot x_{i+1}=1$), все следующие биты должны быть также равны 1. Таким образом, любое решение состоит из двух частей:

1) "голова", которая заканчивается на ноль и в которой нет двух единиц подряд;

2) "хвост", состоящий из одних единиц.

Предположим, что "голова" состоит из m битов ($0 \le m \le 6$), а "хвост", соответственно, из $6-m$ единичных битов. Такой "хвост" — единственный, так что число решений этого класса определяется количеством возможных "голов".

"Голова", в свою очередь, имеет свою структуру: последний бит — ноль, а остальные представляют собой битовую цепочку, в которой нет двух соседних единиц. При $m=0$ "голова" — пустая; при $m=1$ тоже есть только одна голова — "0"; при $m=2$ — две "головы" ("00" и "10"), при следующих значениях m число возможных "голов" определяется последовательностью Фибоначчи (см. задачу 5): 3, 5, 8, 13. Таким образом, у исходного уравнения есть

1) одно решение, состоящее из одних единиц;

2) одно решение с нулем в первой позиции;

3) два решения с нулем во второй позиции и т.д.

Всего получается 1 + 1 + 2 + 3 + 5 + 8 + 13 = = 33 решения.

Ответ: 33 решения.

Задача 7. Найти число решений уравнения

$$x_1\to x_2\to x_3\to x_4\to x_5\to x_6=1.$$

Решение. Вспомним, что операции импликации выполняются слева направо, поэтому фактически это уравнение равносильно следующему:

$$((((x_1\to x_2)\to x_3)\to x_4)\to x_5)\to x_6=1.$$

Для уравнения с N неизвестными общее количество комбинаций логических переменных равно 2^N. Обозначим число решений такого уравнения через K_N, а число решений аналогичного уравнения с нулем в правой части — через Z_N.

Очевидно, что $K_N = 2^N - Z_N$. Чтобы использовать эту формулу, рассмотрим аналогичное уравнение с нулем в правой части:

$$((((x_1\to x_2)\to x_3)\to x_4)\to x_5)\to x_6=0.$$

Импликация равна 0 только для случая $1 \to 0$, поэтому число решений последнего уравнения совпадает с количеством решений уравнения

$$(((x_1\to x_2)\to x_3)\to x_4)\to x_5=1$$

(при этом $x_6 = 0$). В общем случае $Z_N=K_{N-1}=2^{N-1}-Z_{N-1}$. Тогда, используя равенство $K_N=2^N-Z_N$, получаем рекуррентную формулу:

$$K_N=2^N-K_{N-1}.$$

Начальное значение для вычисления определим из уравнения с двумя неизвестными: для $x_1\to x_2=1$ получаем три решения: (0,0), (0,1) и (1,1), — то есть $K_2 = 3$. Тогда

$$K_3=2^3-K_2=8-3=5$$
$$K_4=2^4-K_3=16-5=11$$
$$K_5=2^5-K_4=32-11=21$$
$$K_6=2^6-K_5=64-21=43$$

Ответ: 43 решения.

Демоварианты ЕГЭ

Теперь покажем, как использовать такой подход для решения систем логических уравнений из демонстрационных вариантов ЕГЭ по информатике разных лет.

[3] Ряд Фибоначчи задается рекуррентной формулой $F_n=F_{n-1}+F_{n-2}$ ($n\ge 3$) с начальными условиями $F_1 = F_2 = 1$.

Задача 8 (ЕГЭ-2015, [9]). Найти число решений системы уравнений

$$(x_1 + x_2) \cdot (x_1 \cdot x_2 \to x_3) \cdot (\bar{x}_1 + y_1) = 1$$
$$(x_2 + x_3) \cdot (x_2 \cdot x_3 \to x_4) \cdot (\bar{x}_2 + y_2) = 1$$
$$\ldots$$
$$(x_6 + x_7) \cdot (x_6 \cdot x_7 \to x_8) \cdot (\bar{x}_6 + y_6) = 1$$
$$(x_7 + x_7) \cdot (\bar{x}_7 + y_7) = 1$$
$$\bar{x}_8 + y_8 = 1$$

Решение. Для того чтобы левая часть уравнения была равна 1, необходимо и достаточно, чтобы каждый из сомножителей был равен 1. Посмотрим, какие условия накладывают на решение (битовую цепочку X) отдельные сомножители.

1) Сомножители вида $x_i + x_{i+1}$ равны нулю только тогда, когда в решении два соседних бита равны нулю. Поэтому в решении не может быть двух соседних нулей.

2) Сомножители вида $x_i \cdot x_{i+1} \to x_{i+2}$ равны нулю только тогда, когда в битовой цепочке после двух единиц следует 0. Поэтому вслед за двумя единицами должны идти только единицы.

Следовательно, любая битовая цепочка X, которая является решением, состоит из двух частей: "головы", в которой чередуются нули и единицы, и "хвоста", который состоит из одних единиц. Цепочек, которые удовлетворяют этим двум условиям, всего девять:

$$X_0 = 11111111,\ X_1 = 01111111,\ X_2 = 10111111,$$
$$X_3 = 01011111,\ X_4 = 10101111,\ X_5 = 01010111,$$
$$X_6 = 10101011,\ X_7 = 01010101,\ X_8 = 10101010.$$

Здесь нижний индекс обозначает номер последнего нулевого бита в цепочке X.

Остается учесть сомножители вида $\bar{x}_i + y_i$, которые связывают битовые цепочки X и Y, составляющие решение. Пусть $x_i = 0$ при некотором i. Тогда при любом выборе y_i (0 или 1) логическая сумма $\bar{x}_i + y_i$ равна 1, что и требуется. Если же $x_i = 1$, то для выполнения условия $\bar{x}_i + y_i = 1$ необходимо, чтобы $y_i = 1$. Таким образом, для каждой единицы в цепочке X соответствующий ей бит в цепочке Y должен быть обязательно равен 1, а для каждого нулевого бита в X соответствующий бит в Y может быть любым. Например, для цепочки $X_0 = 11111111$ имеем единственный допустимый вариант $Y = 11111111$, а для каждой из цепочек $X_1 = 01111111$ и $X_2 = 10111111$ существует по два варианта Y.

В общем случае количество допустимых цепочек Y определяется *количеством нулей* $z(X)$ в соответствующей цепочке X и вычисляется как $2^{z(X)}$. Цепочки X_3 и X_4 имеют по два нулевых бита, цепочки X_5 и X_6 — по три, а цепочки X_7 и X_8 — по четыре. Таким образом, общее количество решений системы вычисляется как $2^0 + 2 \cdot (2^1 + 2^2 + 2^3 + 2^4) = 61$.

Ответ: 61 решение.

Задача 9 (ЕГЭ-2014). Найти число решений системы уравнений

$$\overline{(x_1 \equiv x_2)} \cdot (x_1 \cdot \bar{x}_3 + \bar{x}_1 \cdot x_3) = 0$$
$$\overline{(x_2 \equiv x_3)} \cdot (x_2 \cdot \bar{x}_4 + \bar{x}_2 \cdot x_4) = 0$$
$$\ldots$$
$$\overline{(x_8 \equiv x_9)} \cdot (x_8 \cdot \bar{x}_{10} + \bar{x}_8 \cdot x_{10}) = 0$$

Решение. Вспомним формулу (см. табл. 1 на с. 12), которая представляет операцию "не эквивалентно" ("исключающее ИЛИ"): $(\overline{a \equiv b}) = a \cdot \bar{b} + \bar{a} \cdot b$. С учетом этого исходная система запишется в виде:

$$\overline{(x_1 \equiv x_2)} \cdot \overline{(x_1 \equiv x_3)} = 0$$
$$\overline{(x_2 \equiv x_3)} \cdot \overline{(x_2 \equiv x_4)} = 0$$
$$\ldots$$
$$\overline{(x_8 \equiv x_9)} \cdot \overline{(x_8 \equiv x_{10})} = 0$$

Левая часть уравнения равна 1, если очередной элемент не равен ни одному из двух следующих, то есть в цепочке X, которая является решением, запрещены комбинации 100 и 011. Это значит, что может быть два варианта:

1) сначала цепочка нулей, потом биты чередуются (1/0);

2) сначала цепочка единиц, потом биты чередуются.

Несложно выписать подобные цепочки, начинающиеся с нуля:

0000000000,
0000000001,
0000000010,
0000000101,
…
0101010101.

Для системы с 10 переменными таких цепочек будет 10. Кроме того, будет еще 10 подходящих цепочек, которые начинаются с единицы:

1111111111,
1111111110,
1111111101,
1111111010,
…
1010101010.

Таким образом, система уравнений имеет 20 решений.

Ответ: 20 решений.

Задача 10 (ЕГЭ-2013). Найти число решений системы уравнений

$$(x_1 \to x_2) \cdot (x_2 \to x_3) \cdot (x_3 \to x_4) = 1$$
$$(\bar{y}_1 + y_2) \cdot (\bar{y}_2 + y_3) \cdot (\bar{y}_3 + y_4) = 1$$
$$(y_1 \to x_1) \cdot (y_2 \to x_2) \cdot (y_3 \to x_3) \cdot (y_4 \to x_4) = 1$$

Решение. Преобразуем второе уравнение. Заметим, что $\bar{a} + b = a \to b$, тогда получаем эквивалентную систему

$$(x_1 \to x_2) \cdot (x_2 \to x_3) \cdot (x_3 \to x_4) = 1$$
$$(y_1 \to y_2) \cdot (y_2 \to y_3) \cdot (y_3 \to y_4) = 1$$
$$(y_1 \to x_1) \cdot (y_2 \to x_2) \cdot (y_3 \to x_3) \cdot (y_4 \to x_4) = 1$$

Как следует из решения задачи 3, первое уравнение имеет пять решений:

0000, 0001, 0011, 0111 и 1111.

Такие же решения имеет и второе уравнение, которое не связано с первым. Поэтому система из первых двух уравнений имеет всего 25 решений.

Третье уравнение связывает первое и второе. Импликация $y_i \to x_i$ должна быть равна 1 для любого i, поэтому запрещена комбинация $y_i = 1; x_i = 0$. Рассмотрим цепочку $Y = 0000$, которая не содержит единиц. В этом случае никаких ограничений на цепочку X (решение первого уравнения) не накладывается, она дает пять решений.

Далее, цепочка $Y=0001$ накладывает ограничение на последний бит X, который обязательно должен быть равен 1. Поэтому нужно отобрать только те цепочки X, где последний бит равен 1, их всего 4. Аналогично цепочка $Y=0011$ дает три допустимых цепочки X, цепочка $Y=0111$ — две, а цепочка $Y=1111$ — всего одну. Всего получаем 5 + 4 + 3 + + 2 + 1 = 15 решений.

Ответ: 15 решений.

Задача 11 (ЕГЭ-2012). Найти число решений системы уравнений

$$((x_1 \equiv x_2)+(x_3 \equiv x_4))\cdot(\overline{(x_1 \equiv x_2)}+\overline{(x_3 \equiv x_4)})=1$$
$$((x_3 \equiv x_4)+(x_5 \equiv x_6))\cdot(\overline{(x_3 \equiv x_4)}+\overline{(x_5 \equiv x_6)})=1$$
$$\ldots$$
$$((x_7 \equiv x_8)+(x_9 \equiv x_{10}))\cdot(\overline{(x_7 \equiv x_8)}+\overline{(x_9 \equiv x_{10})})=1$$

Решение. Вспомним, что

$$(a+b)\cdot(\bar{a}+\bar{b})=a\cdot\bar{b}+\bar{a}\cdot b=\overline{(a \equiv b)}.$$

Вводя обозначения

$$z_1=(x_1 \equiv x_2),\ z_2=(x_3 \equiv x_4),\ \ldots,\ z_5=(x_9 \equiv x_{10}),$$

исходную систему уравнений можно переписать в виде:

$$\overline{(z_1 \equiv z_2)}=1$$
$$\overline{(z_2 \equiv z_3)}=1$$
$$\ldots$$
$$\overline{(z_4 \equiv z_5)}=1$$

или даже в виде одного уравнения:

$$\overline{(z_1 \equiv z_2)}\cdot\overline{(z_2 \equiv z_3)}\cdot\overline{(z_3 \equiv z_4)}\cdot\overline{(z_4 \equiv z_5)}=1$$

Как следует из решения задачи 2, это уравнение имеет всего два решения: Z = 01010 и Z = 10101.

Теперь остается перейти к исходным переменным. Уравнение $z_i=(x_{2i-1} \equiv x_{2i})=0$ имеет два решения: $(x_{2i-1},x_{2i})=(0,1)$ и $(x_{2i-1},x_{2i})=(1,0)$; аналогично уравнение $z_i=1$ имеет два решения: $(x_{2i-1},x_{2i})=(0,0)$ и $(x_{2i-1},x_{2i})=(1,1)$. Поэтому каждый бит каждой допустимой цепочки Z дает два решения в исходных переменных. Поскольку каждая из двух цепочек Z содержит пять битов, всего получаем 2×2^5 = 64 решения исходной системы уравнений.

Ответ: 64 решения.

Другие задачи

Задача 12. Найти число решений системы уравнений

$$(x_1 \to x_2)\cdot(x_2 \to x_3)\cdot(x_3 \to x_4)=1$$
$$\bar{x}_1\cdot y_1\cdot z_1+x_1\cdot\bar{y}_1\cdot z_1+x_1\cdot y_1\cdot\bar{z}_1=1$$
$$\bar{x}_2\cdot y_2\cdot z_2+x_2\cdot\bar{y}_2\cdot z_2+x_2\cdot y_2\cdot\bar{z}_2=1$$
$$\bar{x}_3\cdot y_3\cdot z_3+x_3\cdot\bar{y}_3\cdot z_3+x_3\cdot y_3\cdot\bar{z}_3=1$$
$$\bar{x}_4\cdot y_4\cdot z_4+x_4\cdot\bar{y}_4\cdot z_4+x_4\cdot y_4\cdot\bar{z}_4=1$$

Решение. Сначала рассмотрим первое уравнение. Как следует из решения задачи 3, оно ограничивает цепочку $X=x_1x_2x_3x_4$ так, что в ней сначала должны идти все нули, а потом — все единицы. Всего таких цепочек пять (индекс показывает количество единичных битов):

$$X_0=0000,\ X_1=0001,\ X_2=00011,$$
$$X_3=0111,\ X_4=1111.$$

Будем по очереди подставлять эти решения в последние четыре уравнения. Для цепочки X_0 (при $x_1=x_2=x_3=x_4=0$) получаем

$$y_1\cdot z_1=1$$
$$y_2\cdot z_2=1$$
$$y_3\cdot z_3=1$$
$$y_4\cdot z_4=1$$

Это значит, что существуют единственные цепочки $Y=Z=1111$, которые удовлетворяют всей системе уравнений.

Для цепочки X_1 последнее уравнение превращается в $\bar{y}_4\cdot z_4+y_4\cdot\bar{z}_4=1$. Это значит, что последние биты цепочек Y и Z должны быть различны, так что есть два допустимых варианта: $(y_4,z_4)=(0,1)$ и $(y_4,z_4)=(1,0)$. Следовательно, цепочка X_1 дает два решения всей системы.

Аналогично при использовании цепочки X_2 последние и предпоследние биты цепочек Y и Z должны быть попарно различны ($y_3 \neq z_3$ и $y_4 \neq z_4$), так что получаем 2^2 = 4 решения. Цепочка X_3 дает 2^3 = 8 решений, а цепочка X_4 – 2^4 = 16 решений. Общее количество решений системы равно 1 + 2 + + 4 + 8 + 16 = 31.

Ответ: 31 решение.

Замечание. Второе уравнение системы означает, что среди значений x_1,y_1,z_1 ровно одно равно 0, а остальные равны 1. Смысл третьего и четвертого уравнений аналогичен.

Задача 13. Найти число решений системы уравнений:

$$(x_1 \to x_2)\cdot(x_2 \to x_3)\cdot(x_3 \to x_4)\cdot(x_4 \to x_5)\cdot(x_5 \to x_6)=1$$
$$(y_1 \to y_2)\cdot(y_2 \to y_3)\cdot(y_3 \to y_4)\cdot(y_4 \to y_5)\cdot(y_5 \to y_6)=1$$
$$y_6+x_1=1$$

Решение. Как следует из решения задачи 3, первое уравнение имеет семь решений:
000000, 000001, 000011, 000111, 001111, 011111 и 111111.

Такие же решения имеет и второе уравнение, которое не связано с первым. Если бы не было третьего уравнения, система имела бы 7×7 = 49 решений.

Третье уравнение накладывает ограничения: нужно отбросить все решения, где одновременно $x_1=y_6=0$. Поэтому для каждой цепочки X, где первый бит равен 0 (таких цепочек 6), нужно исключить одно решение Y = 000000, всего исключается шесть решений. Для цепочки X = 111111 никаких ограничений на Y не накладывается. Поэтому общее количество решений равно 49 – 6 = 43.

Ответ: 43 решения.

Задача 14. Найти число решений системы уравнений

$$(x_1 \equiv x_2)\to(x_2 \equiv x_3)=1$$
$$(x_2 \equiv x_3)\to(x_3 \equiv x_4)=1$$
$$\ldots$$
$$(x_5 \equiv x_6)\to(x_6 \equiv x_7)=1$$

Решение. Вспомним, что импликация дает ноль только для случая 1 → 0. Поэтому запрещены решения (битовые цепочки), в которых $x_i=x_{i+1}$ и $x_{i+1} \neq x_{i+2}$, то есть запрещены комбинации 110 и 001. Иными словами, если значения двух соседних битов совпали, то и все последующие биты будут иметь то же значение. Таким образом, все решения имеют следующую структуру: сначала нули и единицы чередуются, потом следуют только нули или только единицы.

Рассмотрим все варианты, которые завершаются цепочкой нулей. Их не так много — семь, они различаются по количеству нулей в конце:

0000000, 1000000, 0100000, 1010000,
0101000, 1010100, 0101010.

Кроме того, существует столько же (семь) вариантов, которые завершаются цепочкой единиц:

1111111, 0111111, 1011111, 0101111, 1010111, 0101011, 1010101.

Общее число решений уравнения — 14.

Ответ: 14 решений.

Задача 15. Найти число решений системы уравнений

$$(x_1 \to x_2) \to (x_3 \to x_4) = 1$$
$$(x_3 \to x_4) \to (x_5 \to x_6) = 1$$
$$(x_5 \to x_6) \to (x_7 \to x_8) = 1$$

Решение. Используем замену переменных, обозначив

$$z_1 = x_1 \to x_2,\ \ z_2 = x_3 \to x_4,$$
$$z_3 = x_5 \to x_6,\ \ z_4 = x_7 \to x_8.$$

Тогда систему уравнений можно переписать как

$$z_1 \to z_2 = 1$$
$$z_2 \to z_3 = 1$$
$$z_3 \to z_4 = 1$$

или в виде одного уравнения

$$(z_1 \to z_2)\cdot(z_2 \to z_3)\cdot(z_3 \to z_4) = 1$$

Как мы знаем (см. решение задачи 3), это уравнение имеет пять решений, в каждом из которых сначала идет цепочка нулей, а потом — цепочка единиц (индекс обозначает количество единиц):

$$Z_0 = 0000,\ Z_1 = 0001,\ Z_2 = 0011,$$
$$Z_3 = 0111 \text{ и } Z_4 = 1111.$$

Теперь нужно перейти к исходным переменным. Поскольку выражение $a \to b$ равно нулю для одной комбинации (a,b) и равно 1 для трех случаев, каждый ноль в цепочке Z дает одно решение в исходных переменных, а каждая единица — три решения. Поэтому общее число решений равно

$$3^0 + 3^1 + 3^2 + 3^3 + 3^4 = 121.$$

Здесь слагаемое 3^0 соответствует решению $Z_0 = 0000$, слагаемое 3^1 — решению $Z_1 = 0001$ и т.д.

Ответ: 121 решение.

Задача 16. Найти число решений системы уравнений

$$\overline{(x_1 \equiv x_2)}\cdot\overline{(x_2 \equiv x_3)} = 1$$
$$\overline{(x_2 \equiv x_3)}\cdot\overline{(x_3 \equiv x_4)} = 1$$
$$\ldots$$
$$\overline{(x_8 \equiv x_9)}\cdot\overline{(x_9 \equiv x_{10})} = 1$$

Решение. Все эти уравнения имеют вид $\overline{(x_i \equiv x_{i+1})}\cdot\overline{(x_{i+1} \equiv x_{i+2})} = 1$. Это говорит о том, что средний элемент, x_{i+1}, не равен своим соседям. Таким образом, значения битов в цепочке X, которая является решением системы, чередуются. Существует всего две таких цепочки — одна начинается с 0, вторая — с 1: 0101010101 и 1010101010.

Ответ: два решения.

Задача 17. Найти число решений системы уравнений

$$x_1\cdot\bar{x}_2\cdot\bar{x}_3 + \bar{x}_1\cdot x_2\cdot\bar{x}_3 + \bar{x}_1\cdot\bar{x}_2\cdot x_3 = 1$$
$$x_2\cdot\bar{x}_3\cdot\bar{x}_4 + \bar{x}_2\cdot x_3\cdot\bar{x}_4 + \bar{x}_2\cdot\bar{x}_3\cdot x_4 = 1$$
$$\ldots$$
$$x_7\cdot\bar{x}_8\cdot\bar{x}_9 + \bar{x}_7\cdot x_8\cdot\bar{x}_9 + \bar{x}_7\cdot\bar{x}_8\cdot x_9 = 1$$

Решение. Все уравнения в системе имеют вид $x_i\cdot\bar{x}_{i+1}\cdot\bar{x}_{i+2} + \bar{x}_i\cdot x_{i+1}\cdot\bar{x}_{i+2} + \bar{x}_i\cdot\bar{x}_{i+1}\cdot x_{i+2} = 1$. Таким образом, в битовой цепочке X, которая является решением, допустимы только комбинации 010, 001 и 100. Соответственно, недопустимы 000, 011, 101, 110 и 111, то есть недопустимы три одинаковых бита подряд, две единицы и ноль, окруженный двумя единицами. Это означает, что в любой допустимой цепочке X происходит чередование “единица — два нуля”. Для системы с любым количеством неизвестных таких цепочек всего три: первая начинается с единицы, вторая — с одного нуля, а третья — с двух нулей:

100100100…, 010010010… и 001001001…

Ответ: три решения.

Замечание. Условие на цепочки-решения можно сформулировать и так: “среди любых трех соседних битов есть ровно одна единица” (см. замечание к задаче 12).

Задача 18. Найти число решений системы уравнений

$$x_1 \to x_2 \to x_3 \to x_4 \to x_5 \to x_6 = 1$$
$$y_1 \to y_2 \to y_3 \to y_4 \to y_5 \to y_6 = 1$$
$$x_1 \to y_6 = 0$$
$$y_6 \to y_1 = 0$$

Решение. Из равенства $x_1 \to y_6 = 0$ сразу следует, что $x_1 = 1$ и $y_6 = 0$. Кроме того, из последнего уравнения получаем, что $y_6 = 1$ и $y_1 = 0$. Мы получили противоречие, поскольку переменная y_6 не может быть одновременно равна и 0, и 1. Система решений не имеет.

Ответ: 0 решений.

Замечание. При этом первые два уравнения могут быть любыми или отсутствовать вовсе.

Задача 19. Найти число решений системы уравнений

$$(x_1 \equiv x_2) + (x_3 \equiv x_4) = 0$$
$$(x_4 \equiv x_5) + (x_6 \equiv x_7) = 0$$
$$(x_7 \equiv x_8) + (x_9 \equiv x_{10}) = 0$$
$$(x_{10} \equiv x_{11}) + (x_{12} \equiv x_{13}) = 0$$

Решение. Выясним, какие комбинации битов запрещены в цепочке X, представляющей решение. Используя закон де Моргана $\overline{a+b} = \bar{a}\cdot\bar{b}$, преобразуем систему уравнений к эквивалентной форме с единицами в правой части (выполняем инверсию для обеих частей каждого уравнения):

$$\overline{(x_1 \equiv x_2)}\cdot\overline{(x_3 \equiv x_4)} = 1$$
$$\overline{(x_4 \equiv x_5)}\cdot\overline{(x_6 \equiv x_7)} = 1$$
$$\overline{(x_7 \equiv x_8)}\cdot\overline{(x_9 \equiv x_{10})} = 1$$
$$\overline{(x_{10} \equiv x_{11})}\cdot\overline{(x_{12} \equiv x_{13})} = 1$$

Все уравнения однотипные, каждое из них накладывает ограничение на четыре соседних бита (две пары): в каждой паре биты должны быть разные. Возможны только четыре таких блока из четырех битов: 0101, 0110, 1001 и 1010.

Четырехбитные блоки связываются через один общий бит (x_4, x_7). Если этот бит равен 0, возможны два варианта следующего блока: 0101 и 0110; если он равен 1, то тоже два варианта: 1001 и 1010. Таким образом, каждое новое уравнение в системе увеличивает количество решений в два раза. Для системы из четырех уравнений получаем 4 · 2 · 2 · 2=32.

Ответ: 32 решения.

Задача 20. Найти число решений системы уравнений

$$
\begin{aligned}
&x_1 \cdot x_2 + \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2 + x_3 \cdot x_4 + \bar{x}_3 \cdot \bar{x}_4 = 1\\
&x_3 \cdot x_4 + \bar{x}_3 \cdot \bar{x}_4 + x_5 \cdot x_6 + \bar{x}_5 \cdot \bar{x}_6 = 1\\
&x_5 \cdot x_6 + \bar{x}_5 \cdot \bar{x}_6 + x_7 \cdot x_8 + \bar{x}_7 \cdot \bar{x}_8 = 1\\
&x_7 \cdot x_8 + \bar{x}_7 \cdot \bar{x}_8 + x_9 \cdot x_{10} + \bar{x}_9 \cdot \bar{x}_{10} = 1
\end{aligned}
$$

Решение. Сначала заметим, что слагаемые, соответствующие каждой паре переменных, могут быть сгруппированы и преобразованы с помощью равенства $a \cdot b + \bar{a} \cdot \bar{b} = (a \equiv b)$ к виду

$$
\begin{aligned}
&(x_1 \equiv x_2) + (x_3 \equiv x_4) = 1\\
&(x_3 \equiv x_4) + (x_5 \equiv x_6) = 1\\
&(x_5 \equiv x_6) + (x_7 \equiv x_8) = 1\\
&(x_7 \equiv x_8) + (x_9 \equiv x_{10}) = 1
\end{aligned}
$$

Теперь можно использовать замену переменных:

$$
\begin{aligned}
&z_1 = (x_1 \equiv x_2),\quad z_2 = (x_3 \equiv x_4),\quad z_3 = (x_5 \equiv x_6),\\
&z_4 = (x_7 \equiv x_8),\quad z_5 = (x_9 \equiv x_{10})
\end{aligned}
$$

так что получается система

$$
\begin{aligned}
&z_1 + z_2 = 1\\
&z_2 + z_3 = 1\\
&z_3 + z_4 = 1\\
&z_4 + z_5 = 1
\end{aligned}
$$

которую можно записать в виде одного уравнения

$$(z_1 + z_2) \cdot (z_2 + z_3) \cdot (z_3 + z_4) \cdot (z_4 + z_5) = 1.$$

Такое уравнение мы уже рассматривали ранее (задача 5, см. значение K_5), оно имеет 13 решений.

Остается перейти к исходным переменным. Поскольку каждая из переменных z_i — это эквивалентность двух независимых переменных (x_{2i-1} и x_{2i}), любому значению z_i соответствуют две пары значений (x_{2i-1}, x_{2i}). Так как цепочка-решение $Z = z_1 z_2 z_3 z_4 z_5$ состоит из пяти битов, каждое из 13 таких решений дает 2^5 = 32 решения в исходных переменных. Всего получается 13×32 = 416 решений.

Ответ: 416 решений.

Задача 21. Найти число решений системы уравнений

$$
\begin{aligned}
&(x_1 \equiv x_2) \cdot (x_3 \equiv x_4) + (\overline{x_1 \equiv x_2}) \cdot (\overline{x_3 \equiv x_4}) = 0\\
&(x_3 \equiv x_4) \cdot (x_5 \equiv x_6) + (\overline{x_3 \equiv x_4}) \cdot (\overline{x_5 \equiv x_6}) = 0\\
&(x_5 \equiv x_6) \cdot (x_7 \equiv x_8) + (\overline{x_5 \equiv x_6}) \cdot (\overline{x_7 \equiv x_8}) = 0\\
&(x_7 \equiv x_8) \cdot (x_9 \equiv x_{10}) + (\overline{x_7 \equiv x_8}) \cdot (\overline{x_9 \equiv x_{10}}) = 0
\end{aligned}
$$

Решение. Очевидно, что здесь удобно использовать замену переменных:

$$
\begin{aligned}
&z_1 = (x_1 \equiv x_2),\quad z_2 = (x_3 \equiv x_4),\quad z_3 = (x_5 \equiv x_6),\\
&z_4 = (x_7 \equiv x_8),\quad z_5 = (x_9 \equiv x_{10})
\end{aligned}
$$

Тогда получим

$$
\begin{aligned}
&z_1 \cdot z_2 + \bar{z}_1 \cdot \bar{z}_2 = 0\\
&z_2 \cdot z_3 + \bar{z}_2 \cdot \bar{z}_3 = 0\\
&z_3 \cdot z_4 + \bar{z}_3 \cdot \bar{z}_4 = 0\\
&z_4 \cdot z_5 + \bar{z}_4 \cdot \bar{z}_5 = 0
\end{aligned}
$$

Далее замечаем, что с помощью формулы $a \cdot b + \bar{a} \cdot \bar{b} = (a \equiv b)$ можно преобразовать эту систему к виду

$$
\begin{aligned}
&(z_1 \equiv z_2) = 0\\
&(z_2 \equiv z_3) = 0\\
&(z_3 \equiv z_4) = 0\\
&(z_4 \equiv z_5) = 0
\end{aligned}
$$

Применяем инверсию к обеим частям уравнения:

$$
\begin{aligned}
&(\overline{z_1 \equiv z_2}) = 1\\
&(\overline{z_2 \equiv z_3}) = 1\\
&(\overline{z_3 \equiv z_4}) = 1\\
&(\overline{z_4 \equiv z_5}) = 1
\end{aligned}
$$

и сворачиваем систему в одно уравнение:

$$(\overline{z_1 \equiv z_2}) \cdot (\overline{z_2 \equiv z_3}) \cdot (\overline{z_3 \equiv z_4}) \cdot (\overline{z_4 \equiv z_5}) = 1$$

Как следует из решения задачи 2, это уравнение имеет всего два решения: $Z = 01010$ и $Z = 10101$.

Переходя к исходным переменным так же, как и в задаче 20, находим, что исходная система имеет 2 · 2^5 = 64 решения.

Ответ: 64 решения.

Задача 22. Найти число решений системы уравнений

$$
\begin{aligned}
&x_1 \cdot \bar{x}_2 + \bar{x}_1 \cdot x_2 + x_3 \cdot x_4 + \bar{x}_3 \cdot \bar{x}_4 = 1\\
&x_3 \cdot \bar{x}_4 + \bar{x}_3 \cdot x_4 + x_5 \cdot x_6 + \bar{x}_5 \cdot \bar{x}_6 = 1\\
&x_5 \cdot \bar{x}_6 + \bar{x}_5 \cdot x_6 + x_7 \cdot x_8 + \bar{x}_7 \cdot \bar{x}_8 = 1\\
&x_7 \cdot \bar{x}_8 + \bar{x}_7 \cdot x_8 + x_9 \cdot x_{10} + \bar{x}_9 \cdot \bar{x}_{10} = 1
\end{aligned}
$$

Решение. Заметим, что с помощью формул $a \cdot \bar{b} + \bar{a} \cdot b = (\overline{a \equiv b})$ и $a \cdot b + \bar{a} \cdot \bar{b} = (a \equiv b)$ исходную систему можно свести к следующей:

$$
\begin{aligned}
&(\overline{x_1 \equiv x_2}) + (x_3 \equiv x_4) = 1\\
&(\overline{x_3 \equiv x_4}) + (x_5 \equiv x_6) = 1\\
&(\overline{x_5 \equiv x_6}) + (x_7 \equiv x_8) = 1\\
&(\overline{x_7 \equiv x_8}) + (x_9 \equiv x_{10}) = 1
\end{aligned}
$$

Теперь используем замену переменных:

$$
\begin{aligned}
&z_1 = (x_1 \equiv x_2),\quad z_2 = (x_3 \equiv x_4),\quad z_3 = (x_5 \equiv x_6),\\
&z_4 = (x_7 \equiv x_8),\quad z_5 = (x_9 \equiv x_{10})
\end{aligned}
$$

Получаем:

$$
\begin{aligned}
&\bar{z}_1 + z_2 = 1\\
&\bar{z}_2 + z_3 = 1\\
&\bar{z}_3 + z_4 = 1\\
&\bar{z}_4 + z_5 = 1
\end{aligned}
$$

и сворачиваем систему в одно уравнение, используя равенство $\bar{a} + b = a \rightarrow b$:

$$(z_1 \rightarrow z_2) \cdot (z_2 \rightarrow z_3) \cdot (z_3 \rightarrow z_4) \cdot (z_4 \rightarrow z_5) = 1.$$

Как следует из решения задачи 3, это уравнение имеет шесть решений. Переходя к исходным переменным так же, как и в задачах 20–21, находим, что исходная система имеет 6 · 2^5 = 192 решения.

Ответ: 192 решения.

Обсуждение

Мы рассмотрели класс задач, связанных с решением систем логических уравнений. Эти решения удобно представлять в виде битовых векторов, что может оказаться непривычным для учеников.

При разборе этого материала можно указать на аналогию между представлением решения логических систем в виде битовых векторов и представлением решения алгебраических систем в виде точек (векторов) на плоскости или в пространстве. Аналогия между алгеброй и логикой представляется продуктивной при разборе рассматриваемой темы. Проследим эти аналогии и различия.

Начнем с того, что рассмотренные задачи во многом непривычны, если отталкиваться от уравнений и систем, изучаемых в курсе математики. Непривычна сама постановка задачи, предполагающая, что система имеет много решений. В школьной математике уравнение (система), как правило, имеет одно решение или немного решений. На это отличие стоит обратить внимание учеников, особенно сильных.

Далее, непривычно то, что мы стараемся понять, как устроено все множество решений, и только затем, на основе этого понимания, определяем количество решений и (хотя это и не требуется по условию задачи) можем выписать сами решения. Уравнения, входящие в систему, рассматриваются как ограничения, наложенные на комбинации битов. Аналогом такой постановки задачи в школьной математике являются вопросы типа “Как устроено множество точек (x, y), удовлетворяющих уравнению $x^2+y^2=1$?”. Умение переводить описание набора битовых решений с языка систем логических уравнений на более “естественный” язык — это то, что требуется ученику при решении рассмотренных задач.

Отметим, что при решении некоторых задач, даже поняв, какие ограничения на множество битовых векторов-решений накладывают уравнения, мы не можем написать явную формулу для количества решений. Однако во многих подобных случаях удается написать рекуррентное уравнение и с его помощью решить задачу (см. задачи 6, 7).

Таким образом, задача сводится к тому, чтобы выявить структуру всех решений (определить, какие комбинации битов допустимы, а какие — запрещены) и подсчитать количество подходящих решений, используя формулы комбинаторики. Так же, как и при решении алгебраических уравнений, при этом нужно:

1) уметь решать базовые (“элементарные”) уравнения и

2) уметь упрощать уравнения с помощью тождественных преобразований и замен переменных.

В то же время есть и существенные различия между логическими и алгебраическими уравнениями — как с точки зрения методов решения, так и с точки зрения методики преподавания.

Для алгебраических уравнений набор элементарных для школьного курса уравнений и методов их преобразований давно сложился. Элементарные уравнения — это линейные и квадратные уравнения; методы преобразования — это эквивалентные преобразования уравнений относительно заданной области значений неизвестного, замена переменных, сведение уравнения $F(x)\cdot G(x)=0$ к совокупности уравнений $F(x)=0$ и $G(x)=0$.

Для логических уравнений мы не выделяем набор элементарных уравнений, к которым бы сводились все более сложные уравнения. В разделе “Простейшие уравнения” рассмотрены несколько примеров. Но это именно примеры, а не исчерпывающий список.

В алгебре есть устоявшийся список тождественных преобразований выражений — так называемые “формулы сокращенного умножения” (квадраты и кубы суммы и разности; разность квадратов, сумма и разность кубов), а также формулы, связанные с определением степени и основными законами сложения и умножения (сочетательный, переместительный, распределительный). В курсе логики аналогом такого списка можно считать набор формул, приведенный в табл. 1 на с. 12. Деление формул в таблице — условное и приведено лишь для удобства восприятия. Знания этих формул достаточно, например, для решения всех задач нашей статьи. Желательно, чтобы ученики могли пользоваться этими формулами так же свободно, как и алгебраическими формулами сокращенного умножения. В ЕГЭ по информатике умение преобразовывать логические выражения проверяется в задаче 18 (бывшая А10).

В заключение остановимся на обозначениях логических операций. По традиции в заданиях ЕГЭ конъюнкция, дизъюнкция и отрицание обозначаются, соответственно, знаками “$\wedge$”, “$\vee$” и “$\neg$”. Среди достоинств этой системы нужно отметить возможность записи логического выражения в одну строку. Знаки “$\wedge$” и “$\vee$” выглядят похоже, и это подчеркивает их двойственность (дуализм), например, в законах де Моргана:

$$\neg(a\wedge b)=\neg a\vee\neg b \text{ и } \neg(a\vee b)=\neg a\wedge\neg b.$$

Однако эта система, общепринятая в кругу математиков, не всегда удобна для использования в школе. Во-первых, как уже упоминалось, знаки “$\wedge$” и “$\vee$” похожи друг на друга, и требуется довольно много времени (для одного из авторов на это ушло несколько лет), чтобы запомнить, “что есть что”. Во-вторых, эти знаки имеют одинаковую типографическую плотность, и это сильно ухудшает восприятие. Кроме того, в длинных формулах легко ошибиться, определяя область действия знака “$\neg$”, который записывается слева от инвертируемого выражения.

Описанная система не единственная, используемая специалистами. Например, часто конъюнкция (логическое умножение) и дизъюнкция (логическое сложение) обозначаются символами “$\cdot$” и “$+$” соответственно, а отрицание — чертой сверху. Эти обозначения общеприняты среди инженеров (см., например, [10]) и используются в некоторых школьных учебниках [8].

Знаки “$\cdot$” и “$+$” совпадают со знаками арифметических операций (умножения и сложения), и это позволяет проводить аналогии с алгебраическими формулами, хорошо известными школьникам. Здесь начинает работать “эффект узнавания”: человеку всегда легче изучать новое, если есть “зацепка” за старое, известное. Например, значительно легче быстро определить значение логического

Таблица 1

A. Свойства 0, 1 и отрицания		
Свойства 0 и 1	$a\cdot 0=0$	$a+0=a$
	$a\cdot 1=a$	$a+1=1$
Свойства отрицания	$a\cdot\bar{a}=0$	$a+\bar{a}=1$
	$\bar{\bar{a}}=a$	
B. Дизъюнкция и конъюнкция		
Сочетательный закон (ассоциативность)	$a\cdot(b\cdot c)=(a\cdot b)\cdot c$	$a+(b+c)=(a+b)+c$
Переместительный закон (коммутативность)	$a\cdot b=b\cdot a$	$a+b=b+a$
Закон поглощения (идемпотентность)	$a\cdot a=a$	$a+a=a$
Распределительный закон (дистрибутивность)	$a\cdot(b+c)=a\cdot b+a\cdot c$	$a+b\cdot c=(a+b)\cdot(a+c)$
Правила де Моргана (дизъюнкция, конъюнкция и отрицание)	$\overline{a\cdot b}=\bar{a}+\bar{b}$	$\overline{a+b}=\bar{a}\cdot\bar{b}$
C. Импликация и эквивалентность		
Определение импликации	$a\to b=\bar{a}+b$	
Полезные свойства импликации	$\bar{a}\to\bar{b}=b\to a$	$a\to(b\to c)=(a\cdot b)\to c$
Эквивалентность	$(a\equiv b)=a\cdot b+\bar{a}\cdot\bar{b}$	$\overline{(a\equiv b)}=a\cdot\bar{b}+\bar{a}\cdot b$

выражения $a\cdot 0$, чем значение $a\wedge 0$ (тут нужно еще вспомнить, что означает “$\wedge$”). С другой стороны, тождества вроде $a+1=1$ могут поначалу сбивать учеников с толку (а могут и не сбивать ☺).

Знаки умножения и сложения имеют различную типографическую плотность, поэтому запись $a\cdot b+c\cdot d$ воспринимается значительно легче, чем $a\wedge b\vee c\wedge d$.

Наконец, черта сверху, обозначающая отрицание, явно и недвусмысленно определяет область действия этой операции. Достаточно сравнить две следующих записи: $\overline{a+\overline{(b+c)}}$ и $\neg(a\vee\neg(b\vee c))$. Недостаток такого подхода — невозможность записать выражение в одну строчку (например, при вставке формулы в документ).

По-видимому, “алгебраические” обозначения более понятны и удобны для многих школьников. В то же время, основным в научной литературе является использование специальных символов для обозначения логических операций (часто вместо “$\wedge$” используется “&”). Таким образом, возможны две тактики. Одна — научить детей свободно пользоваться логическими обозначениями. Другая — научить их переводить выражения из “логических” обозначений в “алгебраические” и наоборот, а содержательную работу вести в “алгебраических” обозначениях. Как во всех подобных случаях, выбор зависит от конкретных обстоятельств.

Один из авторов этой статьи много лет успешно использует “алгебраические” обозначения на уроках информатики. Опыт показывает, что учащиеся понимают и запоминают их значительно легче, чем “логические”, а при необходимости легко преобразуют задания ЕГЭ в привычный формат.

Литература

1. *Сопрунов С.Ф.* Непростое программирование на Лого. М.: Московский институт открытого образования, 2011.

2. Аналитический отчет о результатах ЕГЭ-2011. Информатика и ИКТ. URL: *http://fipi.ru/sites/default/files/document/1408709946/2.11%20inf-11-11.pdf* (дата обращения 16.09.2014).

3. *Поляков К.Ю.* Подготовка к ЕГЭ по информатике [Электронный ресурс] URL: *http://kpolyakov.spb.ru/school/ege.htm* (дата обращения 16.09.2014).

4. *Поляков К.Ю.* Логические уравнения // Информатика, № 14, 2011, с. 30–35.

5. *Мирончик Е.А.* Метод отображения // Информатика, № 10, 2013, с. 18–26.

6. *Мирончик Е.А.* Люблю ЕГЭ за B15, или Еще раз про метод отображения // Информатика, № 7–8, 2014, с. 26–32.

7. Аналитический отчет о результатах ЕГЭ-2012. Информатика и ИКТ. URL: *http://fipi.ru/sites/default/files/document/1408709880/2.11.pdf* (дата обращения 16.09.2014).

8. *Поляков К.Ю., Еремин Е.А.* Информатика. 10-й класс. Углубленный уровень. В двух частях. М.: Бином, 2014.

9. Демоверсия, спецификация, кодификатор ЕГЭ-2015 по информатике [Электронный ресурс] URL: *http://fipi.ru/sites/default/files/document/1409834615/inf11_2015.zip* (дата обращения 16.09.2014).

10. *Лачин В.И., Савёлов Н.С.* Электроника: Учебное пособие. Ростов-на-Дону: Феникс, 2007.

Одн т нф мцямо тбтьп дн спомощьюр ныхсобщ , нпр , чрзустнуюрчь, спом юзпск л сп щьюфлжногосмфор, к йдолго врмя спльзовлсян флот. Вто врмяодно ж соб н м тнстрзную нформцюдлярзныхпр мнков. Ткфр з «ВСнтьяго дтдождь», прднняв1973году н вонныхрдочстотх, для сторонн ков г н р л . П ночт в Ч л послуж л с гн лом к н ч лу госуд рств нного п р ворот. К сож л н ю, в р льном к н л связ вс гд д йствуют пом х: посторонн звук пр р зговор, шумы р д оэф р др. Пом х могут ск ж ть со бщ н , вплоть до полной пот р нформ ц (вспомн т т л фонны р зговоры пр сл бом с гн л сотовой с т). Чтобы сод рж н со бщ н я, ск ж нного пом х м, можно было вос т нов ть, оно должно быть збыточным, то сть, в н м должны быть «л шн » эл м нты, б з которых смысл вс р вно вос т н вл в тся. Н пр м р, в со бщ н «Влг впдт в Кспск мр» мног уг д ют фр зу «Волг вп д т в К сп йско мор », з которой убр л вс гл сны. Этот пр м р говор т о том, что ст ств нны язык (н пр м р, рус к й) сод рж т много «л шн го», х збыточность оц н в тся в 60-80% (сл уд л ть 60-80% т кст, го смысл вс р вно уд тся вос т нов ть). В курс нформ т к мы буд м р с м тр в ть п р д чу нформ ц м нно к к п р д чу со бщ н й м жду компьют рным с ст м м, отвл к ясь от х смысл .

Информация и информационные процессы*

К.Ю. Поляков,
д. т. н., Санкт-Петербург,
http://kpolyakov.spb.ru,
Е.А. Еремин,
к. ф.-м. н., г. Пермь

Информатика и информация

Ключевые слова:
- информатика
- информация
- данные
- знания

Информатика

Слова “информатика” и “информация” родственные, это видно даже по их написанию. И это не случайно: информатика — это наука, изучающая прежде всего информацию и ее свойства.

Задачи, связанные с хранением, передачей и обработкой информации, человеку приходилось решать во все времена: требовалось передавать знания из поколения в поколение, искать нужные книги в хранилищах, шифровать секретную переписку. К концу XIX века количество документов в библиотеках стало настолько велико, что возникла необходимость применить научный подход к задачам хранения и поиска накопленной информации. Изобретение компьютеров в середине XX века значительно увеличило возможности людей в области работы с информацией, позволило автоматизировать рутинную работу.

Считается, что слово *информатика* образовалось в результате объединения слов “информация” и “автоматика”. Таким образом, получается “автоматическая работа с информацией”.

Современная информатика стала самостоятельной наукой в 70-х годах XX века. Она изучает информацию, ее свойства, а также методы хранения, передачи и обработки информации с помощью компьютеров. Одно из важнейших направлений информа-

* Глава из будущего учебника для 7-го класса.

тики — *программирование*, то есть разработка программ для компьютеров.

В нашем курсе мы познакомимся и с *информационными технологиями*, которые используются во всех областях современной жизни: при оформлении документов; при подготовке книг и журналов к печати; для расчета зарплаты; в медицине и образовании; для продажи билетов на поезда и самолеты; для автоматизации производства; при проектировании зданий, кораблей, станков и т.д. Во всех этих сферах используется понятие *информация*.

Что такое информация?

Латинское слово *informatio* переводится как “разъяснение”, “сведения”. В быту под информацией мы обычно понимаем любые сведения или данные об окружающем нас мире и о нас самих. Однако дать общее определение информации весьма непросто. Более того, в каждой области знаний слово “информация” имеет свой смысл.

Биологи рассматривают информационные процессы в живой природе. Социологи изучают ценность и полезность информации в человеческом обществе. Специалистов по компьютерной технике в первую очередь интересует представление информации в виде знаков.

Попробуем посмотреть на информацию с разных точек зрения и попытаемся выявить некоторые ее свойства. Прежде всего информация сама по себе “бестелесна”, она не имеет формы, размеров, массы. С этой точки зрения информация — это то содержание, которое человек с помощью своего сознания “выделяет” из окружающей среды.

Давайте сравним два изображения одинакового размера (*рис.* 1.1). На первом из них пусто, а на втором мы видим фотографию. Вряд ли кто-то способен долго разглядывать чистый лист, в то же время, можно долго смотреть на фотографию, открывая все новые и новые детали. Почему так?

Рис. 1.1

Первый рисунок разглядывать неинтересно, там все одинаково — везде белый цвет. На втором рисунке есть *разнообразие*, он неоднороден. Поэтому можно сказать, что он содержит больше информации, чем первый.

> Чем больше **разнообразие** в окружающем мире, тем больше информации мы получаем.

Зачем вообще нам нужна информация? Дело в том, что наши знания всегда в чем-то неполны. Например, вы стоите на остановке и не знаете, на каком именно автобусе вам нужно ехать в гости к другу (его адрес известен). Недостаток информации мешает вам решить свою задачу. Нужный номер автобуса можно определить, например, по карте с маршрутами транспорта на вашем смартфоне. Очевидно, что при этом вы получите новую информацию, которая увеличит знание.

> При получении информации **увеличиваются знания**.

Слово “информация” используется в самых различных ситуациях для обозначения того общего, что есть в разговоре людей, обмене письмами, чтении книги, прослушивании музыки, передаче сообщения через компьютерную сеть и т.д. Для подобных терминов трудно дать короткое и строгое определение — гораздо проще объяснить значение этого слова на конкретных примерах.

Как человек получает информацию

Человек получает информацию через свои органы чувств: глаза, уши, рот (орган вкуса — язык), нос и кожу. Поэтому всю получаемую нами информацию можно разделить на следующие виды:

- *зрительная информация*, которая поступает через глаза (по разным оценкам, 80–90% всей получаемой нами информации);
- *звуковая информация*;
- *вкусовая информация*;
- *запахи* (обонятельная информация);
- *тактильная информация*, которую мы получаем с помощью осязания, “на ощупь”.

Представление информации

Информация может быть представлена в различных формах:

- *текстовая информация* — последовательность символов (букв, цифр, знаков); в тексте важен порядок их расположения, например, КОТ и ТОК — два разных текста, хотя они состоят из одинаковых символов;
- *числовая информация* (иногда ее не считают отдельным видом информации, полагая, что число — это текст специального вида, состоящий из цифр);
- *графическая информация* (рисунки, картины, чертежи, карты, схемы, фотографии);
- *звуковая информация* (звучание голоса, мелодии, шум, стук, шорох и т.п.);
- *мультимедийная информация*, которая объединяет несколько форм (например, видеоинформация).

Обратим внимание, что одна и та же информация может быть представлена по-разному. Например, результаты измерения температуры воздуха в течение недели можно сохранить в виде текста, таблицы, графика, диаграммы, видеофильма и т.д.

Свойства информации

Идеальная информация должна быть

- *объективной* (не зависящей от чьего-либо мнения);
- *понятной* для получателя;
- *полезной* (позволяющей получателю решать свои задачи);
- *достоверной* (правильной, истинной);
- *актуальной* (значимой в данный момент);
- *полной* (достаточной для принятия решения).

Конечно, информация не всегда обладает всеми этими свойствами. Информация в сообщении “В стакане мало молока” необъективна (для одного полстакана — это мало, а для другого — много). Сообщение 私は散掉に行った。 непонятно для нас (оно означает “Я пошел гулять”, только по-японски).

Полезность информации определяется для каждого человека в конкретной ситуации. Например, информация о том, как древние люди добывали огонь, для большинства городских жителей бесполезна, поскольку она никак не помогает им решать свои жизненные задачи. С другой стороны, в экстремальной ситуации, когда человек оказывается один на один с природой, такие знания очень полезны, потому что увеличивают шансы на выживание, то есть помогают достичь цели.

Слухи, байки, искаженная информация (в том числе дезинформация) — это примеры недостоверной информации. Сообщение “10 лет назад тут был ларек с мороженым” неактуально, эта информация устарела. Информация в сообщении “Сегодня будет концерт” неполна, потому что не указаны время и участники концерта, и из-за этого мы не можем принять решение (идти или не идти?).

Развитие глобальной сети Интернет, в которую ежеминутно вносится огромное количество самых разнообразных данных, во многом перевернуло привычные представления о работе с информацией. Например, основным источником для поиска учебных материалов теперь фактически является Интернет, а не библиотеки. Однако при использовании информации из Интернета необходимо относиться к ней критически, так как ее достоверность никто не гарантирует.

Данные, информация, знания

Обо всех изменениях в окружающем мире человек узнает с помощью своих органов чувств: сигналы от них (“первичная” информация) постоянно поступают в мозг. Чтобы понять эти сигналы, то есть получить информацию, человек использует *знания* — свои представления о природе, обществе, самом себе. Знания позволяют человеку принимать решения, определяют его поведение и отношения с другими людьми.

Можно считать, что знания — это модель мира, которая есть у человека. Получив информацию (“поняв” сигналы, поступившие от органов чувств), он дополняет свои знания.

Всегда ли полученная информация увеличивает наши знания? Очевидно, что нет. Например, информация о том, что $2 \cdot 2 = 4$ вряд ли увеличит ваши знания, потому что вы это уже знаете, эта информация не нова. Однако она будет новой для тех, кто изучает таблицу умножения. Это значит, что изменение знаний при получении сообщения зависит от того, что человек знал до этого момента. Если он знает все, что было в полученном сообщении, знания не изменяются.

С другой стороны, сообщение на неизвестном языке также не увеличивает знания, потому что оно вам не понятно: ваших знаний не хватает для того, чтобы воспринять новую информацию.

Сообщение увеличивает знания человека, если оно понятно и содержит новые сведения.

К сожалению, измерить количество новых сведений в сообщении не так-то просто, тем более что для разных людей (скажем, для школьника и для ученого) “степень новизны” может оказаться разной. Но если говорить о компьютерной технике, то задача измерения количества информации может быть упрощена. Машина (по крайней мере пока) не способна понять смысл сообщения и воспринимает его просто как набор символов. Поэтому можно просто подсчитать количество символов в сообщении. Более подробно о способах оценки количества информации вы узнаете чуть позже.

Когда человек хочет поделиться с кем-то своим знанием, он может сказать: “Я знаю, что…” или “Я знаю, как…”. Это говорит о том, что есть два разных вида знаний. В первом случае знания — это некоторый известный факт, например, “я знаю, что Луна вращается вокруг Земли”. Такие знания называются **декларативными**, человек выражает их словами (*декларирует*). Декларативные знания — это факты, законы, принципы.

Второй тип знаний (“Я знаю, как…”) называют **процедурными**. Они выражаются в том, что человек знает, как нужно действовать в той или иной ситуации. К процедурным знаниям относятся методы решения различных задач, например, “я знаю, как найти площадь прямоугольника”.

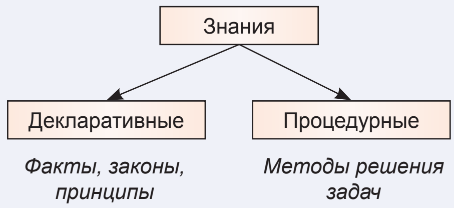


Рис. 1.2

Для того чтобы сохранить знания и передать другим людям, нужно выразить их на каком-то языке (например, рассказать, записать, нарисовать и т.п.). Только после этого их можно хранить, обрабатывать, передавать, причем с этим может справиться и компьютер. В компьютерной литературе информацию, зафиксированную (закодированную) в какой-то форме, называют *данными*, имея в виду, что компьютер может выполнять с ними какие-то операции, но не способен понимать их смысл.

Для того чтобы данные стали *информацией*, их нужно понять и осмыслить, а на это способен пока только человек. Если человек, получающий сообщение, знает язык, на котором оно записано, он может понять смысл этого сообщения, то есть получить информацию. Обрабатывая и упорядочивая информацию, он выявляет закономерности — получает *знания*.

Мы увидели, что существуют достаточно тонкие различия между понятиями “данные”, “информация”, “знания”. Тем не менее, на практике чаще всего все это называется общим термином “информация”.

Контрольные вопросы

1. Что изучает информатика?
2. Как человек получает информацию?
3. Чем отличается текст от набора символов?
4. Почему числовую информацию иногда не выделяют как отдельный вид?
5. К какому виду информации относятся видеофильмы? Почему?
6. Что такое тактильная информация?
7. Всякая ли информация увеличивает знания? Почему?
8. Какими свойствами должна обладать “идеальная” информация?
9. Приведите примеры необъективной, непонятной, бесполезной, недостоверной, неактуальной и неполной информации.
10. Может ли информация быть достоверной, но бесполезной? достоверной, но необъективной? объективной, но недостоверной? актуальной, но непонятной?
11. Приведите примеры своих декларативных и процедурных знаний.
12. В чем, на ваш взгляд, разница между понятиями “данные”, “информация”, “знания”?
13. Почему считают, что компьютер может работать только с данными?
14. Какие изменения произошли в жизни общества в результате широкого распространения Интернета?
15. Как вы считаете, смогут ли компьютеры научиться понимать смысл данных?

Что можно делать с информацией?

Ключевые слова:
- носитель информации
- сигнал
- сообщение
- передача информации
- помехи
- обработка информации
- кодирование
- поиск
- сортировка
- хранение информации

Как мы уже знаем, информация сама по себе “бестелесна”, ее нельзя “потрогать”. Она может существовать только тогда, когда связана с каким-то объектом — *носителем*.

> **Носитель** — это объект, который может содержать информацию.

Когда меняется информация, изменяются свойства ее носителя. Например, можно стереть рисунок на песке и нарисовать новый. Изменения, происходящие с информацией, называются *информационными процессами*. Все эти процессы можно свести к двум основным:

- *передача информации* (данные передаются с одного носителя на другой без изменений);
- *обработка информации* (данные изменяются).

Часто информационными процессами называют также и другие операции с информацией (например, копирование, удаление и др.), но их можно свести к передаче и обработке.

Для хранения информации тоже используется какой-то носитель (бумага, диск, память и т.п.). Однако при этом никаких изменений не происходит, поэтому хранение информации нельзя назвать процессом.

Передача информации

При **передаче информации** всегда есть источник и приемник информации. Эти роли могут меняться, например, во время диалога собеседники по очереди выступают то в роли источника, то в роли приемника информации.

Информация проходит от источника к приемнику через канал связи, в котором она должна быть связана с каким-то *носителем*. При разговоре людей информацию переносят звуковые волны. В компьютерах информация передается с помощью электрических сигналов или радиоволн (в беспроводных устройствах). Информация может передаваться с помощью света, лазерного луча, системы телефонной или почтовой связи, компьютерной сети и др.

Для передачи информации свойства носителя должны изменяться со временем. Например, если включать и выключать лампочку, можно передавать самую разную информацию. Нужно только договориться об условных сигналах, например, что будут обозначать короткая и длинная вспышки. Это называется *кодированием* информации. Когда мы записываем наши мысли в виде текста, мы тоже кодируем их.

> Для передачи информации ее нужно закодировать.

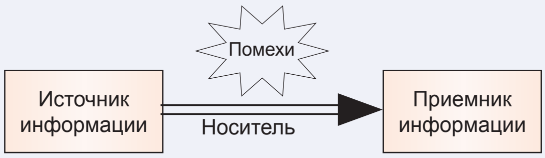


Рис. 1.3

Информация поступает по каналу связи в виде сигналов, которые приемник может обнаружить с помощью своих органов чувств (или датчиков) и “понять” (раскодировать).

> **Сигнал** — это изменение свойств носителя, которое используется для передачи информации.

Примеры сигналов — это изменение громкости звука, вспышки света и т.п.

Человек может принимать сигналы только с помощью своих органов чувств. Чтобы передавать и принимать информацию, например, с помощью радиоволн, нужны вспомогательные устройства: радиопередатчик, преобразующий звук в радиоволны, и радиоприемник, выполняющий обратное преобразование. Они позволяют расширить возможности человека.

С помощью одного сигнала (одного изменения) невозможно передать много информации. Поэтому чаще всего используется не одиночный сигнал, а последовательность сигналов, которая называется *сообщением*.

Сообщение — это последовательность сигналов.

Важно понимать, что сообщение — это только "оболочка" для передачи информации, а информация — это *содержание* сообщения. Приемник должен сам "извлечь" (раскодировать) информацию из полученной последовательности сигналов. Можно принять сообщение, но не принять информацию, например, услышав речь на незнакомом языке или перехватив чужую шифровку.

Одна и та же информация может быть передана с помощью разных сообщений, например, через устную речь, с помощью записки или с помощью флажного семафора, который долгое время использовался на флоте.

В то же время, одно и то же сообщение может нести разную информацию для разных приемников. Так фраза "В Сантьяго идет дождь", переданная в 1973 году на военных радиочастотах, для сторонников генерала А.Пиночета в Чили послужила сигналом к началу государственного переворота.

К сожалению, в реальном канале связи всегда действуют *помехи*: посторонние звуки при разговоре, шумы радиоэфира и др. Помехи могут искажать сообщение, вплоть до полной потери информации (вспомните телефонные разговоры при слабом сигнале сотовой сети).

Чтобы содержание сообщения, искаженного помехами, можно было восстановить, оно должно быть *избыточным*, то есть в нем должны быть "лишние" элементы, без которых смысл все равно восстанавливается. Например, в сообщении "Влг впдт в Кспск мр" многие угадают фразу "Волга впадает в Каспийское море", из которой убрали все гласные. Этот пример говорит о том, что естественные языки (например, русский) содержат много "лишнего", их избыточность оценивается в 60–80% (если удалить 60–80% текста, его смысл все равно удается восстановить).

В курсе информатики мы будем рассматривать передачу информации именно как передачу сообщений между компьютерными системами, отвлекаясь от их смысла.

Обработка информации

Обработка — это изменение информации, представление ее в другой форме. Среди важнейших видов обработки можно назвать:

- *создание новой информации*, например, решение задачи;
- *кодирование* — запись информации с помощью некоторой системы знаков для передачи и хранения; один из вариантов кодирования — шифрование, цель которого — скрыть смысл (содержание) информации от посторонних;
- *поиск информации*, например, в книге, в библиотечном каталоге, на схеме или в Интернете;
- *структурирование* — выделение важных элементов в сообщениях и установление связей между ними;
- *сортировка* — расстановка элементов списка в заданном порядке, например, расстановка чисел по возрастанию или убыванию, расстановка слов по алфавиту; задача сортировки — облегчить поиск информации.

Для обработки информации человек использует в первую очередь свой мозг. *Нейроны* (клетки головного мозга) "переключаются" примерно 200 раз в секунду — значительно медленнее, чем элементы памяти компьютеров. Однако человек практически безошибочно отличает собаку от кошки, а для компьютеров эта задача пока неразрешима. Дело, по-видимому, в том, что мозг решает такие задачи не путем сложных вычислений, а как-то иначе (как — пока никто до конца не знает).

Компьютер позволяет "усилить" возможности человека в тех задачах обработки информации, решение которых требует длительных расчетов. Однако в отличие от человека для компьютера недоступны фантазия, размышления и творчество.

Хранение информации

Для хранения информации человек прежде всего использует свою память. Мозг — это одно из самых совершенных хранилищ информации, во многом превосходящее компьютерные средства.

К сожалению, человек многое забывает. Кроме того, необходимо передавать знания другим людям, в том числе и следующим поколениям. Поэтому в древности люди записывали информацию на камне, папирусе, бересте, пергаменте, затем — на бумаге. В XX веке появились новые средства хранения информации: перфокарты и перфоленты, магнитные ленты и магнитные диски, лазерные диски, флэш-память.

В любом случае информация хранится на каком-то *носителе*, который обладает "памятью", то есть может находиться в разных состояниях. Носитель переходит из одного состояния в другое при каком-то внешнем воздействии, а без воздействий сохраняет свое состояние.

При записи информации свойства носителя меняются: на бумагу наносятся текст и рисунки; на магнитных дисках и лентах намагничиваются отдельные участки; на лазерных дисках образуются области, по-разному отражающие свет. Таким образом, для хранения информация тоже кодируется.

Информация хранится в закодированном виде.

При хранении свойства носителя остаются неизменными, что позволяет потом читать записанную информацию. Отметим, что процессы записи и чтения — это процессы передачи информации.

Контрольные вопросы

1. Кто (что) может быть источником (приемником) информации? Приведите примеры.
2. Что такое сигнал? Приведите примеры сигналов.
3. Что такое сообщение? Чем отличается получение информации от получения сообщения?
4. Приведите примеры, когда прием сообщения не означает прием информации.

5. Приведите примеры, когда одна и та же информация может быть передана с помощью разных сообщений.

6. Приведите примеры, когда одно и то же сообщение несет разную информацию для разных людей.

7. Расскажите, как помехи влияют на передачу информации. Приведите примеры.

8. Что такое избыточность? Почему она полезна при передаче информации?

9. Представьте, что придумали язык, в котором нет избыточности. В чем будет его недостаток?

10. Как вы думаете, какой вариант русского языка обладает наибольшей избыточностью: разговорный, литературный, юридический, язык авиадиспетчеров? Почему?

11. Какие виды обработки информации вы знаете?

12. При каких видах обработки информации меняется ее содержание?

13. При каких видах обработки информации меняется только форма ее представления?

14. К какому виду обработки можно отнести шифрование? Почему?

15. Работники удаленной метеостанции каждые три часа измеряют температуру и влажность воздуха, и передают данные по рации в районный метеоцентр. Там эти данные сводят в таблицу и отправляют по электронной почте в Гидрометцентр, где мощные компьютеры составляют прогноз погоды. Выделите здесь процессы, связанные с обработкой, передачей и приемом информации.

16. Вася нашел в старой книге сведения о населении Москвы в XIX веке, составил таблицу по этим данным, построил диаграмму и сделал доклад на школьной конференции. Выделите здесь процессы, связанные с обработкой и передачей информации.

17. Зачем человек записывает информацию?

18. В чем преимущества и недостатки человеческой памяти в сравнении с компьютерной?

19. В каких задачах компьютер не может соревноваться с человеком? Почему? В каких ситуациях человек явно уступает компьютеру?

20. Какие средства хранения информации используются в компьютерной технике? Какие из них уже вышли или выходят из употребления? Почему?

Измерение информации

Ключевые слова:
- кодирование
- двоичные цифры
- двоичный код
- бит
- байт, килобайт, мегабайт, гигабайт, терабайт

Любая наука рано или поздно приходит к необходимости как-то измерять то, что она изучает. Для человека информация — это прежде всего смысл, заключенный в сигналах и данных. Как измерить смысл? На этот вопрос пока нет однозначного ответа.

Вспомним, что компьютеры не могут обрабатывать смысл, они работают только с данными (а не с информацией). При этом возникают практические задачи — определить, сколько места займет на диске текст, рисунок или видеофильм; сколько времени потребуется на передачу файла по компьютерной сети и т.п. Поэтому чаще всего используется *объемный* подход к измерению информации. Он заключается в том, что количество информации оценивается просто по *числу символов*, используемых для ее кодирования. С этой точки зрения литературное произведение и случайный набор букв могут содержать одинаковое количество информации. Конечно, такой подход не универсален, но он позволяет успешно решать практические задачи, связанные с компьютерной обработкой и хранением данных.

Что такое бит?

Итак, нам нужно измерить, сколько символов требуется для записи (кодирования) какой-то информации. Но на каком языке ее закодировать? Для того чтобы ввести универсальную меру информации, нужно использовать такой язык, на котором можно закодировать все виды информации: текст, числа, рисунки, звуки. В качестве такого языка принят язык (код), с помощью которого компьютеры обмениваются информацией между собой.

Информация между частями компьютера передается с помощью *носителя* — электрического тока, который течет по проводам. В современных компьютерах используются всего два четко различимых случая: ток по проводу либо идет, либо нет. Мы сталкиваемся с таким явлением и в быту: электрическая лампочка может находиться в двух состояниях, “горит” или “не горит”. Тогда на вопрос “Горит ли сейчас лампочка?” есть два варианта ответа, которые можно обозначить цифрами 1 (“горит”) и 0 (“не горит”)[1].

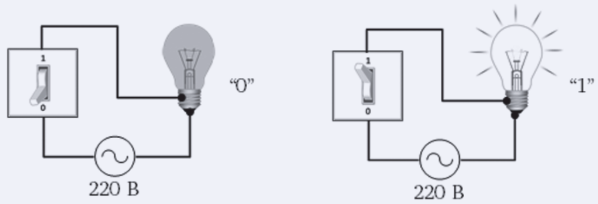


Рис. 1.4

Набор цифр, включающий только 0 и 1, называют *двоичными цифрами* (в отличие, например, от десятичных цифр), и с этим связано название единицы измерения количества информации — бит[2].

> **Бит** — это количество информации, которую можно записать (закодировать) с помощью одной двоичной цифры.

Конечно, нужно договориться, что означают “0” и “1” (“1” — это “горит” или “не горит”?), но для измерения количества информации это не важно.

> **Двоичный код** — это код, в котором сообщение записывается с помощью двух различных символов (например, “0” и “1”).

Например, в сообщении “подброшенная монета упала гербом” содержится один бит информации,

[1] Конечно, вместо 0 и 1 можно использовать два любых знака.

[2] Английское слово *bit* — это сокращение от выражения ***bi****nary digi****t***, “двоичная цифра”.

потому что монета могла упасть гербом (обозначим это через “0”) или “решкой” (“1”). Сообщение “дверь открыта” тоже содержит один бит, если считать, что дверь может быть в двух состояниях: открыта (“0”) или закрыта (“1”). Вот еще пример диалога, в котором получена информация в один бит:

— Вы будете чай или кофе?

— Кофе, пожалуйста.

2 бита, 3 бита, ...

А если возможных вариантов не два, а больше? Понятно, что в этом случае одной двоичной цифры для кодирования всех вариантов не хватит. Поэтому количество информации будет больше, чем один бит.

Представим себе, что на вокзале стоят четыре одинаковых поезда, причем только один из них идет в Москву. Сколько бит понадобится для того, чтобы записать информацию о номере платформы, где стоит поезд на Москву?

Рис. 1.5

Очевидно, что одного бита недостаточно, так как с помощью одной двоичной цифры можно закодировать только два варианта: 0 и 1. А вот два бита как раз позволяют закодировать четыре разных сообщения: 00, 01, 10 и 11. Теперь нужно сопоставить эти коды номерам платформ, например, так: 1 — 00, 2 — 01, 3 — 10, 4 — 11. Тогда сообщение “10” говорит о том, что поезд на Москву стоит на платформе № 3. Это сообщение несет два бита информации.

С помощью трех битов можно закодировать уже восемь вариантов: 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110 и 111. Таким образом, каждый бит, добавленный в сообщение, увеличивает количество вариантов в два раза:

I, бит	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N, вариантов	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024

Наверное, вы заметили, что все числа в нижней строчке таблицы — это степени числа 2: $N = 2^I$.

А что если нам нужно закодировать шесть разных вариантов? Для этого не хватит двух битов (они дают только четыре варианта), поэтому придется использовать третий. С другой стороны, три бита позволяют закодировать восемь вариантов (больше, чем нам нужно), поэтому с точки зрения теории при выборе одного из шести вариантов мы получаем меньше, чем три бита информации. Можно сделать вывод, что количество информации может быть нецелым числом, в данном случае — между двумя и тремя битами. Как его вычислить, вы узнаете в старших классах.

Другие единицы

Считать большие объемы информации в битах неудобно, хотя бы потому, что придется работать с очень большими числами (миллиардами, триллионами и т.д.). Поэтому стоит ввести более крупные единицы.

1 байт = 8 битов

Сразу возникает вопрос — а почему не 10 бит или, скажем, 12? Дело в том, что слово “байт” (англ. *byte*) имеет второе значение — так называют наименьшую ячейку памяти, которую компьютер может прочитать за один раз. Для современных компьютеров эта ячейка состоит из восьми элементов, каждый из которых хранит один бит данных. Это связано с тем, что до недавнего времени при обработке текста использовался набор из 256 символов, так что для кодирования каждого символа было нужно восемь битов.

Объемы данных, с которыми работают компьютеры, нередко измеряются миллионами и миллиардами байтов. В таких случаях используют единицы, образованные с помощью приставок:

1 Кбайт (килобайт) = 1024 байта = = 2^{10} байта = 2^{13} бит

1 Мбайт (мегабайт) = 1024 Кбайта = = 2^{10} Кбайта = 2^{20} байта = 2^{23} бит

1 Гбайт (гигабайт) = 1024 Мбайта

1 Тбайт (терабайт) = 1024 Гбайта

Так сложилось исторически, что при измерении количества информации приставка “кило-” обозначает в отличие от международной системы единиц СИ увеличение не в 1000 раз, а в 1024 = 2^{10} раза. Аналогично “мега-” — это увеличение в 1024^2 = =2^{20} = 1 048 576 раз, а не в 1 млн = 1000^2 раз.

Строго говоря, нужно называть такие кило- (мега-, гига-, ...) байты *двоичными*, поскольку множитель 1024 — это 2^{10}. Стандарт Международной электротехнической комиссии (МЭК) предлагает называть их “кибибайт”, “мебибайт”, “гибибайт” и “тебибайт”, но эти названия на практике не прижились.

При переводе количества информации из крупных единиц в мелкие числа умножают на соотношение между единицами (число увеличивается).

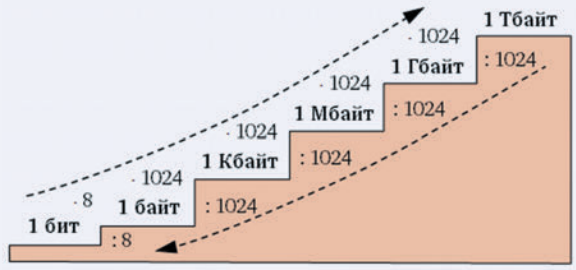


Рис. 1.6

Например,

2 Кбайта = 2 · (1 Кбайт) = 2 · 1024 байта = = 2048 байт = 2048 · (1 байт) = 2048 · 8 бит = = 16 384 бита.

Заметьте, что все коэффициенты для перевода — это степени двойки: 8 = 2^3, 1024 = 2^{10}. Поэтому часто удобно выполнять расчеты, представляя все значения как степени числа 2:

2 Кбайта = 2 · 2^{10} байт =

= 2^{11} байт = 2^{11} · 2^3 бит = 2^{14} бит.

При переводе количества информации из мелких единиц в крупные числа нужно делить на соотношение между единицами (число уменьшается). Например,

8192 бита = 8192 · (1/8 байта) = 8192 : 8 байт = = 1024 байта = 1024 · (1/1024 Кбайта) = = 1024 : 1024 Кбайт = 1 Кбайт

или, используя степени двойки,

8192 бита = 2^{13} бита = 2^{13} · (1/2^3 байта) = = 2^{10} байт = 2^{10} · (1/2^{10} Кбайта) = 1 Кбайт.

Контрольные вопросы

1. Что такое объемный подход к оценке количества информации?
2. Дайте определение минимальной единицы измерения количества информации.
3. Приведите примеры сообщений, количество информации в которых равно одному биту.
4. Что такое двоичные цифры?
5. Объясните, почему все числа во второй строке таблицы на предыдущей странице — это степени числа 2.
6. Какие единицы используют для измерения больших объемов информации?
7. Что означают приставки “кило-”, “мега-”, “гига-” и “тера-” при измерении количества информации?
8. Какие приставки рекомендуется использовать для обозначения двоичных килобайта и мегабайта? Как вы думаете, почему они редко используются?

Задачи

1. Вася не знает, какой (только один!) из восьми поездов, стоящих на вокзале, идет в Санкт-Петербург. В справочном бюро он задает восемь вопросов: “Поезд на 1-й платформе идет в Санкт-Петербург?”, “Поезд на 2-й платформе идет в Санкт-Петербург?” и т.д. На первые семь вопросов он получает ответ “нет”, а на последний — “да”. Вася считает, что он получил 8 бит информации. Прав он или нет? Почему?
2. В горах, рядом с которыми живет племя Тумба-Юмба, есть четыре пещеры. В каждой из них может быть (а может не быть) клад. Можно ли закодировать сведения о том, где есть клады, используя 3 бита? 4 бита? 5 бит?
3. Известно, что ровно в двух пещерах из четырех есть клады. Сколько бит нужно, чтобы закодировать информацию о расположении кладов?
4.*Известно, что дверь открывается двумя из четырех имеющихся ключей. Оцените количество информации в сообщении “Дверь открывается ключами № 2 и № 4”. Закодируйте его, используя наименьшее количество двоичных цифр.
5. *Известно, что дверь открывается двумя из пяти имеющихся ключей. Оцените количество информации в сообщении “Верхний замок открывается ключом № 1, а нижний — ключом № 4”. Закодируйте его, используя наименьшее количество двоичных цифр.
6. Вася задумал число от 1 до 100. Нужно отгадать это число за наименьшее число попыток, задавая Васе вопросы, на которые он отвечает только “да” и “нет”. За сколько вопросов вы беретесь угадать число? Как нужно задавать вопросы, чтобы их число было минимальным даже в худшем случае?
7. Вася задумал число от 20 до 83. Сколько бит информации содержится в сообщении “Вася задумал число 77”? Закодируйте это сообщение, используя наименьшее количество двоичных цифр.
8. Двое играют в “крестики-нолики” на поле 4 на 4 клетки. Какое количество информации получил второй игрок, узнав первый ход соперника?
9. На вокзале пос. Сосново три платформы, у каждой из них стоит поезд. Девушка в справочном отвечает на все вопросы только “да” и “нет”. За какое минимальное число вопросов можно узнать, в каком порядке отходят поезда?
10. Переведите 1 Мбайт во все изученные единицы измерения количества информации.
11. Переведите 2^{26} бит во все изученные единицы измерения количества информации.
12. Сколько килобайт содержится в 32 768 битах?
13. Сколько битов в 8 Кбайтах?
14. Сколько битов содержит 1/16 Кбайта?
15. Сколько битов содержит 1/512 Мбайта?
16. Сколько байтов и битов содержит 1 Гбайт? 1 Тбайт?

Информационный объем текста

Ключевые слова:
- кодирование
- алфавит
- сообщение
- равномерный код
- кодировка символов

Информационный объем текста — это количество информации, заключенное в этом тексте. Как вы уже знаете, количество информации оценивается по количеству знаков, которое содержится в сообщении. Вычислять информационный объем текста нужно прежде всего для того, чтобы определить, сколько места будет занимать этот текст на диске, или сколько времени потребуется на его передачу через Интернет.

Алфавит

Любой текст — это информация, записанная (закодированная) с помощью некоторого набора знаков. В большинстве современных языков (в том числе в русском и английском) для записи текстов используется ограниченный набор знаков — *алфавит*[3].

Алфавит — это набор знаков, который используется в языке.

Компьютеры обмениваются *сообщениями*, смысла которых они не понимают.

Сообщение — это любая последовательность символов некоторого алфавита.

[3] Существует и другой тип языков, к которому относятся китайский, корейский, японский языки. В них используются *иероглифы*, каждый из которых обозначает отдельное слово или понятие.

Допустим, нам нужно определить информационный объем сообщения, закодированного с помощью заглавных букв русского алфавита:

МАМА МЫЛА РАМУ

Как вы узнали в предыдущем параграфе, для этого нужно как-то записать это сообщение *в двоичном коде*, то есть в виде цепочки нулей и единиц. Тогда информационный объем сообщения в битах будет равен длине такой цепочки.

Информационный объем символа

Итак, нам нужно понять, как записать любой символ, например букву "М", в виде двоичного кода. После этого мы можем составить полное сообщение в двоичном коде, "собрав" в единую цепочку коды отдельных символов. Длина этой цепочки и определит количество информации в тексте.

Чаще всего при кодировании текстов коды всех символов имеют одинаковую длину. Такой код называется *равномерным*.

Вернемся к нашей фразе МАМА МЫЛА РАМУ. В ней используются буквы М, А, Ы, Л, Р, У и пробел, который мы будем обозначать знаком "␣", — всего семь символов. Поскольку никаких других символов в нашем тексте нет, можно считать, что он записан с помощью алфавита, содержащего только семь знаков. Это число называют *мощностью алфавита*.

Мощность алфавита — это число символов, входящих в алфавит.

Сколько битов нужно, чтобы все семь символов имели различные коды? Вспомните, что один бит позволяет закодировать два варианта, два бита — четыре варианта, три бита — восемь вариантов. Поэтому двух битов нам не хватит, а трех уже достаточно. Например, можно присвоить символам такие коды:

М	А	Ы	Л	Р	У	␣
000	001	010	011	100	101	110

В этом случае информационный объем каждого символа — три бита (любой символ занимает три бита в памяти компьютера).

В компьютерной технике часто используют 8-битные и 16-битные кодировки, когда на один символ отводится соответственно 8 или 16 битов. В первом случае (8-битная кодировка) можно использовать $2^8 = 256$ различных символов, а 16-битная кодировка позволяет кодировать значительно больше символов: $2^{16} = 65\,536$.

Как же определяют, какой символ соответствует, скажем, коду 01010011? Для этого есть международные стандарты, где определены коды всех символов. Например, ASCII — это американский стандартный код для обмена информацией, который определяет символы с кодами от 0 до 127. Этот код включает латинские буквы, цифры, знаки арифметических операций, скобки и др. Другие (расширенные) кодировки включают буквы других алфавитов, в том числе и русского. Например, при использовании 8-битной кодировки мы можем закодировать символы еще одного алфавита (кроме английского): они получают коды в диапазоне от 128 до 255.

Если используется нестандартная кодировка, при обмене сообщениями нужно еще передать *словарь* — сообщить, какой букве какой код соответствует.

Информационный объем сообщения

Используя только что построенный трехбитный код, наше сообщение можно записать так:

```
 М   А   М   А       М   Ы   Л   А
000 001 000 001 110 000 010 011 001 110
 Р   А   М   У
100 001 000 101
```

Длина такого сообщения — $14 \cdot 3 = 42$ символа в двоичном коде, поэтому его информационный объем — 42 бита.

При равномерном кодировании информационный объем сообщения вычисляется по формуле

$$I = L \cdot i$$

где L — длина сообщения (количество символов), а i — информационный объем одного символа.

Если бы наше сообщение было закодировано с помощью 8-битного кода, его информационный объем был бы равен $14 \cdot 8 = 112$ битов. Для 16-битного кода получаем $14 \cdot 16 = 224$ бита.

Наверное, вы задаете себе вопрос: зачем же нужна 16-битная кодировка, которая намного увеличивает объем текста (и время его передачи по сети!). Дело в том, что с ее помощью можно закодировать значительно больше символов, чем, например, в 8-битной кодировке. Это позволяет использовать в одном документе русские и французские буквы, китайские иероглифы и др.

Задачи

Задача 1. Определить информационный объем сообщения

ПРИВЕТ ОТ СТАРЫХ ШТИБЛЕТ!

при использовании 16-битной кодировки.

Решение. В этом сообщении 25 символов (считая три пробела и восклицательный знак). Каждый из них занимает 16 битов, поэтому информационный объем сообщения равен

$25 \cdot 16 = 400$ битов $= 400 : 8$ байтов $= 50$ байтов.

Если сообразить, что 16 битов = 2 байта, сразу получим

$25 \cdot 2 = 50$ байтов.

Ответ: 50 байтов.

Задача 2. Решить задачу 1 при условии, что используется кодировка с минимальным количеством битов на символ.

Решение. В этом сообщении используется всего 17 *различных* символов (П, Р, И, В, Е, Т, О, С, А, Ы, Х, Ш, И, Б, Л, ! и пробел). Для того чтобы присвоить им различные коды, нужно использовать для каждого кода не менее пяти битов (четыре бита дадут только 16 вариантов, а пять битов — 32 варианта). Поэтому информационный объем текста при таком кодировании равен

$25 \cdot 5 = 125$ битов.

Ответ: 125 битов.

Нужно учитывать, что при использовании такого кода вместе с кодами символов необходимо передать и словарь (соответствие кода конкретному символу). Объем 125 битов вычислен без учета словаря.

Задача 3. Определить информационный объем (в Кбайтах) брошюры, в которой 10 страниц текста. На каждой странице 32 строки по 64 символа в каждой, используется 8-битная кодировка.

Решение. Сначала определим количество символов на странице:

$$32 \cdot 64 = 2^5 \cdot 2^6 = 2^{11}.$$

Теперь находим общее количество символов в книге: $L = 10 \cdot 2^{11}$ символов.

Так как используется 8-битная кодировка, каждый символ занимает 8 битов, или 1 байт. Поэтому информационный объем текста — $10 \cdot 2^{11}$ байтов. Переведем это значение в килобайты:

$$I = \frac{10 \cdot 2^{11}}{1024} = \frac{10 \cdot 2^{11}}{2^{10}} = 20 \text{ Кбайт.}$$

Ответ: 20 Кбайт.

Во многих задачах на определение количества информации можно значительно упростить вычисления, если записывать все величины как степени числа 2.

Контрольные вопросы

1. Что такое информационный объем текста? Зачем и как его вычисляют?
2. Что такое алфавит? Как используемый алфавит влияет на информационный объем текста?
3. Что такое сообщение?
4. Зачем текст представляют в двоичном коде?
5. Что такое равномерный код?
6. Как вы себе представляете неравномерный код? В чем могут быть его достоинства и недостатки?
7. Как связаны мощность алфавита и информационный объем текста?
8. Какие вы знаете кодировки текста, используемые в компьютерной технике?
9. В чем вы видите достоинства и недостатки 16-битных кодировок?
10. Как определяют, какой именно символ соответствует некоторому коду?
11. Зачем при использовании нестандартной кодировки нужно передавать словарь? Как это изменит длину сообщения?
12. Как бы вы предложили закодировать словарь для нестандартной кодировки?
13. Зачем нужны международные стандарты?
14. Что такое ASCII?
15. Как вычислить информационный объем сообщения?

Задачи

1. Какое минимальное число битов на символ надо выделить в памяти, если требуется использовать не менее 100 символов одновременно?
2. Сколько различных символов можно использовать при 9-битном коде (на каждый символ отводится девять битов)?
3. Определите, чему равен информационный объем (в байтах) следующего высказывания Рене Декарта, закодированного с помощью 16-битной кодировки:

   `Я мыслю, следовательно, существую.`
4. Текст, закодированный в 8-битной кодировке, занимает в памяти 2 Кбайта. Сколько символов в этом тексте?
5. Текст, закодированный в 16-битной кодировке, занимает в памяти 6 Кбайт. Сколько символов в этом тексте?
6. Текст из 46 символов занимает в памяти компьютера 69 байтов. Определите, сколько битов выделяется на каждый символ. Сколько различных символов можно использовать при такой кодировке?
7. Текст, содержащий 16 384 символа занимает в памяти компьютера 22 Кбайта. Определите, сколько битов выделяется на каждый символ. Сколько различных символов можно использовать при такой кодировке?
8. При перекодировке сообщения на русском языке из 16-битного кода в 8-битную кодировку оно уменьшилось на 560 битов. Какова длина сообщения в символах?
9. При перекодировке сообщения из 8-битного кода в 16-битную кодировку его объем увеличился на 2048 байтов. Каков был информационный объем сообщения до перекодировки?
10. Текст, содержащий 150 страниц (на каждой странице 32 строки по 64 символа) закодирован в 16-битной кодировке. Определите информационный объем текста в Кбайтах.
11. Книга занимает в памяти 500 Кбайт. На каждой странице книги 32 строки по 64 символа. Сколько страниц в этой книге?

Информационный объем рисунков

Ключевые слова:
- пиксель
- растровый рисунок
- палитра

Далее под термином “рисунок” мы будем понимать любое изображение: фотографию, чертеж, карту, картину и др., закодированную в компьютерном формате. В этом параграфе мы научимся определять информационный объем рисунков.

Растровые рисунки

Возможно, вы уже работали с графическими редакторами и видели, что получается, если очень сильно увеличить рисунок:

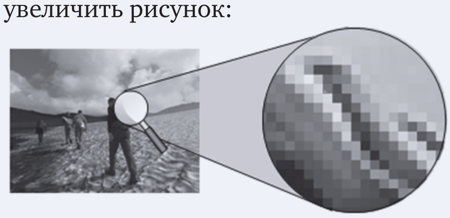


Рис. 1.7

Изображение состоит из отдельных квадратиков, и перекрасить часть такого элемента невозможно, можно только закрасить одним цветом весь элемент. Элементы, из которых состоят цифровые рисунки, называются *пикселями*.

> **Пиксель**[4] — это наименьший элемент цифрового рисунка, для которого можно задать свой цвет независимо от других.

Рисунок, который представлен в компьютере в виде набора пикселей, называют *растровым*, или *точечным* (слово *растр* обозначает точечную структуру рисунка).

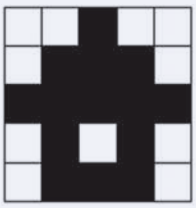
> **Растровый рисунок** — это рисунок, который хранится в памяти как множество точек разного цвета (пикселей).

Для того чтобы определить количество информации в растровом рисунке, нужно умножить количество пикселей на информационный объем одного пикселя.

Информационный объем пикселя

Как вы думаете, какой рисунок занимает меньше места в памяти компьютера — черно-белый (использующий только два цвета, черный и белый) или цветной? Вполне естественно предположить, что в черно-белом рисунке меньше информации, потому что меньше разнообразия (вспомните, что чем больше разнообразия, тем больше информации!).

Для того чтобы хранить и обрабатывать рисунки на компьютере, цвет каждого пикселя нужно закодировать в двоичном коде. Для черно-белого рисунка нужно закодировать всего два цвета — черный и белый. Для этого хватит одного бита: допустим, черный цвет мы закодируем как 0, а белый — как 1. Тогда черно-белый рисунок с домиком размером 5×5 пикселей можно закодировать так:



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

Рис. 1.8

Если в рисунке используется больше двух различных цветов, одного бита уже не хватит. Например, для кодирования четырех цветов требуется два бита. Три бита позволяют закодировать $2^3 = 8$ цветов, четыре бита — $2^4 = 16$ цветов и т.д.

Таким образом, для того чтобы определить информационный объем пикселя, нужно знать количество цветов, используемых в рисунке. Набор цветов называют *палитрой* (как палитра у художника), поэтому иначе говорят, что нужно знать количество цветов в палитре.

Пусть количество цветов в палитре равно N. Тогда количество битов i, необходимое для кодирования цвета одного пикселя, определяется неравенством $2^i \ge N$. Например, если используется 100 цветов, первая степень числа 2, которая больше или равна 100, — это $2^7 = 128$. Поэтому информационный объем пикселя будет равен 7 бит.

Информационный объем рисунка

Как мы уже говорили, для вычисления информационного объема рисунка нужно умножить количество пикселей на информационный объем одного пикселя.

> Информационный объем растрового рисунка вычисляется по формуле
> $$I = L \cdot i$$
> где L — количество пикселей, а i — информационный объем одного пикселя.

Вернемся к черно-белому рисунку размером 5 × 5 пикселей (*рис.* 1.7). Для того чтобы найти общее количество пикселей, нужно умножить его длину на ширину, получаем $5 \cdot 5 = 25$ пикселей. Каждый пиксель занимает один бит, поэтому информационный объем рисунка также равен 25 битам.

Если бы в таком рисунке все 25 пикселей были разного цвета, на кодирование цвета одного пикселя потребовалось бы пять битов ($2^4 = 16 < 25 \le 2^5 = 32$, то есть четырех битов не хватает, а пяти — достаточно). Тогда информационный объем рисунка был бы равен $5 \cdot 5 \cdot 5 = 125$ битов.

Задачи

Задача 1. Сколько места в памяти (в Кбайтах) надо выделить для хранения 16-цветного рисунка размером $32 \cdot 64$ пикселя?

Решение. Находим количество пикселей:

$$L = 32 \cdot 64 = 2048 \text{ пикселей.}$$

Так как рисунок использует $16 = 2^4$ цветов, для кодирования одного пикселя требуется $i = 4 = 2^2$ бита. Тогда информационный объем рисунка

$I = L \cdot i = 2048 \cdot 4$ бита $= 8192$ бита $= 8192 : 8$ байта $= 1024$ байта $= 1024 : 1024$ Кбайт $= 1$ Кбайт.

Считать будет еще легче, если представить все числа как степени числа 2:

$$L = 32 \cdot 64 = 2^5 \cdot 2^6 = 2^{11} \text{ пикселей.}$$

$I = L \cdot i = 2^{11} \cdot 2^2$ бита $= 2^{13}$ бита $= 8192$ бита $= 2^{13} : 2^3$ байта $= 2^{10}$ байта $= 1024$ байта $= 2^{10} : 2^{10}$ Кбайт $= 1$ Кбайт.

Ответ: 1 Кбайт.

Задача 2. Для хранения растрового рисунка размером 32 × 64 пикселя выделили 2 Кбайта памяти. Сколько различных цветов может использоваться в рисунке?

Решение. Максимальное количество цветов определяется количеством битов, которые выделены на один пиксель. Чтобы найти эту величину, нужно разделить объем рисунка на количество пикселей.

Находим количество пикселей:

$$L = 32 \cdot 64 = 2048 \text{ пикселей.}$$

Теперь переводим размер рисунка в биты:

$I = 2$ Кбайта $= 2 \cdot 1024$ байта $= 2 \cdot 1024 \cdot 8$ бита $= 16\,384$ бита

и вычисляем количество битов, выделяемых на один пиксель:

$i = I : L = 16\,384 : 2048 = 8$ битов на пиксель.

---

[4] Английское слово *pixel* — это сокращение от ***pic**ture **el**ement*, элемент рисунка.

Выделяя на пиксель восемь битов, можно закодировать $2^8 = 256$ различных цветов.

Для выполнения расчетов вручную удобнее использовать степени двойки:

$L = 32 \cdot 64 = 2^5 \cdot 2^6 = 2^{11}$ пикселей.

$I = 2$ Кбайта $= 2 \cdot 2^{10}$ байта $= 2 \cdot 2^{10} \cdot 2^3$ бита $= 2^{14}$ битов.

$i = I : L = 2^{14} : 2^{11} = 2^3 = 8$ битов на пиксель.

Ответ: 256 цветов.

Задача 3. Растровый 16-цветный рисунок занимает 2 Кбайта памяти. Какова высота рисунка, если его ширина 128 пикселей?

Решение. Нам известна ширина рисунка, и для того, чтобы определить его высоту, нужно знать общее количество пикселей (для получения ответа его нужно будет разделить на ширину).

Чтобы определить количество пикселей, мы можем использовать известный информационный объем рисунка (2 Кбайта). Кроме того, зная количество цветов в палитре, мы можем найти количество битов, выделенных на кодирование цвета одного пикселя. Разделив объем рисунка на информационный объем одного пикселя, получим количество пикселей.

Сначала найдем информационный объем пикселя. В палитре рисунка $16 = 2^4$ цветов, поэтому для кодирования 16 вариантов цвета нужно $4 = 2^2$ бита.

Переводим информационный объем рисунка в биты:

$I = 2$ Кбайта $= 2 \cdot 2^{10}$ байта $= 2 \cdot 2^{10} \cdot 2^3$ бита $= 2^{14}$ битов.

Вычисляем количество пикселей:

$L = I : i = 2^{14} : 2^2 = 2^{12} = 4096$ пикселей.

Находим высоту рисунка:

$2^{12} : 128 = 2^{12} : 2^7 = 2^5 = 32$ пикселя.

Ответ: 32 пикселя.

Контрольные вопросы

1. Что такое пиксель?
2. Почему нельзя закрасить отдельные части пикселя разными цветами?
3. Какие рисунки называют растровыми?
4. Как вы думаете, в чем заключаются недостатки растрового кодирования рисунков?
5. Как вычисляется информационный объем растрового рисунка?
6. Как связаны количество цветов, используемых в рисунке, и размер файла, в котором он хранится?
7. Что такое палитра?
8. Есть три рисунка одинакового размера: 1) черно-белый; 2) цветной с палитрой 16 цветов; 3) цветной, в котором цвет каждого пикселя кодируется с помощью 24 битов (такой режим называют *истинным цветом*). Какой из них будет занимать больше всего места на диске? Почему? Какой будет занимать меньше всего места на диске?
9. Что такое информационный объем пикселя? Как его определить?
10. Почему рисунок размером 20 × 20 пикселей, в котором используются 256 различных цветов, не может занимать 100 байтов?

Задачи

1. Сколько байтов в памяти занимает рисунок размером 24×24 пикселя, закодированный с палитрой 16 цветов?
2. Сколько Кбайт в памяти занимает рисунок размером 512×256 пикселей, закодированный с палитрой 64 цвета?
3. Рисунок размером 16×16 пикселей занимает в памяти 224 байта. Определите наибольшее возможное количество цветов в этом рисунке.
4. Рисунок размером 128×200 пикселей занимает в памяти 25 Кбайт. Определите наибольшее возможное количество цветов в этом рисунке.
5. Рисунок, в котором используется 64 различных цвета, занимает в памяти 600 байтов. Определите количество пикселей в этом рисунке.
6. Рисунок, в котором используется четыре различных цвета, занимает в памяти 5 Кбайт. Определите количество пикселей в этом рисунке.
7. Рисунок, в котором используется 16 различных цветов, занимает в памяти 875 байтов. Определите ширину этого рисунка, если его высота равна 35 пикселей.
8. Рисунок, в котором используется восемь различных цветов, занимает в памяти 12 Кбайт. Определите ширину этого рисунка, если его высота равна 128 пикселей.
9. *Рисунок, в котором используется 32 различных цвета, занимает в памяти 320 байтов. Определите размеры этого рисунка, если его высота в два раза больше ширины.
10. *Рисунок, в котором используется восемь различных цветов, занимает в памяти 18 Кбайт. Определите размеры этого рисунка, если его высота в три раза больше ширины.

Скорость передачи данных

Ключевые слова:
- скорость передачи данных
- биты в секунду

Скорость передачи данных — важнейшая характеристика линии связи. Изучив этот параграф, вы научитесь решать задачи, связанные с передачей данных по сети.

Единицы измерения

Вспомним, в каких единицах измеряется скорость в уже знакомых нам ситуациях. Для автомобиля скорость — это расстояние, пройденное за единицу времени; скорость измеряется в километрах в час или метрах в секунду. В задачах перекачки жидкости скорость измеряется в литрах в минуту (или в секунду, в час).

Неудивительно, что в задачах передачи данных скоростью будем называть количество данных, переданное по сети за единицу времени (чаще всего — за секунду).

Количество данных можно измерить в любых единицах количества информации: битах, байтах, Кбайтах и др. Но на практике скорость передачи данных чаще всего измеряют в битах в секунду (бит/с).

В скоростных сетях скорость обмена данными может составлять миллионы и миллиарды битов в секунду, поэтому используются кратные единицы: 1 Кбит/с (килобит в секунду), 1 Мбит/с (мегабит в секунду) и 1 Гбит/с (гигабит в секунду).

1 Кбит/с = 1000 бит/с
1 Мбит/с = 1 000 000 бит/с
1 Гбит/с = 1 000 000 000 бит/с

Обратите внимание, что здесь приставки "кило-", "мега-" и "гига-" обозначают (как и в международной системе единиц СИ) увеличение ровно в тысячу, миллион и миллиард раз. Напомним, что в традиционных единицах измерения *количества информации* "кило-" означает увеличение в 1024 раза, "мега-" — в 1024^2 и "гига-" — в 1024^3.

Задачи

Пусть скорость передачи данных по некоторой сети равна v бит/с. Это значит, что за одну секунду передается v битов, а за t секунд — $v \cdot t$ битов.

Количество информации, переданное по каналу связи за время t, вычисляется как

$$I = v \cdot t,$$

где v — скорость передачи данных.

Задача 1. Скорость передачи данных по линии связи — 80 бит/с. Сколько байтов будет передано за пять минут?

Решение. Как вы знаете, количество информации рассчитывается по формуле $I = v \cdot t$. В данном случае $v = 80$ бит/с и $t = 5$ мин. Но скорость задана в битах в *секунду*, а время — в *минутах*, поэтому для получения правильного ответа нужно минуты перевести в секунды:

$$t = 5 \cdot 60 = 300 \text{ с}$$

и только потом выполнить умножение. Сначала получаем количество информации в битах:

$$I = 80 \text{ бит/с} \cdot 300 \text{ с} = 24\,000 \text{ битов.}$$

Затем переводим его в байты:

$$I = 24\,000 : 8 \text{ байтов} = 3000 \text{ байтов.}$$

Ответ: 3000 байт.

Задача 2. Скорость передачи данных по линии связи — 100 бит/с. Сколько секунд потребуется на передачу файла размером 125 байтов?

Решение. Нам известны скорость передачи данных ($v = 100$ бит/с) и количество информации ($I = 125$ байтов). Из формулы $I = v \cdot t$ получаем

$$t = I : v.$$

Но скорость задана в *битах* в секунду, а количество информации — в *байтах*. Поэтому для того, чтобы "состыковать" единицы измерения, нужно сначала перевести количество информации в биты (или скорость в байты в секунду!):

$$I = 125 \cdot 8 \text{ битов} = 1000 \text{ битов.}$$

Теперь находим время передачи:

$$t = 1000 : 100 = 10 \text{ с.}$$

Ответ: 10 секунд.

Задача 3. Какова средняя скорость передачи данных (в битах в секунду), если файл размером 200 байтов был передан за 16 с?

Решение. Нам известны количество информации ($I = 200$ байтов) и время передачи данных ($t = 16$ с). Из формулы $I = v \cdot t$ получаем

$$v = I : t.$$

Но объем файла задан в *байтах*, а скорость передачи нужно получить в *битах* в секунду. Поэтому сначала переведем количество информации в биты:

$$I = 200 \cdot 8 \text{ битов} = 1600 \text{ битов.}$$

Теперь находим среднюю скорость

$$v = 1600 : 16 = 100 \text{ бит/с.}$$

Обратите внимание, что речь идет именно о средней скорости передачи, потому что во время обмена данными она могла изменяться.

Ответ: 100 бит/с.

Контрольные вопросы

1. В каких единицах измеряется скорость передачи данных в компьютерных сетях?
2. Что означают приставки "кило-", "мега-" и "гига-" в единицах измерения скорости передачи данных? Как вы думаете, почему эти приставки не такие, как в единицах измерения количества информации?
3. Какая формула используется для решения задач на скорость передачи данных?
4. Как вы думаете, в чем заключается главная причина ошибок в решении таких задач?

Задачи

1. Сколько байтов информации будет передано за 24 секунды по линии связи со скоростью 1500 бит в секунду?
2. Сколько байтов информации будет передано за 15 секунд по линии связи со скоростью 9600 бит/с?
3. Сколько байтов информации передается за 16 секунд по линии связи со скоростью 256 000 бит в секунду?
4. Сколько секунд потребуется на передачу файла размером 5 Кбайт по линии связи со скоростью 1024 бита/с?
5. Сколько секунд потребуется на передачу файла размером 800 байт по линии связи со скоростью 200 бит/с?
6. Сколько секунд потребуется на передачу файла размером 256 Кбайт по линии связи со скоростью 64 байта в секунду?
7. Книжка, в которой 400 страниц текста (каждая страница содержит 30 строк по 60 символов в каждой), закодирована в 8-битной кодировке. Сколько секунд потребуется для передачи этой книжки по линии связи со скоростью 5 Кбит/с?
8. Сколько бит в секунду передается по линии связи, если файл размером 400 байт был передан за 5 с?
9. Сколько бит в секунду передается по линии связи, если файл размером 2 Кбайта был передан за 8 с?
10. Сколько байтов в секунду передается по линии связи, если файл размером 100 Кбайт был передан за 16 с?

Выводы из прочитанного:

- Информатика изучает широкий круг вопросов, связанных с автоматической обработкой данных.
- Человек получает информацию об окружающем мире с помощью органов чувств.
- Данные — это зафиксированная (закодированная) информация. Компьютеры работают только с данными.
- Сигнал — это изменение свойств носителя информации. Сообщение — это последовательности сигналов.
- Основные информационные процессы — это передача и обработка информации (данных).
- Минимальная единица измерения количества информации — это бит. Так называется количество информации, которое можно закодировать с помощью одной двоичной цифры (“0” или “1”).
- С помощью i битов можно закодировать 2^i разных вариантов.
- 1 байт содержит 8 битов.
- В единицах измерения количества информации используются двоичные приставки:

  1 Кбайт = 2^{10} байтов = 1024 байтов
  1 Мбайт = 2^{20} байтов
  1 Гбайт = 2^{30} байтов
- Информационный объем текста определяется длиной текста и мощностью алфавита. Чем больше символов содержит алфавит, тем больше будет информационный объем одного символа (и текста в целом).
- Большинство рисунков кодируется в компьютерах в растровом формате, то есть в виде набора точек разного цвета (пикселей). Пиксель — это наименьший элемент рисунка, для которого можно задать свой цвет.
- Информационный объем рисунка определяется количеством пикселей и количеством используемых цветов. Чем больше цветов используется в рисунке, тем больше будет информационный объем одного пикселя (и рисунка в целом).
- Скорость передачи данных обычно измеряется в битах в секунду (бит/с).
- В единицах измерения скорости передачи данных используются десятичные приставки:

  1 Кбит/с = 1000 бит/с
  1 Мбит/с = 1 000 000 бит/с
  1 Гбит/с = 1 000 000 000 бит/с

Создатель высокопроизводительных систем

35 лет назад, в 1979 году, была завершена разработка суперкомпьютера “Эльбрус-1”, главным конструктором которого является Всеволод Сергеевич Бурцев

“За рубежом, в частности в США, идут по пути создания многопроцессорных суперкомпьютеров. Такие машины содержат тысячи процессоров. Теоретическая (максимальная) производительность растет пропорционально числу процессоров, а реальная производительность процессоров падает. В своих работах мы показываем, что это тупиковое направление. За американцами по нему следовать нет резона. Нужно делать процессоры “массового параллелизма” с новой архитектурой...”

В.С. Бурцев (2003 г.)

Академик Всеволод Сергеевич Бурцев (р. 1927) — один из крупнейших в нашей стране конструкторов высокопроизводительных вычислительных машин и комплексов [1]. Еще будучи студентом Московского энергетического института, Всеволод Сергеевич начал научную и инженерную деятельность в Институте точной механики и вычислительной техники (ИТМ и ВТ) под руководством академика Сергея Алексеевича Лебедева (1902–1974) и вошел в число ведущих разработчиков БЭСМ — большой (быстродействующей) электронной счетной машины [2–4].

В середине 1950-х годов Бурцев являлся одним из тех, кто руководил созданием специализированных вычислительных машин “Диана-1” и “Диана-2”. Полученные им в процессе работы результаты коренным образом изменили структуру управляющих противоракетных и противосамолетных комплексов.

В 1956–1961 годах под непосредственным руководством Лебедева и Бурцева были сформулированы принципы построения вычислительных средств противоракетной обороны (ПРО) страны и создан двухмашинный высокопроизводительный вычислительный комплекс на базе машин М-40 и М-50, сконструированных в ИТМ и ВТ. [Для М-40, самой быстродействующей у нас в то время серийной машины, Бурцевым впервые были предложены принципы распараллеливания вычислительного процесса на уровне аппаратных средств. Все основные устройства машины (арифметическое, управления, управления внешней памятью, оперативная память) имели автономные узлы управления и действовали параллельно. Машина М-50, введенная в эксплуатацию в 1959 году, являлась модификацией М-40, "рассчитанной на применение в качестве универсальной ЭВМ".]

В 1960-х годах под руководством Лебедева и Бурцева были сконструированы высокопроизводительные полупроводниковые машины, предназначенные для построения сложных боевых комплексов ПРО, а именно, 5Э92б и ее модификация (для вычислений с плавающей точкой). Многомашинный вычислительный комплекс ПРО из восьми машин 5Э92б с автоматическим резервированием прошел испытания в 1967 году. В дальнейшем такие ЭВМ стали основой системы ПРО страны; они обеспечили паритет с США в "холодной войне" и сыграли важнейшую роль в заключении в 1972 году договора по ограничению ПРО.

В 1969–1972 годах Бурцев руководил разработкой первой бортовой вычислительной машины третьего поколения для боевого "возимого" зенитно-ракетного комплекса С-300. Эта трехпроцессорная ЭВМ построена по модульному принципу. Каждый ее модуль (процессор, память, устройство управления внешними связями) полностью обеспечивается аппаратным контролем, благодаря чему осуществляется автоматическое резервирование на уровне модулей в случае их отказов и сбоев, практически без прерывания процесса вычислений. Данная ЭВМ, имеющая быстродействие как у легендарной БЭСМ-6 [2–5], занимает объем не более одного кубического метра. Такие машины и сегодня используются для боевого дежурства и находят спрос в других странах.

В 1973–1985 годах Всеволод Сергеевич руководил разработкой многопроцессорных вычислительных комплексов "Эльбрус-1" (с производительностью до 15 млн. оп/с) и "Эльбрус-2" (с производительностью до 125 млн. оп/с). Для обеих систем удалось наладить серийное производство.

Немного позже под руководством Бурцева была разработана архитектура суперЭВМ, основанная на новом, "не фоннеймановском" принципе, которая обеспечивает распараллеливание вычислительного процесса на аппаратном уровне [1]. Принципиальная особенность предложенной архитектуры — автоматическое динамическое распределение вычислительных ресурсов между отдельными процессами (что призвано освободить человека от необходимости распределения ресурсов при программировании параллельных процессов для многомашинных и многопроцессорных комплексов).

Всеволод Сергеевич Бурцев является автором многих научных трудов, опубликованных в нашей стране и за рубежом, он ведет большую работу, связанную с подготовкой научных кадров. Долгое время Всеволод Сергеевич руководил ИТМ и ВТ, более 20 лет он преподавал в Московском физико-техническом институте.

За трудовые заслуги Бурцев награждался орденами, медалями, премиями. За цикл работ "Теория и практика создания высокопроизводительных многопроцессорных вычислительных машин" ему присуждена премия имени С.А. Лебедева.

Использованные источники информации

1. Материалы сайта *www.computer-museum.ru*.

2. *Троицкий И.Н.* Сергей Алексеевич Лебедев // Новое в жизни, науке, технике. Сер. "Вычислительная техника и ее применение" № 5/1990.

3. *Частиков А.П.* От калькулятора до суперЭВМ // Новое в жизни, науке, технике. Сер. "Вычислительная техника и ее применение" № 1/1988.

4. *Частиков А.П.* Архитекторы компьютерного мира. СПб.: БХВ-Петербург, 2002.

5. Легендарная БЭСМ // Информатика, № 7/2000.

Фото с сайта *wikipedia.org*.

Лаборатории Белла

45 лет назад, в 1969 году, появилась операционная система UNIX — одна из самых знаменитых разработок всемирно известных Bell Labs (Лабораторий Белла)

Во второй половине 1960-х годов фирма Bell (Telephone) Laboratories корпорации AT&T была вовлечена в работы, связанные с проектом Multics, в котором также принимали участие фирма General Electric и Массачусетсский технологический институт [1].

Целью проекта являлось создание многопользовательской операционной системы разделения времени.

Спустя какое-то время фирма Bell Laboratories вышла из проекта Multics, однако те ее специалисты, которые наиболее активно участвовали в работе, не хотели, чтобы накопленные материалы пропали даром, и стали искать способы использования имеющихся результатов.

Скоро возникла потребность в программных средствах, обеспечивающих удобство разработки, отладки и выполнения программ для мини-компьютера “PDP-7”, и в 1969 году появилась написанная для него однопользовательская операционная система, которая немного позже была перенесена на мини-компьютер “PDP-9” (являвшийся предшественником широко известного семейства мини-компьютеров “PDP-11”). Данная система и получила потом название “UNIX “ [2–4], отражавшее противопоставление операционной системе Multics (простая и маленькая ОС UNIX — сложная и большая ОС Multics) [1]. При этом система UNIX, завоевавшая впоследствии огромную популярность и высоко оцененная специалистами, заимствовала определенные свойства у Multics.

Основание Bell Telephone Laboratories неразрывно связано с именем шотландца по происхождению Александера Грейама Белла (1847–1922), жившего с 1871 года в США.

14 февраля 1876 года Белл подал заявку на свое изобретение — “Телеграф, при помощи которого можно передавать

человеческую речь" (телефон), — оказавшее существенное влияние на образ жизни миллионов людей [5, 6].

Специально для новой отрасли индустрии в 1885 году была организована Американская телеграфная и телефонная компания, AT&T, чьи интересы распространялись достаточно широко. Она быстро завоевала прочные позиции во всей индустрии связи, в том числе и в производстве оборудования. Этим, а также созданием новой техники связи занималось специализированное подразделение AT&T — компания Western Electric (основанная в 1869 г. и присоединенная к AT&T тринадцатью годами позже). В 1925 году, в результате реорганизации Western Electric, в Нью-Йорке появилась научно-исследовательская фирма Bell Telephone Laboratories, Inc. (сокращенно *Bell Labs*). С 1996 года, после разделения AT&T на три компании, Лаборатории Белла входят в состав фирмы Lucent Technologies, чьи специалисты трудятся в 25 странах мира. (В России также действует подразделение Bell Labs — московская и петербургская группы этой исследовательской организации.)

Bell Labs — первый научный центр, удостоившийся Государственной медали США в области технологий (в 1985 г.). Одиннадцать сотрудников Лабораторий Белла удостоены Нобелевской премии и девять человек награждены Государственной медалью в области науки. За время существования этого центра его специалистами получено более 27 тыс. патентов. Сегодня научно-исследовательское сообщество Lucent регистрирует в среднем четыре патента за один рабочий день.

Вот только некоторые достижения сотрудников Bell Labs: звуковое кино (1926 г.), проведение первой телевизионной трансляции (1927 г.), стереофоническая запись (1933 г.), первая мобильная телефонная система (1946 г.), изобретение транзистора (1947 г.) — авторы удостоены Нобелевской премии, солнечная батарея (1954 г.), цифровые телефонные коммутаторы (1958 г.), первая электронная учрежденческая АТС, система цифровой передачи информации (1962 г.), видеотелефонная связь (1964 г.), автоматизация функций операторов связи, операционная система UNIX (1969 г.), язык программирования Си (1972 г.), оптическое волокно (1973 г.), язык программирования Си++ (1983 г.), цифровые сети с интеграцией служб — ISDN (1986 г.), цифровое телевидение (1990 г.), смарт-карта (1992 г.), самый миниатюрный в мире транзистор (1997 г.).

Исследовательская деятельность в Bell Labs касается сегодня главным образом беспроводных и оптических сетей, Интернета и мультимедийной связи, физических и математических проблем. Инвестиции Lucent в долгосрочные программы помогают обеспечивать лидирующее положение в целом ряде областей. Фундаментальные исследовательские программы позволили достичь, например, следующих весьма важных результатов [7]: создан первый в мире молекулярный транзистор; открыты оптические рецепторы в кристаллах, образующих скелет морских звезд (исследования в данной сфере должны помочь в совершенствовании конструкции оптических элементов для телекоммуникационных сетей); созданы новые сверхпроводящие материалы.

"В мире много научно-исследовательских и конструкторских фирм, где трудятся выдающиеся ученые и конструкторы, — говорит президент Bell Labs Арун Нетравали. — Что же отличает Bell Labs от других? Почему мы остаемся стабильным источником новаторских идей? Причина в том, что у нас работают люди с богатым опытом; люди, которым все интересно; люди, которые предвидят, что понадобится в ближайшем будущем".

Использованные источники информации

1. *Леонас В.В.* Из истории создания ОС UNIX // Новое в жизни, науке, технике. Сер. "Вычислительная техника и ее применение" № 6/1991.

2. *Королев Л.Н.* Микропроцессоры и персональные компьютеры // Новое в жизни, науке, технике. Сер. "Математика, кибернетика" № 5/1986.

3. *Дегтярев Е.К.* Введение в UNIX. М.: Малое предприятие "Память", 1991.

4. Язык компьютера: Пер. с англ. М.: Мир, 1989.

5. *Шарле Д.Л.* По всему земному шару: Прошлое, настоящее и будущее кабелей связи. М.: Радио и связь, 1985.

6. Телефонные линии и компьютерные сети // Информатика, № 4/2000.

7. *Чачин П.* Bell Labs: 75 лет инноваций // Материалы сайта *www.computer-museum.ru*.

Изобретатель беспроволочной связи

В 2014 году исполняется 155 лет со дня рождения изобретателя радио Александра Степановича Попова

К середине XIX столетия благодаря работам многих исследователей, и в первую очередь английского ученого Генри Кавендиша (1731–1810), датского физика Ханса Кристиана Эрстеда (1777–1851), французского физика Андре Мари Ампера (1775–1836), английского исследователя Майкла Фарадея (1791–1867) и другого англичанина Джеймса Клерка Максвелла (1831–1879), сформировалась теория, получившая название электродинамики [1–6].

Работы Максвелла позволили сделать два важных вывода [1]. Первый: электромагнитное поле может распространяться в пространстве в виде электромагнитной волны. Второй: свет есть не что иное, как электромагнитные волны в определенном диапазоне частот.

В конце 1880-х годов немецкий исследователь Генрих Герц (1857–1894) построил опытную установку, с помощью которой доказал существование электромагнитных волн, распространяющихся в свободном пространстве, подтвердив тем самым предсказания теории Максвелла. В своих опытах Герц пользовался сконструированным им генератором электромагнитных колебаний (вибратором Герца). Эти колебания улавливались другим прибором — резонатором. Герц провел обширные исследования электромагнитных волн и подтвердил их сходство со светом.

Работы в области электромагнетизма предопределили целый ряд технических изобретений [2–4]. В 1832 году русский ученый Павел Львович Шиллинг (1786–1837) представил первый телеграфный аппарат для электрического телеграфа. [Спустя 44 года шотландец, живший с 1871 года в США, Александер Грейам Белл (1847–1922) подал заявку на свое изобретение — “Телеграф, при помощи которого можно передавать человеческую речь” (телефон).] В 1839 году русский физик и электротехник Борис Семенович Якоби (1801–1874) использовал электродвигатель для приведения в движение небольшого речного судна. В 1860-х годах на смену химическим источникам тока пришли электрогенераторы. В следующем десятилетии появились электроосветители: “свеча Яблочкова”, лампа накаливания русского изобретателя Александра Николаевича Лодыгина (1847–1923) и американского изобретателя Томаса Эдисона (1847–1931). Начиная с 1880-х годов генераторы и электродвигатели постоянного тока стали постепенно вытесняться генераторами и электродвигателями переменного тока.

В 1889 году русский физик и электротехник Александр Степанович Попов (1859–1906) впервые указал на возможность использования электромагнитных волн для передачи сигналов на расстояние. В 1894 году он сконструировал генератор электромагнитных колебаний и так называемый “когерер” — элемент приемника [5, 7]. 7 мая 1895 г. на заседании Русского физико-химического общества Попов выступил с докладом и демонстрацией созданного им первого в мире радиоприемника. Свой доклад Попов закончил следующими словами [7]: “В заключение могу выразить надежду, что мой прибор при дальнейшем его усовершенствовании может быть применен к передаче сигналов на расстояние при помощи быстрых электрических колебаний, как только будет найден источник таких колебаний, обладающий достаточной энергией”. Этот день вошел в историю науки и техники как день рождения радио. В следующем году Попов передал первую радиограмму, которая состояла из двух слов: *Генрих Герц*.

Александру Степановичу Попову принадлежит еще одно важнейшее открытие. Во время опытов, касающихся радиосвязи на военных кораблях Балтийского флота летом 1897 года, было установлено, что электромагнитные волны отражаются от кораблей. Попов сделал вывод о возможности практического использования данного явления и задолго до возникновения радиолокации и радионавигации наметил принципы создания и развития этих направлений техники.

Попов также сформулировал главные принципы радиосвязи, сделал целый ряд изобретений в данной сфере (в частности, изобрел антенну и заземление), положил начало отечественной радиопромышленности и промышленности средств связи.

Исследования, касающиеся использования электромагнитных волн для передачи сигналов, велись не только Поповым. В 1896 году начал свои эксперименты в этой области молодой итальянец Гульельмо Маркони (1874–1937). Занимаясь техническим усовершенствованием своей установки, он постепенно пришел к выводу, что для радиопередатчика необходимы заземление и антенна. Увеличивая антенну, он увеличивал и дальность передачи: от 2,5 км она возросла до 18 км (в 1897 г.). В это время Маркони переехал в Англию и в 1897 году получил соответствующий патент (Попов свое открытие не патентовал). Получив финансовую поддержку правительства, Маркони осуществил в 1902 году связь через Атлантический океан — на расстояние 3400 км.

Это был успех не только итальянского изобретателя. Немецкий физик, профессор Страсбургского университета Карл Фердинанд Браун (1850–1918) изобрел в 1898 году колебательный контур значительной емкости с малым затуханием. Вслед за тем он изготовил кристаллический детектор, который быстро нашел применение в первых радиоприемниках. Браун предложил несколько типов антенн и много других технических усовершенствований, которые способствовали развитию радиосвязи.

В 1909 году Нобелевский комитет принял решение о присуждении Маркони и Брауну премии по физике “за работы по созданию беспроволочного телеграфа”. К сожалению, работы Александра Степановича Попова, истинного изобретателя радио, остались малоизвестными на Западе. Он умер в 1906 году, так и не попав в поле зрения Нобелевского комитета [5].

Использованные источники информации

1. *Тарасов Л.В.* Современная физика в средней школе. М.: Просвещение, 1990.

2. *Дягилев Ф.М.* Из истории физики и жизни ее творцов: Книга для учащихся. М.: Просвещение, 1986.

3. *Храмов Ю.А.* Физики. Биографический справочник. Изд. 2-е. М.: Наука, Гл. редакция физико-математической литературы, 1983.

4. *Шарле Д.Л.* По всему земному шару: Прошлое, настоящее и будущее кабелей связи. М.: Радио и связь, 1985.

5. *Чолаков В.* Нобелевские премии. Ученые и открытия: Перевод с болгарского. М.: Мир, 1986.

6. *Самарин М.С.* Вольт, ампер, ом и другие. Единицы физических величин в технике связи. М.: Радио и связь, 1988.

7. *Чачин П.* Александр Степанович Попов // Материалы сайта *www.computer-museum.ru.*

Фредрик Бюль

95 лет назад, в 1919 году, норвежский инженер Фредрик Розинг Бюль (1882–1925) подготовил описание первой программируемой электромеханической счетной машины

Специалист технического отдела норвежской страховой компании "Стурбранд" Фредрик Бюль не стремился занимать высокие посты. Он просто делал свое дело — работал со счетными машинами. Тогда для обработки данных в компании пользовались перфокартами. Полученные людьми травмы превращались в серии цифр и отверстий на кусочках картона. Процесс подсчета был долгим и сложным, причем основным техническим средством тут служила специальная машина для сортировки перфокарт [1].

Во время одной из командировок, посвященных изучению счетной техники (а практически все использовавшиеся тогда механизмы такого рода были придуманы американцем немецкого происхождения Германом Холлеритом [2–4], который еще в 1896 году организовал фирму, специализирующуюся на выпуске счетно-перфорационных машин и перфокарт), Фредрик Бюль заявил, что он мог бы и сам построить подобные устройства. Вскоре Бюль заключил с фирмой контракт, согласно которому после представления готовой машины он получал большую сумму денег (кроме того, ему полагался аванс в размере 10 000 крон). Используя современные термины, можно сказать, что Бюль обещал создать программируемую электромеханическую счетную машину. Условия контракта были жесткими: в случае неудачи всю сумму требовалось вернуть.

К лету 1919 года Бюль подготовил описание машины, а спустя два года ему удалось воплотить свои идеи в жизнь. (Следует отметить, что Бюль занимался своими изобретениями только в свободное от основной работы время.) Машина была продемонстрирована руководству фирмы "Стуребранд" в октябре 1921 года, причем аппарат купили сразу же после демонстрации. Изобретение вполне оправдало ожидания, к тому же, в отличие от скрипящих и жужжащих агрегатов Холлерита, машина Бюля действовала бесшумно. Это был настоящий успех.

Однако, чтобы развить его, требовалась группа единомышленников. В такую группу вошли друг и одноклассник Бюля, руководитель посреднической фирмы ОКА Рейдар Кнутсен и его младший брат. Братья начали сотрудничать с Бюлем уже в 1921 году. Бюль ушел из своей конторы и получил возможность целиком посвятить себя любимому делу — созданию счетной техники. Обязанности распределились следующим образом: братья отвечали за строительство демонстрационного зала для аппаратов и занималась продажей, ремонтом и техническим обслуживанием машин на скандинавском рынке, а Бюль продолжал конструировать и строить машины.

Компания с самого начала не пренебрегала рекламой. Партнеры решили разместить материалы о своей продукции в норвежской и датской специализированных газетах. Вскоре на их статьи обратил внимание Хенрик Хартцнер, руководитель статистического отдела копенгагенской страховой компании "Хафниа", где с 1919 года использовалась техника Холлерита. По совету Хартцнера компания решила заказать комбинированный аппарат, сочетающий возможности сортировальной машины и табулятора. Тем самым "Хафниа" как бы отказывалась от машин Холлерита.

Хартцнер оказался настоящим энтузиастом нового оборудования, и Бюль охотно прислушивался к его советам. Вскоре Хартцнер предложил переделать комбинированный аппарат так, чтобы получились две машины, работающие параллельно. Это было осуществлено в 1923 году. Затем Хартцнер неоднократно предлагал новые варианты модернизации машин и расширения диапазона их применения.

К сожалению, трагедия положила конец изобретательской деятельности Бюля: летом 1924 года он внезапно заболел, а затем перенес операцию по удалению раковой опухоли. В 1925 году Фредрика Бюля не стало. Ему было всего 42 года.

Дело норвежского изобретателя продолжили его сподвижники. В 1933 году акционерное общество ОКА реорганизовали и оно перешло к новому владельцу, сменив название на Compagnie des Machines Bull. Это время считается началом истории компании Groupe Bull, являющейся сегодня одним из мировых лидеров в области информационных технологий. Сейчас Groupe Bull — процветающая международная корпорация, представленная более чем в 100 странах, доходы которой составляют более 4 млрд. долл. в год [1].

Скандинавский изобретатель, наверное, и представить не мог, что маленькая мастерская, где он строил счетные машины, превратится в огромную компанию, названную его именем. Неоценимый вклад Бюля в развитие информационных технологий лучше всего помнят, конечно, в Норвегии. Великому инженеру посвящена отдельная экспозиция в норвежском Техническом музее, о Бюле написано множество книг, его именем названа одна из главных норвежских премий за достижения в области техники.

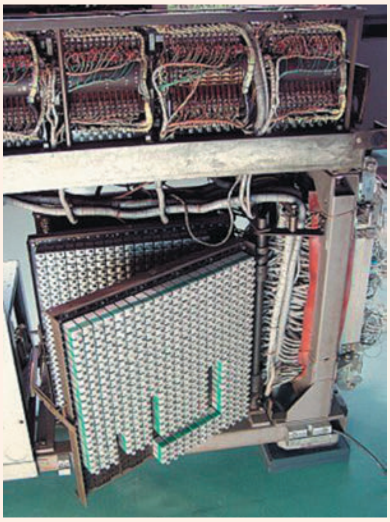
Использованные источники информации

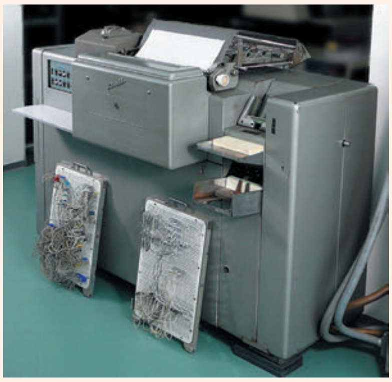
1. *Страдышева О.* Бюль: фамилия норвежского инженера и символ европейских информационных технологий // Материалы сайта *www.computer-museum.ru*.

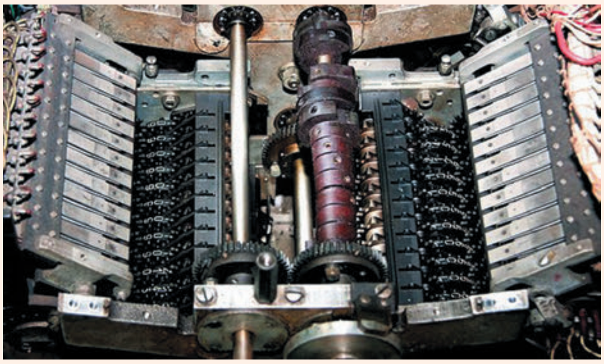
2. Знакомьтесь: компьютер: Пер. с англ. М.: Мир, 1989.

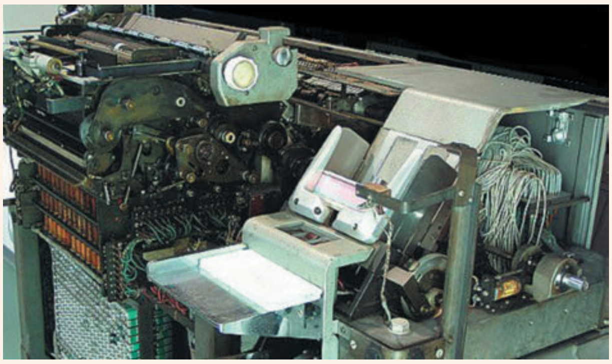
3. Перфоратор и табулятор // Информатика, № 39/2000.

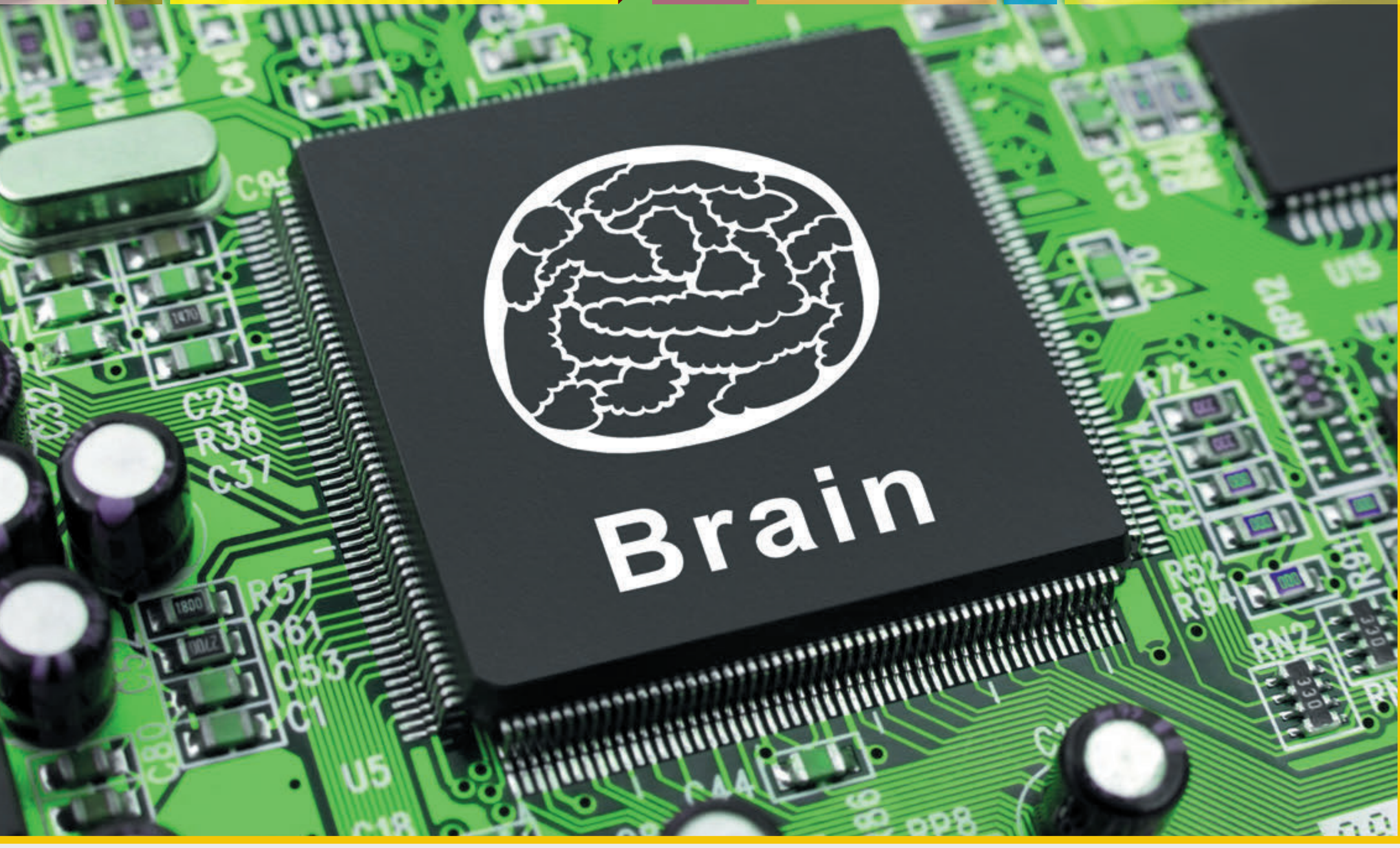
4. Комплексы и комплекты // Информатика, № 26/2001.











Марвин

"Искусственный интеллект — часть информатики, занимающаяся разработкой методов решения задач, для которых отсутствуют формальные алгоритмы: понимание естественного языка, обучение, доказательство теорем, распознавание изображений".

А.Б. Борковский.
Англо-русский словарь
по программированию
и информатике

В 1959 году американские математики Марвин Минский и Джон Маккарти (под руководством которого создавался язык программирования Лисп) [1, 2] организовали в Массачусетсском технологическом институте лабораторию искусственного интеллекта. (Сам термин *искусственный интеллект* был предложен Джоном Маккарти тремя годами раньше.)

В то время сформировались два направления исследований в области искусственного интеллекта — коннективизм и символизм [3].

Коннективизм (иногда его называют "восходящим" методом) предполагает кибернетический, или нейромодельный, подход к искусственному интеллекту — путь от простых аналогов нервной системы, примитивных биологических организаций с малым количеством нейронов, к сложным аналогам нервной системы человека. Символизм (его называют "нисходящим" методом) предусматривает создание компьютерных программ для решения задач, требующих от человека значительного умственного напряжения (доказательство теорем, игра в шахматы и т.п.).

В начале своей карьеры исследователя искусственного интеллекта Марвин Минский являлся сторонником первого направления и даже построил обучающую сеть на основе электронных ламп. Однако затем он перешел в противоположный "лагерь" и в соавторстве с Сеймуром Пейпертом (позже создавшим язык программирования Лого) [1, 3] на-

Фото с сайта *wikipedia.org*.

писал книгу, где коннективизм подвергался критике.

Авторитет Минского тогда был уже столь высок, что вскоре после выхода этой книги правительственные организации приостановили финансирование работ, связанных с “восходящим” методом (сам Марвин выразил сожаление по поводу случившегося).

Будучи уже сторонником символьного направления, Минский высказал предположение (в 1974 году), что человеческий разум интерпретирует каждый новый объект посредством особых структур памяти, которые он назвал фреймами. “Фрейм есть комплексный пакет знаний (в мозгу либо в памяти компьютера), описывающий объект или понятие. Каждый фрейм содержит отделения — слоты, где собраны атрибуты (характеристики) и соответствующие им значения. Например, фрейм определенной конкретной собаки может иметь слоты, где указаны порода, пол, хозяин, а также пустые слоты, которые можно заполнять новыми элементами знаний” [3]. Это простой фрейм. Минский описал и гораздо более сложные структуры, чьи фреймы в своих слотах могли содержать целые фреймы и входить в состав более крупных фреймов. Он полагал, что компьютер, снабженный достаточным количеством фреймов, мог бы искать в предложении символы, совпадающие с теми, что хранятся в имеющихся слотах, вовлекая в работу “охватывающие” и все родственные фреймы, и, таким образом, выводить знания, отсутствующие в явном виде в исходных данных.

Минский описал все это в краткой заметке, полной гипотез, причем, что было характерно для его стиля, разбираться в деталях он предоставил другим.

В 1980-е годы Минский подверг критике уже новых сторонников символьного направления. Главный ее удар был направлен на то, что к сфере искусственного интеллекта некоторые относят и быстро расширяющийся класс относительно простых так называемых “интеллектуальных” прикладных программ. “Уже разработана масса экспертных систем для решения специальных задач, но пока нет ни одной машины, понимающей вещи, доступные шестилетнему ребенку”, — заявил ученый.

В 1986 году вышла книга Марвина Минского “The Society of Mind” (“Общество разума”). Его ключевая мысль — мышление основано на сложном взаимодействии множества достаточно тривиальных программ (вроде той, что обеспечивает процесс дыхания без участия сознания).

В наши дни мало кто из исследователей воспринимает теории Минского всерьез, а вот в былые времена аспиранты стекались к пионеру работ в области искусственного интеллекта, развивая и воплощая в жизнь его многочисленные идеи.

Этот человек до сих пор (а он родился в 1927 году) не утратил способности к всевозможным выдумкам. Кроме огромного количества бумаг, в комнате Минского находятся десятки странных предметов, например, лампы, которые включаются от хлопка в ладоши, но необъяснимым образом не реагируют на другой шум. Коллеги посмеиваются над его увлечениями: “Как только работа над очередной “игрушкой” закончена, Марвин уже никогда не вспоминает о ней”.

Здесь, наверное, и заключается главная проблема: общие идеи и новые глобальные подходы интересуют Минского гораздо больше, чем доведение чего-то конкретного “до ума”. Несмотря ни на что, его интересы все так же широки, и коллеги по-прежнему любовно называют его “самым образованным трехлетним ребенком в мире” [1, 3].

Использованные источники информации

1. Компьютер обретает разум: Пер. с англ. под ред. В.Л. Стефанюка. М.: Мир, 1990.

2. Толковый словарь по вычислительной технике (Microsoft Corporation): Пер. с англ. М.: Издательский отдел “Русская редакция” ТОО “Channel Trading Ltd.”, 1995.

3. *Частиков А.П.* Архитекторы компьютерного мира. СПб.: БХВ-Петербург, 2002.

Игры, в которые играют люди

70 лет назад, в 1944 году, вышла книга Джона фон Неймана и Оскара Моргенштерна “Теория игр и экономическое поведение”, в которой был введен термин “теория игр”

“Теория игр является разделом математики, применяемым в области исследования операций. Теория игр изучает абстрактную модель конфликтной ситуации, т.е. ситуации, где участвуют по крайней мере две стороны, представленные лицами, коллективами или управляющими системами... причем интересы сторон оказываются полностью или частично противоположными”.

“Весьма существенно то, что задачи, имеющие дело с конфликтными ситуациями, не могут быть правильно сформулированы и полноценно решены без математической теории игр” [1].

“Однако, если вы желаете знать мое мнение, я бы предложила посвятить самые жаркие часы не игре, потому что от нее неминуемо портится расположение духа у одних участников, а другим, равно как и зрителям, она тоже особого удовольствия не доставляет...”

Джованни Боккаччо.
“Декамерон”

Первые публикации, посвященные исследованию операций, появились в 1939–1940 годах. В них методы этой научной дисциплины применялись для решения военных задач, в частности, для анализа и исследования боевых операций. Отсюда и возникло название. Позже принципы и приемы исследования операций стали использоваться в области промышленно-финансового управления. С увеличением масштабов производства, развитием и совершенствованием форм и методов организации управления росли масштабы “операционных” исследований, расширялся круг решаемых задач, совершенствовались методы новой науки [2–8].

При исследовании операций могут применяться многие разделы математики: анализ, теория вероятностей и математическая статистика, математическая логика, численные методы. В ходе развития исследования операций сложились характерные типы задач, появились и развились специальные математические приемы и теории. К их числу относятся, например: математическое программирование, теория управления запасами, теория массового обслуживания, теория статистических решений, *теория игр* [1, 9, 10].

Простейшей иллюстрацией применения теории игр к анализу военных операций служит так называемая “задача о труэли” (труэль аналогична дуэли, но в ней три участника, а не два) [11].

Однажды мистер Блэк, мистер Грей и мистер Уайт вздумали разрешить конфликт посредством труэли на пистолетах. Стрелять условились до тех пор, пока в живых останется только один из участников. Мистер Блэк стрелял хуже всех. В цель он попадал в среднем лишь один раз из трех. Мистер Грей попадал в цель в двух случаях из трех. Мистер Уайт стрелял лучше всех — без промаха. Поэтому мистеру Блэку разрешили стрелять первым, за ним должен был стрелять мистер Грей (если останется в живых), а последним — мистер Уайт (если будет жив). Далее все начиналось снова. Вопрос: как действовать мистеру Блэку при своем первом выстреле?

Если мистер Блэк выстрелит и попадет в мистера Грея, то право следующего выстрела перейдет к мистеру Уайту, у которого останется один противник — мистер Блэк. Стреляет же мистер Уайт без промаха…

Если мистер Блэк выстрелит и попадет в мистера Уайта, то право следующего выстрела перейдет к мистеру Грею. Мистер Грей попадает в цель только в двух случаях из трех, а потому у мистера Блэка есть шанс остаться в живых, произвести ответный выстрел и, если повезет, выиграть труэль.

На первый взгляд кажется, что мистеру Блэку следует остановить свой выбор на последнем варианте. Однако существует третий, причем еще лучший ход — выстрел в воздух. В этом случае право следующего выстрела перейдет к мистеру Грею, который почти наверняка будет стрелять в мистера Уайта как более опасного противника. Если мистер Уайт останется в живых, то он станет стрелять, по всей видимости, в мистера Грея как более опасного участника труэли. Получится, что после того, как мистер Блэк выстрелит в воздух, у него останется только один противник, и он станет участником не труэли, а “всего лишь” дуэли, где тоже имеет право на первый выстрел.

Таким образом, лучшим для мистера Блэка является третий вариант.

Использованные источники информации

1. *Вильямс Дж. Д.* Совершенный стратег, или Букварь по теории стратегических игр: Пер. с англ. М.: Советское радио, 1960.

2. *Вентцель Е.С.* Исследование операций. М.: Советское радио, 1972.

3. *Вентцель Е.С.* Исследование операций: задачи, принципы, методология. Изд. 2-е. М.: Наука, Гл. редакция физико-математической литературы, 1988.

4. *Гермейер Ю.Б.* Введение в теорию исследования операций. М.: Наука, Гл. редакция физико-математической литературы, 1971.

5. *Зайченко Ю.П.* Исследование операций. Киев: Вища школа, 1975.

6. *Кудрявцев Е.М.* Исследование операций в задачах, алгоритмах, программах. М.: Радио и связь, 1984.

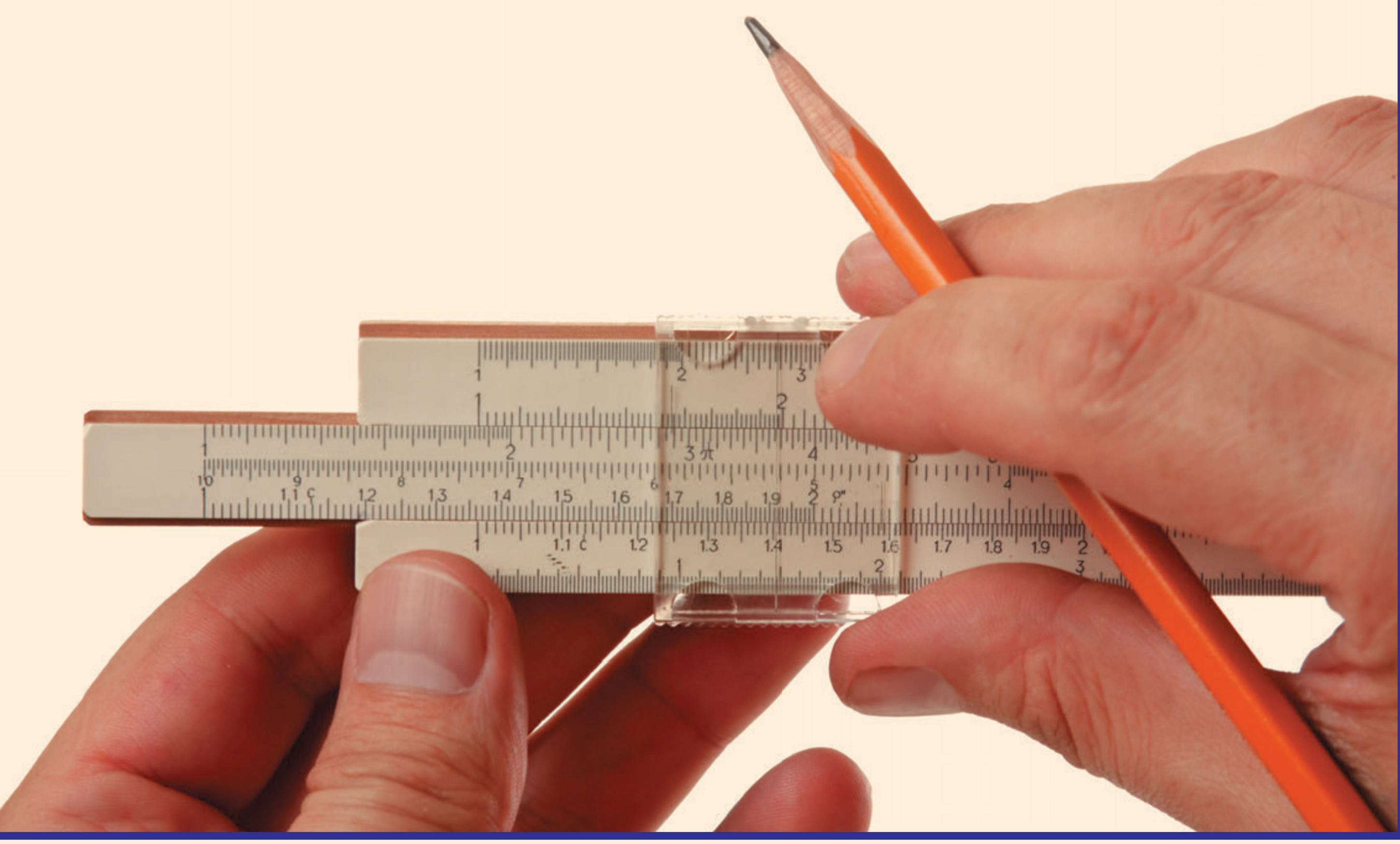
7. *Таха Х.* Введение в исследование операций (в 2 кн.): Пер. с англ. М.: Мир, 1985.

8. Искусство давать плохие ответы // Информатика, № 8/2002.

9. *Воробьев Н.Н.* Игр теория // Математическая энциклопедия. М.: Советская энциклопедия. Т. 2, 1979.

10. *Шикин Е.В.* От игр к играм. Математическое введение. Изд. 2-е, испр. М.: УРСС, 2003.

11. *Сингх С.* Великая теорема Ферма: Пер. с англ. М.: Московский центр непрерывного математического образования, 2000.



Число и линейка

В 2014 году исполняется 440 лет со дня рождения одного из изобретателей логарифмической линейки, английского математика Уильяма Отреда (1574–1660), который впервые применил греческую букву π для математического обозначения (правда, длины окружности)

Иногда полагают, что раз число π обозначается буквой греческого алфавита, то придумали его древние греки. Конечно, такой аргумент несостоятелен — сегодня многое обозначается с использованием греческих букв, например, α-лучи (в физике) или β-рецепторы (в биологии). К сожалению, имя человека, первым догадавшегося о замечательной связи длины окружности и ее диаметра, неизвестно [1].

А вот первое обозначение знаменитого числа буквой π появилось, по всей видимости, в работе “Обозрение достижений математики” английского преподавателя Уильяма Джонса, вышедшей в 1706 году. Несколько раньше, в 1647 году, английский математик и педагог Уильям Отред (являющийся также автором знакомого всем знака умножения “×”) использовал букву π для обозначения длины окружности. По всей видимости, он взял тут первую букву греческого слова περιφερια — окружность (отсюда слово *периферия*).

Обозначение π для числа 3,141592... широко распространилось и стало, по сути дела, международным стандартом после того, как его стал применять Леонард Эйлер в своих получивших всемирную известность трудах. (К этому обозначению Эйлер пришел, вероятнее всего, независимо от Джонса.)

Представления о числе π претерпели удивительную эволюцию — от смутных понятий древних, почти ощупью открывавших закономерно-

Исследователь	Регион	Приближения π
Неизвестен	Междуречье, 2 тыс. лет до н. э.	3
Неизвестен	Древний Египет, 2 тыс. лет до н. э.	3,16
Неизвестен	Древний Китай, XII в. до н. э.	3
Неизвестен	Древняя Иудея, X–V в. до н. э.	3
Неизвестен	Древняя Индия, VII–V в. до н. э.	3,088
Лю Синь	Китай, I в. до н. э.	3,1547
Витрувий	Италия, 14 г. до н. э.	$3\frac{1}{8}=3{,}125$
Чжан Хэн	Китай, II в.	$\sqrt{10}=3{,}162\ldots$
Цзу Чун-чжи	Китай, V в.	$\frac{355}{113}=3{,}1415929\ldots$
Брахмагупта	Индия, 598 г.	$\sqrt{10}=3{,}162\ldots$
Результат китайского математика и астронома Цзу Чун-чжи отличается от точного значения π = 3,14159265... только в седьмом знаке после запятой		

сти окружающего мира, до глубоких математических теорий современности [1–5]. Выше в таблице приводим некоторые сведения о найденных древними математиками приближениях для числа π.

Сегодня с помощью компьютеров число π определено с точностью до миллионов знаков.

Уильям Отред и другой англичанин, учитель математики Ричард Деламейн, являются изобретателями первых логарифмических линеек [6]. Первая линейка Отреда имела две логарифмические шкалы, одна из которых могла смещаться относительно другой, неподвижной. Второй инструмент представлял собой кольцо, внутри которого вращался на оси круг. На круге (снаружи) и внутри кольца были изображены “свернутые в окружность” логарифмические шкалы.

В 1632 году в Лондоне вышла книга Уильяма Отреда и его ученика и друга, учителя математики Уильяма Форстера “Круги пропорций” с описанием круговой логарифмической линейки (уже иной конструкции), а описание прямоугольной логарифмической

линейки Отреда дано в книге Форстера “Дополнение к использованию инструмента, называемого Кругами пропорций”, вышедшей в следующем году.

Линейка Ричарда Деламейна, описанная им в брошюре “...Математическое кольцо”, появившейся в 1630 году, тоже представляла собой кольцо, внутри которого вращался круг. Деламейн описал несколько вариантов таких линеек (содержащих до 13 шкал). В специальном углублении Деламейн поместил плоский указатель, способный двигаться вдоль радиуса, что облегчало использование линейки. Предлагались и другие конструкции. Деламейн не только представил описания линеек, но и дал методику градуировки, предложил способы проверки точности и привел примеры использования своих устройств.

В 1654 году англичанин Роберт Биссакер предложил конструкцию прямоугольной логарифмической линейки, общий вид которой сохранился до нашего времени. Устройство состояло из трех планок. Каждая планка имела длину около 60 см; две внешние планки удерживались вместе металлической оправой, а третья (движок) скользила между ними. Каждой шкале на неподвижных планках соответствовала такая же на движке. Шкалы имелись на обеих сторонах линейки.

Примерно такую же конструкцию предложил в 1657 году независимо от Биссакера лондонский учитель математики Сет Патридж.

Мысль об использовании “бегунка”, ставшего потом обязательным элементом логарифмической линейки, высказал в середине 1670-х годов величайший английский ученый Исаак Ньютон. Однако сам “бегунок” появился только спустя примерно 100 лет, когда другой англичанин, Джон Робертсон, использовал в качестве элемента своей линейки (которая предназначалась для навигационных расчетов) перемещающуюся тонкую медную пластинку.

Использованные источники информации

1. *Жуков А.В.* Вездесущее число π. М.: Едиториал УРСС, 2004.

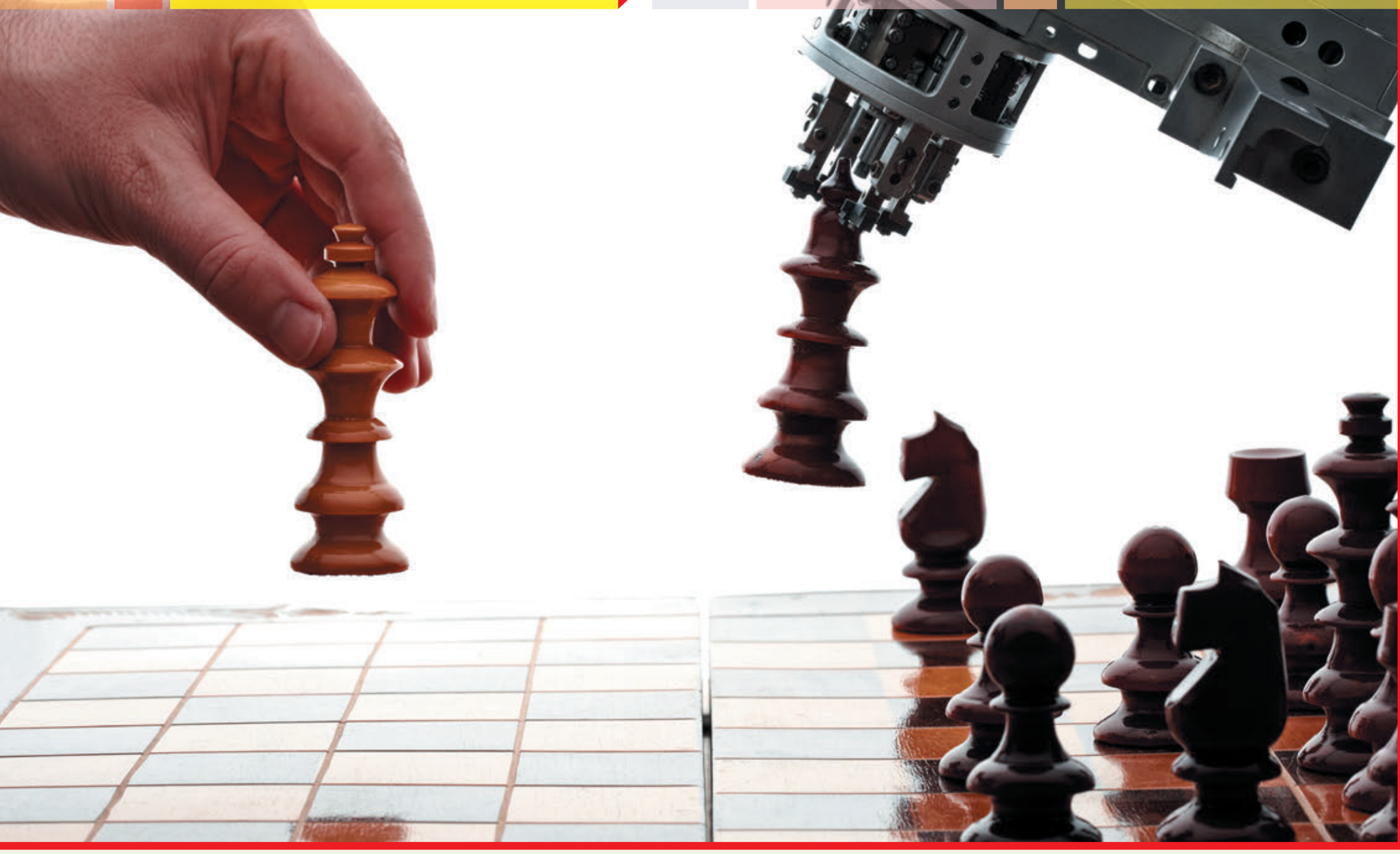
2. *Депман И.Я., Виленкин Н.Я.* За страницами учебника математики. М.: Просвещение, 1989.

3. Детская энциклопедия. М.: Изд-во Академии педагогических наук РСФСР, 1959. Т. 3.

4. Знакомьтесь: компьютер: Пер. с англ. М.: Мир, 1989.

5. *Стройк Д.Я.* Краткий очерк истории математики: Пер. с нем. 4-е изд. М.: Наука, 1984.

6. *Гутер Р.С., Полунов Ю.Л.* От абака до компьютера. Изд. 2-е, испр. и доп. М.: Знание, 1981.



"Дрозофила" искусственного интеллекта

40 лет назад отечественная шахматная программа "Каисса" одержала победу в первом чемпионате мира по компьютерным шахматам

Многие ранние работы в области искусственного интеллекта связаны с шахматами [1, 2]. Почему же в середине XX столетия, на заре искусственного интеллекта, именно они так привлекли исследователей?

Эммануил Ласкер (1868–1941), ставший в 1894 году вторым в истории шахмат чемпионом мира, в своем "Учебнике шахматной игры" отмечал [3]: "Шахматная доска... мала, но правила игры допускают на ней столько различных возможностей, что человек не может их охватить. Благодаря этому игра как бы приближается к жизни... Шахматы возникли в древности как прообраз войны тех далеких времен и в силу этого приобрели некоторое сходство с жизнью".

Создатель теории информации, "человек, который придумал бит" [4, 5] Клод Шеннон (1916–2001) писал в своей известной статье "Программирование компьютера для игры в шахматы", опубликованной в 1950 году: "Шахматная машина идеальна, чтобы с нее начать, поскольку (1) задача четко определяется допустимыми операциями (ходы) и конечной целью (мат); (2) она не слишком проста, чтобы быть тривиальной, и не слишком сложна для получения удовлетворительного решения; (3) считают, что шахматы требуют "мышления" для искусной игры, решение этой задачи приведет нас либо к тому, что мы будем восхищаться способностями механизированного мышления, либо к ограничению нашей концепции “мышления”; (4) дискретная структура шахмат хорошо укладывается в цифровую природу современных компьютеров”.

А вот что сообщал в 1964 году о причинах выбора шахмат в качестве полигона идей искусственного интеллекта советский математик Александр Семенович Кронрод (1921–1986): “После нашего фиаско с подкидным дураком встал вопрос о том, какую игру выбрать для генерального наступления. Котировались крестики-нолики, шашки и шахматы. Самое важное, казалось нам тогда, — иметь игру, общую в международном масштабе. Вроде того, как у генетиков выбраны муха дрозофила и кукуруза. Решили, что наиболее подходящим с этой точки зрения объектом являются шахматы… Было это в 1960 году…” [1].

Вероятно, не последнюю роль в этом выборе сыграло и то, что иногда с помощью шахмат пытаются оценивать интеллект. Тем не менее среди тех, кто снискал всемирную славу в других областях интеллектуальной деятельности, трудно найти людей, очень хорошо игравших в шахматы (наверное, за исключением Дмитрия Ивановича Менделеева). Объясняется данный факт, по всей видимости, отсутствием у таких людей желания или возможности (или и того и другого вместе) тратить достаточное количество времени и сил на достижение высоких результатов в этой игре. Однако надо согласиться, что все великие шахматисты обладали незаурядными умственными способностями.

30 лет назад отечественная шахматная программа “Каисса” одержала победу в первом чемпионате мира по компьютерным шахматам. За прошедшие годы поставленная цель — победа шахматной программы над чемпионом мира — была достигнута. Как известно, в 1997 году созданная в лабораториях корпорации IBM система (сложный программно-аппаратный комплекс) Deep Blue, победив чемпиона мира Гарри Каспарова в матче-реванше из шести партий, казалось бы, сняла с повестки дня вопрос о создании шахматного искусственного интеллекта. Однако что показала эта победа? Да только то, что системы такого рода действительно могут иногда побеждать чемпионов мира. Хотя сегодня “способности” шахматных программ достаточно высоки, их уровень по-прежнему далек от заветной цели — приблизиться к уровню мышления и понимания игры лучших шахматистов мира.

В 1950 году была опубликована знаменитая статья английского исследователя Алана Тьюринга (1912–1954) “Могут ли машины мыслить?” [1, 2, 4], где он писал: “Мы можем надеяться, что машины в конце концов будут успешно соперничать с людьми во всех чисто интеллектуальных областях. Но какие из этих областей наиболее пригодны, чтобы начинать именно с них? Решение даже этого вопроса наталкивается на затруднения. Многие считают, что начать лучше всего с какой-нибудь очень абстрактной деятельности, например, с игры в шахматы. Другие предлагают снабдить машину хорошими органами чувств, а затем научить ее понимать и говорить по-английски… В чем состоит правильный ответ на этот вопрос, я не знаю, но думаю, что следует испытать оба подхода”.

Прошло больше полувека. Компьютеры стали хорошо играть в шахматы и могут выполнять некоторые задания, связанные с естественным языком [1]. Вот только не зашли ли исследователи в тупик, решая эти важные, но все же локальные задачи?..

Использованные источники информации

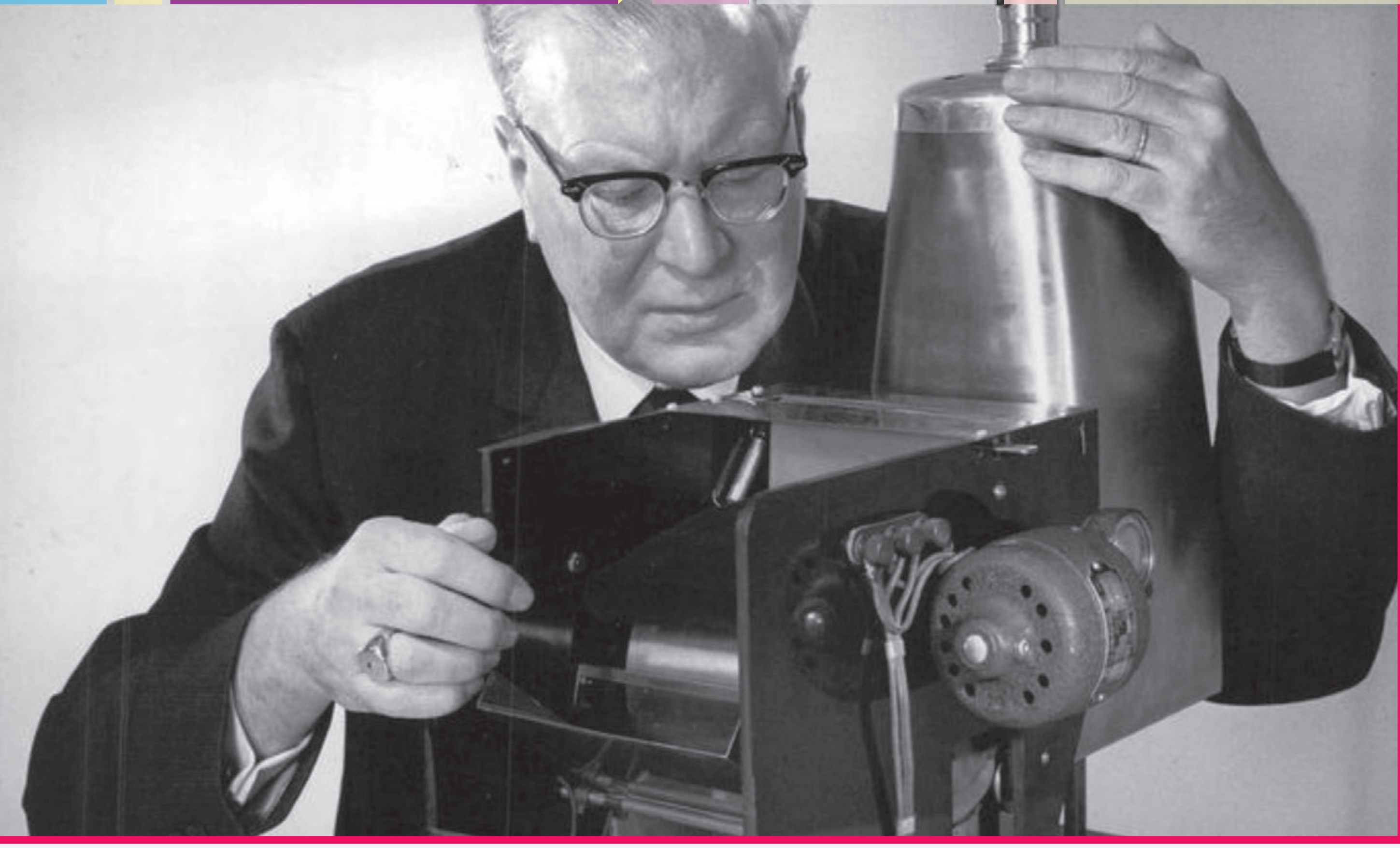
1. *Богатырев Р.* Компьютерные шахматы. Анатомия искусственного интеллекта // Мир ПК, № 9/2004.

2. Компьютер обретает разум: Пер. с англ. под ред. В.Л. Стефанюка. М.: Мир, 1990.

3. *Ласкер Э.* Учебник шахматной игры: Пер. с нем. М.: ТЕРРА-СПОРТ, 2001.

4. *Частиков А.П.* Архитекторы компьютерного мира. СПб.: БХВ-Петербург, 2002.

5. Человек, который придумал бит // Информатика, № 17/2003.



Честер Карлсон с одним из первых прототипов копировального устройства. Источник: *Xerox Corp.*

Сухая запись

65 лет назад, в 1949 году, на рынок поступили первые копировальные аппараты, а 10 лет спустя появился полностью автоматический копировальный аппарат модели “914”

Началось же все это с изобретения электрофотографии американским физиком Честером Карлсоном (1906–1968), которое было зарегистрировано в 1938 г., причем позже вместо термина *электрофотография* стали употреблять термин *ксерография* (в переводе с древнегреческого — “сухая запись”) [1–3].

В 1930 г. Честер Карлсон получил степень бакалавра физики в Калифорнийском технологическом институте. Он стал работать в Нью-Йорке инженером в исследовательской лаборатории, а затем был вынужден сменить род деятельности. В компании P.R.Mallory (славившейся своими электрическими батарейками), куда Карлсон перешел, не оказалось свободных инженерных должностей, и он возглавил патентный отдел. Недостаток соответствующего образования пришлось восполнять посредством вечерних занятий в юридической школе.

Выполняя новые обязанности, Честер Карлсон столкнулся с проблемой, которая, по-видимому, и раньше занимала не одно поколение патентоведов, но не находила решения. Дело заключалось в том, что для работы часто требовались копии патентов. В то время существовали два пути получения копии с оригинала. Первый — фотокопирование, процесс достаточно долгий, да к тому же требующий обращения в фотолабораторию. Второй — переписывание или перепечатывание. В отличие от своих предшественников, Карлсон был уверен в том, что должен существовать более удобный способ копирования.

Молодой ученый стал проводить много времени в Нью-Йоркской публичной библиотеке и спустя какое-то время стал, наверное, самым осведомленным в вопросах фотокопирования человеком в Нью-Йорке. В поисках нового решения Честер Карлсон начал глубже изучать явление фотопроводимости, чья суть — в изменении электропроводности ряда материалов при падении на них света.

Карлсон сделал предположение, что эта электропроводность меняется в зависимости от освещенности, а точнее — что проводимость ярко освещенных участков больше, чем проводимость менее освещенных или совсем не освещенных участков, и, значит, распределение поверхностной проводимости материала должно повторять "проектируемое" изображение. Однако, как известно, от идеи до ее воплощения в жизни часто бывает "дистанция огромного размера".

Местом первых опытов ученого стала кухня в его нью-йоркской квартире. Именно там Карлсон провел первые эксперименты, касающиеся того, что он назвал *электрофотографией*. В октябре 1937 г. изобретатель получил свой первый патент. Вскоре "полигон испытаний" переместился в заднюю комнату салона красоты в нью-йоркской гостинице "Astoria". Честер Карлсон взял в помощники безработного немецкого физика по имени Отто Корней.

22 октября 1938 г. Отто Корней натер носовым платком цинковую пластинку, покрытую измельченной серой, которая, как известно, является диэлектриком (однако при сильном световом облучении начинает проводить электрический ток, хотя и очень плохо), а потом в темной комнате осветил ее пучком яркого света, падавшего сквозь стеклянную пластину с чернильной непрозрачной надписью *10-22-38 Astoria*. Далее на "засвеченную" пластинку была высыпана щепотка спор ликоподия (другое название этого растения — "плаун булавовидный"; его споры, мельчайший легкий порошок, используются в медицине в качестве "обсыпки" таблеток и в составе присыпок). Лишние споры были сдуты с поверхности пластины, и на ней осталась едва заметная надпись *10-22-38 Astoria*, образованная прилипшими спорами. Чтобы ее сохранить, Карлсон накрыл пластинку вощеной бумагой и нагрел. Споры налипли на воск, и надпись проявилась. Первая ксерокопия была готова.

Однако экспериментальный образец являлся весьма несовершенным. Теорию удалось подтвердить, но практика требовала материальных средств, а их у Честера Карлсона к тому времени оставалось мало. Отто Корней, не видевший тут перспектив, вскоре покинул одержимого своей идеей изобретателя и устроился работать в компанию IBM (тем не менее позже, когда появилась возможность, Карлсон отблагодарил своего первого помощника).

За пять лет, с 1939 по 1944 гг., изобретатель получил отказ в финансировании своих исследований более чем в 20 компаниях. Среди них фигурировали и такие гиганты, как IBM, Kodak, General Electric. Но вот как-то в патентный отдел P.R.Mallory, где продолжал трудиться Честер Карлсон, зашел по делам, связанным с приобретением прав на ряд патентов компании, человек, которого звали Рассел Дайтон. В разговоре с ним Карлсон упомянул о своих патентах на новый способ получения копий. Посетитель проявил интерес к этому делу, и вскоре Честер Карлсон заключил соглашение с Battelle Memorial Institute, в результате чего исследования, начатые им, были продолжены. К концу Второй мировой войны над проектом трудилась уже целая группа исследователей, возглавляемых Роландом Шафертом. Прежде всего изменили конструкцию "фоторезистивной" пластины: серу заменили на селен — материал, обладающий большей фотопроводимостью. Еще год ушел на разработку устройства создания коронного разряда, с чьей помощью заряжалась пластина и изображение переносилось на бумагу. Другой технической проблемой стало создание "сухих чернил" (сегодня это *тонер*). Споры ликоподия, дававшие весьма нечеткое изображение, заменили, и качество копий значительно улучшилось. Дальше было необходимо промышленное внедрение изобретения.

В январе 1947 г. представители Battelle Memorial Institute подписали лицензионное соглашение на использование нового метода получения изображений с Haloid Company из Рочестера. 22 октября 1948 г. (ровно через 10 лет после удачного опыта в гостинице "Astoria") состоялась первая публичная демонстрация нового копировального аппарата, а в 1949 г. первые копиры поступили на рынок. Они были весьма несовершенными и требовали от пользователя исполнения 14 операций для изготовления одной копии. В среднем на это уходило около 45 секунд.

Примерно тогда же приняли термин *ксерография*. Первый копир получил название "XeroX Model A". Букву *X* добавили для того, чтобы слово несколько походило на Kodak, название еще одной компании из Рочестера [1]. Термин настолько понравился, что сама Haloid Company стала называться сначала Haloid Xerox, а с 1961 г. — Xerox Corporation. Термин *ксерография* потом почти забыли, зато *ксероксами* стали называть копиры. А настоящий успех пришел к копирам Haloid Company в 1959 г., когда был выпущен полностью автоматический копир модели "914" (название происходит от размера листов бумаги 9 × 14 дюймов, которые использовал копир).

На своем изобретении Честер Карлсон заработал около 150 миллионов долларов, и почти 100 миллионов из них он отдал на благотворительные нужды.

Использованные источники информации

1. Материалы сайтов *www.atlant.ru* и *www.invent.org*.

2. *Трубицын А.* Доступной лазерной печати исполнилось 20 лет // PC Week/RE, № 35/2004 (материалы сайта *www.computer-museum.ru*).

3. LaserJet и его предшественники // Информатика, № 39/2004.

Фокус "Отгадывание двух задуманных чисел"

Д.М. Златопольский

Предложите кому-нибудь задумать два положительных числа, из которых одно превышает другое на единицу и каждое из которых не более девяти. Затем попросите перемножить два этих числа, из произведения вычесть меньшее из чисел и результат опять умножить на меньшее из задуманных чисел.

По объявленной последней цифре полученного результата вы можете назвать задуманные числа. Для этого вы должны запомнить табличку:

Последняя цифра результата	1	2	3	4	5	6	7	8
Задуманные числа	1; 2	8; 9	7; 8	4; 5	5; 6	6; 7	3; 4	2; 3

Пример. Пусть задуманы числа 3 и 4. Перемножая их, получаем 12, вычитая из этого числа наименьшее из загаданных чисел, имеем 9, после умножения чисел 9 и 3 получаем число 27. Последняя цифра результата 7, поэтому из таблицы 6 видно, что были загаданы числа 3 и 4.

Примечание. Можно запомнить только меньшие из чисел второй строки таблицы. Если объявленная цифра равняется 1, 4, 5 или 6 (на эти цифры оканчиваются квадраты целых чисел), то она совпадает с меньшим из задуманных чисел. В остальных случаях меньшее из задуманных чисел равно дополнению объявленной цифры до 10.

Для демонстрации фокуса можно разработать несложную компьютерную программу. На школьном языке программирования она имеет вид:

```
алг Два числа
нач цел a, b, результат, посл_цифра
 вывод нс, "Сейчас я отгадаю два числа,"
 вывод "которые вы задумаете"
 |Приостановка программы
 |до нажатия любой клавиши
 нц

 кц_при inkey() <> ""
 вывод нс, "Задумайте два положительных числа,"
 вывод "отличающихся друг от друга на 1"
 вывод нс, "и каждое из которых меньше 10"
 |Приостановка программы
 |до нажатия любой клавиши
 …
 вывод нс, "Умножьте задуманные числа друг
           на друга"
 |Приостановка программы
 |до нажатия любой клавиши
 …
 вывод нс, "Из полученного произведения
            вычтите "
 вывод "меньшее из задуманных чисел"
 |Приостановка программы
 |до нажатия любой клавиши
 …
 вывод нс, "Разность умножьте на"
 вывод "меньшее из задуманных чисел"
 |Приостановка программы
 |до нажатия любой клавиши
 …
 вывод нс, "Сколько получилось?"
 ввод результат
 посл_цифра := mod(результат, 10)
 выбор
 при посл_цифра = 1: a := 1; b := 2
 при посл_цифра = 2: a := 8; b := 9
 при посл_цифра = 3: a := 7; b := 8
 при посл_цифра = 4: a := 4; b := 5
 при посл_цифра = 5: a := 5; b := 6
 при посл_цифра = 6: a := 6; b := 7
 при посл_цифра = 7: a := 3; b := 4
 при посл_цифра = 8: a := 2; b := 3
 все
 |Вывод ответа
 Очистка_Экрана
 вывод нс, "Вы задумали числа:", a, " и ", b
кон
```

— где `Очистка_экрана` — стандартная процедура очистки экрана.

Для приостановки программы до нажатия любой клавиши в программах на других языках программирования можно также использовать оператор цикла с постусловием:

1) в языке Паскаль:

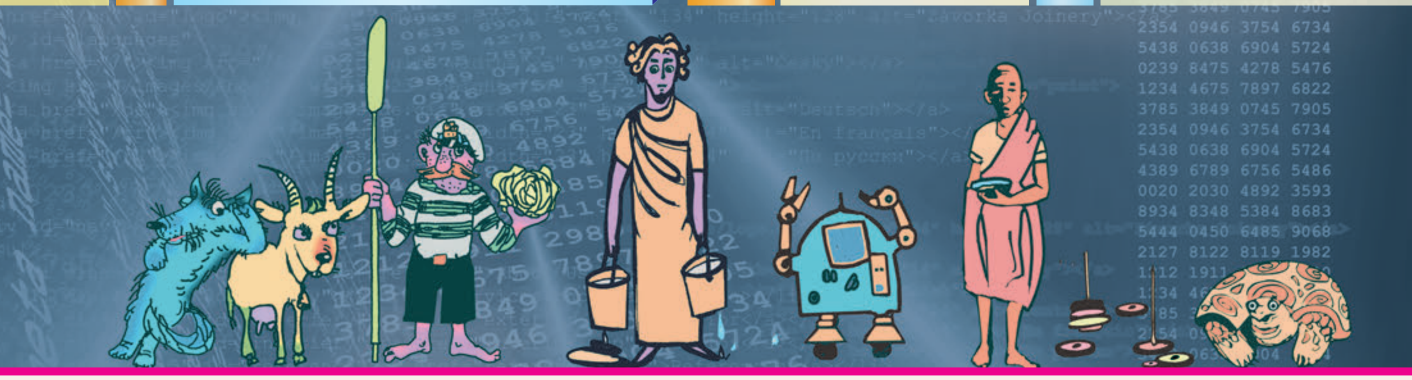
```
Repeat
Until KeyPressed
```

2) в языке Бейсик:

```
DO
LOOP UNTIL INKEY$ <> ""
```

В чем секрет работы программы (почему задуманные числа можно определить по приведенной табличке)? Ответ на этот вопрос и(или) разработанную программу, пожалуйста, пришлите в редакцию.

> ***Основная ошибка, которой следует остерегаться, — полагать, что мы знаем больше, чем на самом деле.***
>
> Сократ



ИСТОРИЯ ИНФОРМАТИКИ

Эволюция компьютерной мыши

9 декабря 1968 года американец Дуглас Энгельбарт на конференции в Сан-Франциско продемонстрировал изобретенную им четырьмя годами ранее компьютерную мышь. В честь 46-го дня рождения одного из основных устройств персонального компьютера мы представляем обзор знаковых моделей в эволюции компьютерной мыши.

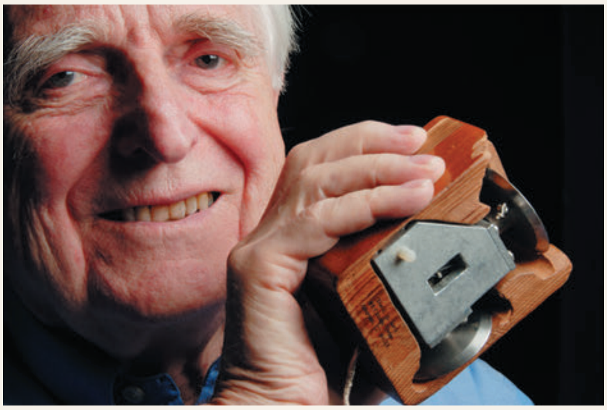


Рис. 1. Дуглас Энгельбарт со своим изобретением

Прототипы

История компьютерной мыши восходит к сороковым годам прошлого века и связана с развитием радиолокационной техники. Системы автоматического слежения за целями в те времена отсутствовали, и операторы первых радиолокационных станций определяли координаты целей, прикладывая к экрану специальную линейку, а результат сообщали голосом. Позднее с отметкой цели стали совмещать специальный маркер (по современной терминологии — “курсор”), формируемый на экране локатора электронным методом. Положение маркера можно было автоматически передать, например, в систему наведения зенитного орудия.

Для управления маркером было придумано специальное устройство, которое у англичан получило название “target tracking ball” (шар для сопровождения целей), а у нас — “шаровой манипулятор”, хотя чаще неофициально использовалось немецкое название “кнюппель”. Устройство представляло собой шар размером с бильярдный (нередко это и был самый настоящий бильярдный шар), вмонтированный в стол оператора и снабженный датчиками вращения.

С прицелом на удобство

Американский изобретатель Дуглас Энгельбарт не был первым, кто предложил дополнить компьютер компактным приспособлением для упрощения работы. Но именно он создал мышь оптимальной формы и определил направление ее дальнейшей эволюции. В 1964 году Энгельбарт совместно с Биллом Инглишем собрал пробный образец механического манипулятора, представлявшего собой деревянную коробку ручной работы с двумя металлическими колесиками и единственной кнопкой (см. *рис.* 1–2). При движении мыши колеса катились по столу и позволяли узнать направление и величину перемещения устройства. Эти данные преобразовывались в перемещение курсора на экране. Интересно, что Энгельбарт занимался отнюдь не разработкой мыши, он трудился над операционной системой *o**N**-**L**ine **S**ystem* (NLS). В ходе работы над NLS появилась концепция “оконного” интерфейса, и мышь была создана как один из возможных манипуляторов для работы с окнами. В одном интервью Энгельбарт сказал, что первые мысли о создании подобного устройства появились у него еще в 1951 году!

Рис. 2. Простейшая модель компьютерной мыши Дугласа Энгельбарта

9 декабря 1968 года Энгельбарт выступил с докладом на конференции Fall Joint Computer и продемонстрировал более изящную модель компьютерной мыши, снабженную тремя кнопками. В 1970 году ученый запатентовал изобретение, назвав его “Индикатор X–Y положения для системы отображения”. Тогда же впервые прозвучало слово “мышь”. Это сравнение использовал сам Энгельбарт: “Оно названо *мышью* из-за провода-«хвоста»”.

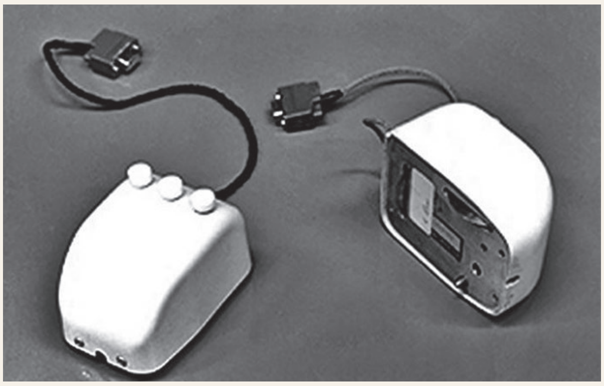


Рис. 3. Компьютерная мышь 1968 года

Самая первая

На самом деле первое устройство, *функционально близкое современной компьютерной мыши*, — модель Rollkugel (*рис*. 4) — было разработано в Германии фирмой Telefunken. Правда, созданное в 1968 году устройство так и не было запатентовано. “Мышью” Rollkugel никто не называл, хотя устройство работало по тому же принципу и также служило для выполнения операций на компьютере. Однако тогда изобретение не стало массовым и использовалось исключительно в научно-исследовательских лабораториях. Заметим также, что слово “rollkugel” переводится с немецкого языка как *трекбол*, и этот же термин используется в ряде источников применительно к изображению на *рис*. 3, хотя трекболом в настоящее время называют устройство ввода информации, принцип работы которого является как бы “обратным” по отношению к мыши — в нем корпус является неподвижным, а шарик вращают руками (см. *рис*. 5), в то время как при использовании мыши перемещают корпус, а шарик, который когда-то использовался в манипуляторе, при этом вращался. Отдельные же части слова “rollkugel” переводятся как *шар* и *катится*, что соответствует принципу работы мыши.

Рис. 4. Модель Rollkugel фирмы Telefunken, 1968 г.

Рис. 5. Трекбол

Первая серийная “шариковая”

В 1972 году, вдохновленный достижениями коллеги, Билл Инглиш совместно с Джеком Хоули разработал для фирмы Xerox инновационную модель мыши с шаровым приводом. Вскоре новомодное устройство появилось в продаже по цене 415 долларов. Тогда же мыши и начали походить на современные, например, модель на *рис*. 6 была сделана в 1972 г.

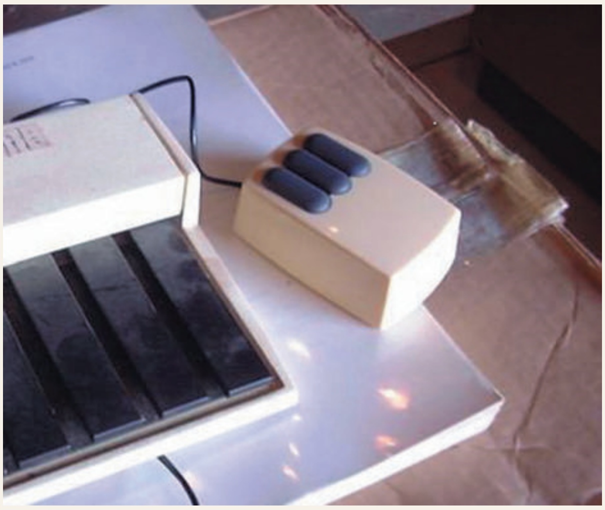


Рис. 6. Мышь фирмы Xerox

Были выпущены и другие варианты. Кстати, у этих мышек фирмы Xerox был не один шарик снизу, а целых три (*рис*. 7).

Рис. 7. Мышь с тремя шариками

Рис. 8. Мышь 1972 года фирмы Mouse House

Первая оптическая

Существенным недостатком шарового привода была быстрая загрязняемость шарика, приводящая к заеданию подвижных элементов и ухудшению качества работы мыши. Выход нашел основатель компании Mouse Systems (позднее вошедшей в состав тайваньской фирмы KYE Systems, производящей мыши под маркой Genius) Стив Кирш. В 1982 году он разработал первую в мире оптическую мышь, работающую при наличии специального коврика с особой штриховкой.

Рис. 9. Первая в мире оптическая компьютерная мышь фирмы Mouse Systems, 1982 г.

Первая доступная по цене

Относительно доступной по цене (по тем временам) была куполообразная компьютерная мышь от швейцарской компании Logitech, в 1982 году стоившая 299 долларов.

Рис. 10. Мышь фирмы Logitech, 1982 г.

Две кнопки от Microsoft

Сократить количество кнопок мыши до двух пришло в голову “майкрософтовцам”, отправившимся покорять компьютерный рынок в 1983 году.

Рис. 11. Мыши с двумя кнопками фирмы Microsoft, 1983 г.

Монокнопка от Apple

Чтобы упростить работу с мышью и добиться меньшей стоимости последней, Стив Джобс решил ограничить количество кнопок до одной (см. *рис.* 12).

Рис. 12. Однокнопочная мышь фирмы Apple

Первая эргономичная

Переход к привычной нам сегодня каплеобразной форме произошел в 1993 году — опять же, по инициативе Джобса.

Рис. 13. Эргономичная мышь Desktop Bus Mouse II фирмы Apple, 1993 г.

Были выпущены даже модели с “опорой” для большого пальца правой руки (*рис.* 14).

Рис. 14. Мышь с опорой для большого пальца правой руки

Появление колесика прокрутки

После этого очень долгое время никаких революций в конструкции мыши не происходило, было планомерное эволюционирование. Технологии производства менялись, мыши становились надежнее, дешевле, эргономичнее. Но никто долгое время не пытался удивить пользователя. Так было вплоть до 1995 года, когда не очень известная на тот момент фирма Genius явила миру модель EasyScroll, первую мышь с колесиком прокрутки (*рис*. 15).

Рис. 15. Первая в мире мышь Genius EasyScroll с колесиком прокрутки

Нашествие “бесхвостых”

Первые “бесхвостые” мыши с инфракрасным датчиком, передающим сигнал компьютеру через приемник, были выпущены фирмой Logitech в 1984 году (*рис*. 16).

Рис. 16. Первая беспроводная мышь фирмы Logitech

В 1991 г. инфракрасную связь заменили более надежной радиосвязью (*рис*. 17).

Рис. 17. Первая беспроводная мышь Cordless MouseMan фирмы Logitech, работавшая с помощью радиосвязи

Первая “лазерная” мышь

В 2004 году все та же фирма Logitech впервые использовала лазер вместо светодиодов в обычных пользовательских мышках. Так появилась модель Logitech MX 1000 (*рис*. 18).

Рис. 18. Лазерная мышь Logitech MX 1000

И хотя на момент ее появления стоила она порядка 100 долларов, многие хотели стать ее обладателем, поскольку инженеры Logitech добились почти невозможного — они увеличили точность позиционирования почти в 50 раз и сделали так, чтобы мышкой можно было свободно пользоваться даже на блестящих поверхностях (лазерный датчик позволяет)! А еще у этой мыши было очень много кнопок, которые можно было настраивать как угодно. Кроме того, она была беспроводной и от батареек “жила” довольно долго. Затем, уже в 2006 году, была предложена мышь Logitech MX Air.

Бесформенная мышь ☺

В начале 2008 года компания Lite-On Technology получила престижную награду Red Dot Design Award за свой концепт очень необычной мыши. Ее манипулятор Moldable Mouse был изготовлен из пластичной формовочной массы в оболочке из полиуретана и нейлона, что позволяет пользователю придать ей практически любую форму (см. *рис*. 19). Поверхность по тактильным ощущениям больше всего напоминает шелк. Кнопки и сенсорную площадку для прокрутки можно перемещать по поверхности манипулятора, они оснащены специальными датчиками. Печатная плата расположена у основания, изготовленного из жесткого пластика.

Рис. 19. Мыши произвольной формы

Что дальше?

Ответ на заданный вопрос — “Это можно только предполагать”. Вероятно, дальше пойдут только очень хитрые концептуальные модели, которые будут двигать курсор, следя за перемещением ваших зрачков, или по голосовой команде, или еще как-нибудь, но к МЫШИ это уже не будет иметь никакого отношения…

Список использованных источников

1. *www.sat-fishers.com/forum/showthread.php?t=1116*.
2. *www.novate.ru*.

ПОЧТОВЫЙ ЯЩИК

О кардиоиде и о сердце

В редакцию пришло письмо от Игоря Кудряшова, ученика гимназии № 1530 г. Москвы (учитель **О.В. Козырева**). Игорь сообщил, что узнал о том, что существует кривая линия, называемая “кардиоидой”, и спрашивает, связано ли это название со словами *кардиолог* (специализация врача), *кардиология* (раздел медицины) и т.п.

Отвечая на этот вопрос, сначала надо сказать о том, что кардиоида является частным случаем другой кривой — “улитки Паскаля”. Последняя названа так в честь Этьена Паскаля, отца знаменитого французского ученого, автора одной из первых вычислительных машин, Блеза Паскаля. Для этой кривой характерны некоторые “геометрические свойства”, на которых останавливаться не будем.

Уравнение улитки Паскаля в так называемых “полярных координатах” (см. [1]):

$$R = l - a\sin\varphi,$$

— где a и l — длины отрезков, с использованием которых осуществляется построение кривой с соблюдением условий, обеспечивающих проявление упомянутых чуть выше свойств [2]. Напомним, что при использовании полярных координат график функции строится по точкам по значениям угла φ и соответствующему значению R (*рис.* 1).

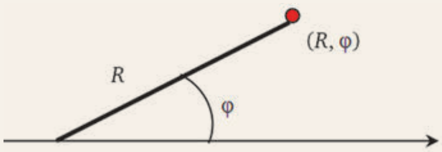


Рис. 1

В статье [1] отмечалось, что для построения графика на компьютере удобнее все же снова обратиться к декартовым координатам. Вспомнив о синусе и косинусе угла φ, можем сказать, что точка (R, φ) в полярных координатах — это то же самое, что $(R\cos(\varphi), R\sin(\varphi))$ в декартовых координатах, и именно ее мы можем построить (см. *рис.* 2).

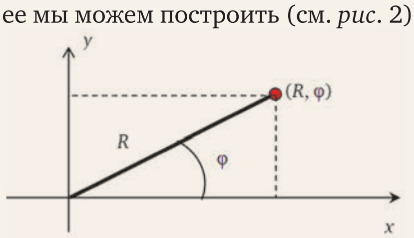


Рис. 2

С учетом этого можно записать так называемые “параметрические уравнения” улитки Паскаля:

$$x = l\cos\varphi - a\sin\varphi\cos\varphi,$$
$$y = l\sin\varphi - a\sin\varphi\sin\varphi.$$

Параметрическими такие уравнения называются потому, что определяют значения x и y каждой точки кривой в зависимости от некоторого параметра, в нашем случае от параметра φ — угла наклона отрезка, соединяющего эту точку с началом координат. Кроме того, в уравнениях есть величины a и l, упоминавшиеся в начале статьи.

Используя параметрические уравнения улитки Паскаля, можно получить ее изображение в программе — для этого надо рассчитать значения координат x и y для всех углов, скажем, от 1 до 360 градусов через один градус и поставить точку в соответствующем месте экрана. Для описания программы, решающей такую задачу, используем, как принято в разделе “В мир информатики”, школьный алгоритмический язык. Русский синтаксис этого языка делает программу максимально понятной, и вы сможете разработать аналогичную программу на языке программирования, который вы изучаете. Итак, программа имеет вид:

```
алг Улитка_Паскаля
нач вещ x0, y0, a, l, угол2, цел угол
вывод "Задайте значение a "
ввод a
вывод "Задайте значение l"
ввод l
|Инициируем графический режим
…
|Координаты центра экрана
x0 := int(максX/2); y0 := int(максY/2)
|Для всех целых значений углов
нц для угол от 1 до 360
  |Переводим угол в радианы
  угол2 := 6.28 * угол/360
  |Рассчитываем координаты
  |соответствующей точки кривой
  x := x0 + int(l * cos(угол2) –
       a * sin(угол2) * cos(угол2))
  y := y0 - int(l * sin(угол2) +
       a * sin(угол2) * sin(угол2))
  |и изображаем эту точку
  точка(x, y)
кц
кон
```

Примечания

1. $x0$ и $y0$ — координаты центра экрана (с учетом этих координат рассчитываются значения x и y); значения $x0$ и $y0$ зависят от величин *максX* и *максY*, равных, соответственно, максимальному значению координат x и y в выбранном режиме работы экрана.

2. *угол2* — величина угла в радианах.
3. Функция `int` возвращает целую часть ее вещественного аргумента.
4. В программе учитывается направление оси y в экранной системе координат.

Выполнив программу, например, при $a = 200$, $l = 100$, получим следующее изображение:

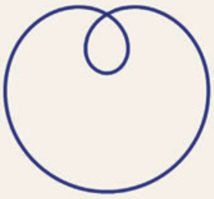


Рис. 3

Можно также использовать электронную таблицу Microsoft Excel или другую подобную программу. Верхняя часть листа, на котором можно сделать это, показана ниже (необходимые формулы запишите самостоятельно, при этом используйте абсолютные ссылки на ячейки G1 и G2 и копирование формул):

	A	B	C	D	E	F	G
1	Угол в градусах	Угол в радианах	x	y		a =	200
2	0	0,00	100,00	0,00		l =	100
3	5	0,09	82,26	7,19			
4	10	0,17	64,30	11,33			
5	15	0,26	46,62	12,48			
…	…						

По полученным расчетным данным можно построить график (тип диаграммы — **Точечная с гладкими кривыми**).

Задания для самостоятельной работы

1. Форма улитки Паскаля зависит от соотношения между отрезками a и l. Разработав программу на языке программирования, который вы изучаете, или оформив лист электронной таблицы, получите изображение кривой при:

— $a/l < 1$;
— $2 < a/l < 1$;
— $a/l = 2$;
— $a/l > 2$.

2. В [3] описан другой вариант уравнения улитки Паскаля в полярных координатах:

$$R = a\cos\varphi + l.$$

Определите, как будет выглядеть наша кривая в этом случае.

Результаты, пожалуйста, присылайте в редакцию. Фамилии всех приславших ответы будут опубликованы, а лучшие ответы мы поощрим.

Внимательный читатель конечно же обнаружил, что среди предложенных к исследованию вариантов улитки Паскаля отсутствует вариант $a/l = 1$. Именно такой вариант и называется “кардиоидой”, то есть “сердцеобразной” или “сердцевидной” (*кардиа* — по-гречески “сердце”). Почему — ясно из *рис.* 4, на котором изображена эта кривая…

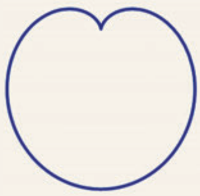


Рис. 4

Литература

1. *Златопольский Д.М.* Полярные координаты. / “В мир информатики” № 193 (“Информатика” № 1/2014).
2. *https://ru.wikipedia.org*.
3. *Выгодский М.Я.* Справочник по высшей математике. М.: Наука, 2000.

“ЛОМАЕМ” ГОЛОВУ

Числовые ребусы в троичной системе. Часть 4

В приведенных ниже ребусах зашифрованы числа, записанные в троичной системе счисления. Одинаковым буквам соответствуют одинаковые цифры. Звездочкой (“*”) может быть любая цифра.

1.
$$\begin{array}{r} * \; C \\ + \; * \; * \\ \hline D \; E \end{array}$$

2.
$$\begin{array}{r} B \\ + \; A \; * \\ \hline A \; A \end{array}$$

3.
$$\begin{array}{r} * \; Z \\ + \; Z \; Z \\ \hline * \; * \end{array}$$

Ответы присылайте в редакцию (можно решать не все ребусы).

Еще раз о “справедливом” чайнике

В разделе “В мир информатики” уже публиковались задачи с необычным чайником — с двумя носиками. Из такого чайника можно наливать сразу в две чашки — и время экономится, и никому не будет обидно ☺ (поэтому он был назван “справедливым”). Были рассмотрены задачи, связанные с заполнением трех и четырех чашек одинаковыми объемами чая. Одну из них предлагаем решить читателям — ученикам 1–7-х классов:

Задача 1

В чайнике чая — ровно на одну чашку. Как разлить его поровну четырем гостям?

С помощью справедливого чайника можно заполнять и чашки разной вместимости. Решите (мы обращаемся и к читателям-старшеклассникам) ряд соответствующих задач.

Задача 2

Как, используя двуносый чайник, полностью заполнить две чашки:

1) вместимостью 2 и 6 условных единиц;
2) вместимостью 3 и 12 условных единиц;
3) вместимостью 8 и 9 условных единиц;
4) вместимостью 3 и 10 условных единиц;
5) вместимостью 4 и 17 условных единиц.

Во всех случаях принять, что в чайнике имеется достаточно большое количество воды.

Алгоритмы решения вариантов задачи 2, пожалуйста, оформите в виде таблицы:

№	Действие	В 1-й чашке	Во 2-й чашке
Исходное состояние		0	0
1			
2			

Математика и 2014

Замените в слове МАТЕМАТИКА буквы цифрами и знаками сложения и вычитания так, чтобы получилось числовое выражение, равное 2014. Одинаковыми буквами обозначены одинаковые цифры, разными буквами — разные цифры.

Абсурдный результат

Возьмем произвольное, отличное от 0, число a. Обозначим его буквой x, $x = a$. Обе части этого равенства умножим на $-4a$. Получим:

$$-4ax = -a^2, \text{ или } -4ax + 4a^2 = 0.$$

К обеим частям этого равенства прибавим x^2. Получим $x^2 - 4ax + 4a^2 = x^2$, или $(x - 2a)^2 = x^2$. Значит, $x - 2a = x$, но $x = a$, поэтому $a - 2a = a$, или $-a = a$.

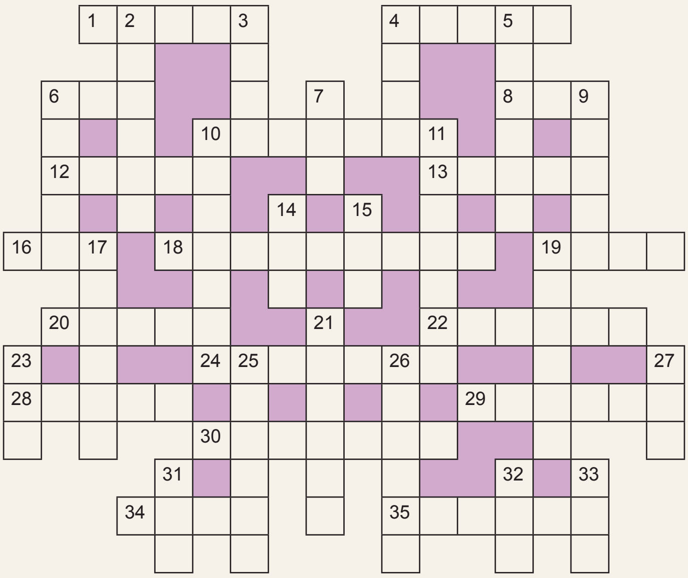
Как такое могло получиться?

Врун, правдивый и хитрец

Известно, что вруны всегда врут, правдивые всегда говорят правду, а хитрецы могут и врать, и говорить правду. Вы можете задавать вопросы, на которые есть ответ “да” или “нет” (например: “Верно ли, что этот человек — хитрец?”). Как за наименьшее число вопросов узнать, кто из троих человек врун, кто правдивый, а кто хитрец? Каждый из них знает, кто из них кто.

Кроссворд

Решите, пожалуйста, кроссворд.



По горизонтали

1. Один из первых языков программирования высокого уровня.

4. Пункт меню.

6. Единица измерения количества информации.

8. Большой званый обед или ужин, а также равноправный участник (пользователь) сети, предоставляющий сервисы другим участникам и сам пользующийся их сервисами.

10. Устройство для вывода информации в персональном компьютере.

12. Внешнее очертание, наружный вид предмета, а также объект базы данных.

13. Порядковый номер байта оперативной памяти.

16. Цифра десятичной системы счисления.

18. Создание резервных копий файла.

19. Конечное число точек на плоскости, соединенных отрезками кривых линий.

20. Элемент блок-схемы алгоритма.

22. Древнегреческий математик, автор алгоритма нахождения наибольшего общего делителя двух натуральных чисел.

24. Совокупность символов, используемых в языке.

28. Последовательность символов, предназначенная для чтения человеком.

29. Единица измерения времени.

30. Регулируемый параметр монитора.

34. …инструментов.

35. Элемент блок-схемы алгоритма, как бы "антоним" по отношению к слову 20.

По вертикали

2. Символ, знак.

3. Язык программирования для начинающих (и не только).

4. Часть экрана, занимаемая приложением или документом Windows.

5. Ввоз товаров из-за рубежа, а также вставка в документ приложений Windows объектов из других приложений.

6. …обмена.

7. Жаргонное название микросхемы.

9. Совокупность точек графического изображения.

10. Так называют двумерный массив.

11. Что-то редкое, исторически ценное, например, один из первых персональных компьютеров.

14. В программировании — характеристика величины, определяющая множество ее допустимых значений и применимых к ней операций.

15. Величина изменения значения переменной цикла.

17. Деталь печатающего элемента матричного принтера.

19. Женское имя, в переводе с греческого означающее *кроткая*, *тихая*.

21. Секретное слово.

23. Название древнерусской буквы, напоминающей твердый знак.

25.

26. Значение переменной величины или константы логического типа (русский вариант).

27. Так называют спортивного болельщика.

31–32. Заключительные положения в компьютерной игре, имитирующей древнеиндийскую игру.

33. Единица измерения скорости передачи данных.

ШКОЛА ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Задачи с датами

В статье приведена методика решения ряда задач, связанных с датами, средствами программирования.

Задача 1

Известен номер n некоторого дня года (1 ≤ n ≤ 365). Определить номер дня недели, на который выпадает данный день года (если понедельник, то искомый номер равен 1, если вторник — 2, …, суббота — 6, воскресенье — 0). В рассматриваемом году 1 января — понедельник. Например, при n = 4 ответ равен 4.

Чтобы установить зависимость номера дня недели от номера дня в году, можно составить табличку:

	n	День недели	Номер дня недели *d*
1 января	1	Понедельник	1
2 января	2	Вторник	2
…	…	…	…
7 января	7	Воскресенье	0
8 января	8	Понедельник	1
9 января	9	Вторник	2
…	…	…	…
14 января	7	Воскресенье	0

— из которой следует, что номер дня недели *d* связан с номером дня в году *n* следующим образом:

d = остаток от деления *n* на 7.

Соответствующая программа на школьном языке программирования имеет вид:

```
алг Задача_1
нач цел n, d
вывод нс, "Введите номер дня в году "
ввод n
d := mod(n, 7)
вывод нс, "Номер дня недели этого дня: ", d
кон
```

— где *mod* — функция, возвращающая остаток от деления своего первого аргумента на второй (в других языках программирования для этого используется не функция, а специальная операция).

Задача 2

Известен номер n некоторого дня года (1 ≤ n ≤ 365). Определить название дня недели, на который выпадает данный день года. В рассматриваемом году 1 января — понедельник. Например, при n = 4 ответ равен "четверг".

Основные этапы решения задачи:

1) определение условного номера дня недели (см. задачу 1);

2) определение названия дня недели в зависимости от его условного номера. Здесь целесообразно применить оператор варианта;

3) вывод ответа.

```
алг Задача_2
нач цел n, d, лит день
вывод нс, "Введите номер дня в году "
ввод n
```

```
  d := mod(n, 7)
  выбор
    при d = 1: день := "понедельник"
    …
    при d = 0: день := "воскресенье"
  все
  вывод нс, "Это день - ", день
  кон
```

Задача 3

Для двух дней года известны номера месяцев и номера дней в этих месяцах. Определить, какой день был раньше.

Если номера месяцев для двух дат обозначить *месяц*1 и *месяц*2, а номера дней — *день*1 и *день*2, то программная конструкция, по которой можно получить ответ, будет такой:

```
если месяц1 < месяц2
  то
    вывод нс, "Первый день был раньше"
  иначе
    если месяц1 > месяц2
      то
        вывод нс, "Второй день был раньше"
      иначе   |Номера месяцев совпадают
        если день1 < день2
          то
            вывод нс, "Первый день был
                       раньше"
          иначе
            если день1 > день2
              то
                вывод нс, "Второй день был
                           раньше"
              иначе
                вывод нс, "Обе даты
                           совпадают"
            все
        все
    все

все
```

Задача 4

Известен номер месяца и номер дня некоторого дня года. Определить номер дня недели, на который выпадает данный день года (если понедельник, то искомый номер равен 1, если вторник — 2, …, суббота — 6, воскресенье — 0). В рассматриваемом году 1 января — понедельник.

Идея решения задачи такая. Надо для заданной даты найти порядковый номер дня в году, а затем по найденному значению, как в задаче 1, найти искомый номер.

Можно использовать в программе двумерный массив из 12 строк и 31 столбца с элементами, принимающими значения 1 или 0:

	1	*2*	…	*28*	*29*	*30*	*31*
1	1		…	1	1	1	1
2	1		…	1			
3	1		…	1	1	1	1
4	1		…	1	1	1	
12	1		…	1	1	1	1

Моделирующий “календарь” невисокосного года:

Январь	1	2	…	28	29	30	31
Февраль	1	2	…	28	–	–	–
Март	1	2	…	28	29	30	31
Апрель	1	2	…	28	29	30	–
…							
Декабрь	1	2	…	28	29	30	31

С использованием такого массива порядковый номер дня в году для некоторой даты может быть найден как сумма двух слагаемых (см. пример для даты, выделенной красным цветом):

1) суммы значений во всех строках массива, расположенных выше (число дней во всех предшествующих месяцах);

2) числа, равного номеру дня заданной даты.

В приведенной ниже программе использованы следующие основные величины:

— *месяц* — заданный номер месяца;

— *день* — заданный номер дня месяца;

— *месяцы_и_дни* — упомянутый выше двумерный массив;

— *номер_дня_в_году* — порядковый номер дня заданной даты в году;

— сумма — рассчитываемая сумма всех значений, которая будет присвоена величине *номер_дня_в_году*;

— *номер_дня_недели* — искомая величина.

```
алг Задача_4
нач цел таб месяцы_и_дни[1:12, 1:31],
цел месяц, день, номер_дня_недели,
    номер_дня_в_году, сумма, i, j
|Заполнение массива нулями
нц для i от 1 до 12
  нц для j от 1 до 31
    месяцы_и_дни[i, j] := 0
  кц
кц
|Запись единиц
|Январь, март, май, июль
нц для i от 1 до 7 шаг 2
  нц для j от 1 до 31
    месяцы_и_дни[i, j] := 1
  кц
кц
|Август, октябрь, декабрь
нц для i от 8 до 12 шаг 2
  нц для j от 1 до 31
    месяцы_и_дни[i, j] := 1
  кц
кц
|Февраль
нц для j от 1 до 28
  месяцы_и_дни[4, j] := 1
кц
|Апрель, июнь
нц для i от 4 до 6 шаг 2
  нц для j от 1 до 30
    месяцы_и_дни[i, j] := 1
  кц
кц
|Сентябрь, октябрь
нц для i от 8 до 10 шаг 2
  нц для j от 1 до 30
```

```
    месяцы_и_дни[i, j] := 1
  кц
кц
|Ввод исходных данных
вывод нс, "Введите номер месяца "
ввод месяц
вывод нс, "Введите номер дня в месяце "
ввод день
|Подсчет значения сумма
сумма := 0
|1. Полные предшествующие месяцы
нц для i от 1 до месяц - 1
  нц для j от 1 до 31
    сумма := сумма + месяцы_и_дни[i, j]
  кц
кц
|2. Данный месяц
сумма := сумма + день
номер_дня_в_году := сумма
|Расчет значения искомой величины
номер_дня_недели := mod(номер_дня_в_году, 7)
|Вывод ответа
вывод нс, "Номер дня недели этого дня: ",
           номер_дня_недели
кон
```

Но можно обойтись без использования двумерного массива — достаточно применить одномерный массив из 12 элементов, записав в них количество дней в том или ином месяце. В приведенной ниже программе имя этого массива — *дней*.

```
алг Задача_4_2вариант
нач цел таб дней[1:12], цел месяц, день,
номер_дня_недели, номер_в_году, сумма, i
  |Заполнение массива дней
  |Январь, март, май, июль
  нц для i от 1 до 7 шаг 2
    дней[i] := 31
  кц
  |Август, октябрь, декабрь
  нц для i от 8 до 12 шаг 2
    дней[i] := 31
  кц
  |Февраль
  дней[2] := 28
  |Апрель, июнь, сентябрь, ноябрь
  дней[4] := 30
  дней[6] := 30
  дней[9] := 30
  дней[11] := 30
  вывод нс, "Введите номер месяца "
  ввод месяц
  вывод нс, "Введите номер дня в месяце "
  ввод день
  сумма := 0
  |Полные предшествующие месяцы
  нц для i от 1 до месяц - 1
    сумма := сумма + дней[i]
  кц
  |2. Данный месяц
  сумма := сумма + день
  номер_дня_в_году := сумма
  |Расчет значения искомой величины
  номер_дня_недели := mod(номер_дня_в_году, 7)
  |Вывод ответа
  вывод нс, "Номер дня недели этого дня: ",
            номер_дня_недели
кон
```

Задача 5

Известен номер n некоторого дня года (1 ≤ n ≤ 365). Определить дату этого дня (номер месяца и номер дня в месяце).

Здесь, как и в предыдущей задаче, также применим массив *дней*. После его заполнения можно поступить так — суммируя значения из этого массива, найти первый элемент (номер месяца), при котором эта сумма превысит или станет равна *n*.

```
i := 0
сумма := 0
нц
  i := i + 1
 сумма := сумма + дней[i]
кц_при сумма >= n
```

Рассмотрим несколько возможных вариантов:

n	Оператор цикла закончит работу при			Искомые значения	
	i	*сумма*	*дней*[*i*]	**номера месяца (месяц)**	**номера дня в месяце (день)**
30	1	31	31	1	30
31	1	31	31	1	31
32	2	59	28	2	1
59	2	59	28	2	28
60	3	90	28	3	1

Если оператор цикла закончил свою работу при *сумма* = *n* (соответствующие случаи в таблице оттенены), то:

месяц = *i*

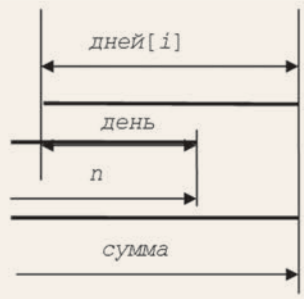
день = *дней*[*i*]

Если это произойдет при *сумма* > *n*, то из таблицы можно получить:

месяц = *i*

день = *дней*[*i*] – (*сумма* – *n*)

Для последнего случая можно также установить формулу для расчета значения *день* на основе рассуждений, так сказать, в общем виде, точнее — на основе рисунка:



Предлагаем читателям убедиться в том, что из рисунка следует приведенная чуть выше формула.

Итак, фрагмент, относящийся к расчету значений искомых величин, может быть оформлен в виде:

```
месяц := i
если сумма = n
  то
    день := дней[i]
 иначе
    день := дней[i] - (сумма - n)
все
```

Всю программу решения задачи соберите самостоятельно.

Задания для самостоятельной работы

1. Решите задачу 1 для случая, когда в рассматриваемом году 1 января:

а) вторник;

б) *s*-й день недели (понедельник — 1, вторник — 2, …, воскресенье — 7).

2. Решите задачу 2 для случая, когда в рассматриваемом году 1 января — *s*-й день недели (понедельник — 1, вторник — 2, …, воскресенье — 7).

3. Нарисуйте блок-схему, соответствующую приведенной при рассмотрении задачи 3 программной конструкции, по которой можно получить ответ.

4. Известны номера месяцев и номера дней этих месяцев для двух дат. Составьте программу для определения количества дней между этими датами.

Программы на языке программирования, который вы изучаете, присылайте в редакцию. Авторы лучших программ будут награждены дипломами.

ЗАДАЧНИК

Три события в компьютерном мире

Н.Е. Кордина,
учитель информатики школы № 1,
г. Демидов, Смоленская обл.

В приведенных ниже заданиях речь идет о трех событиях в компьютерном мире. Необходимо:

1) установить год, в который произошло то или иное событие;

2) определить фамилию ученого и другую информацию о нем;

3) используя Интернет или другие источники информации, выяснить, какое событие или изобретение, связанное с указанным ученым, произошло в найденном году.

Событие 1

Если для кодирования символов А, Б, В, Г использовать двухразрядные последовательные двоичные числа (от 00 до 11, соответственно), то искомый год можно будет представить как последовательность символов БГВГБА.

Фамилия одного из основателей известной компьютерной фирмы, автора этого изобретения, состоит из семи букв. Числа, соответствующие порядковым номерам этих букв в русском алфавите, удовлетворяют следующим условиям.

Если пяти буквам латинского алфавита задать двоичные коды согласно таблице:

A	*B*	*C*	*D*	*E*
0	01	100	10	011

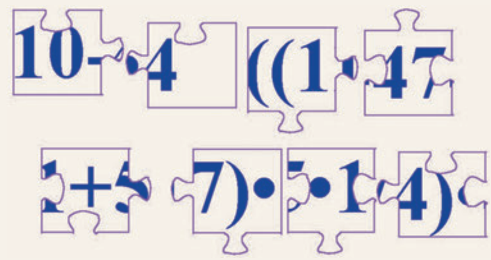
— то первой букве фамилии будет соответствовать значение $(D+E)^D - D$, третьей — D^{C+1}, четвертой — $C \times D + E^A$, пятой — $D \times E$, шестой — $D^{D^D} + C \times B$.

Номер второй буквы — наименьшее кратное чисел $B + C$ и половины $C \times E$.

Последней букве соответствует наибольший делитель разности номера третьей буквы, увеличенного на B, и номера четвертой буквы.

Событие 2

Собрав пазлы, восстановите пример, вычислив который получите год искомого события.



С кем сравнивают героя нашего события?

Если для кодирования букв K, L, M, N использовать четырехразрядные последовательные двоичные числа от 1000 до 1011, соответственно, и таким способом закодировать последовательность символов KMLN, а результат записать в восьмеричной системе счисления, то ответ можно получить в зависимости от записанного восьмеричного кода:

1) 84613_8 — с Пафнутием Чебышёвым;

2) 105233_8 — с Адой Лавлейс;

3) 12345_8 — с Леонардо да Винчи;

4) 776325_8 — с Никлаусом Виртом.

Для пяти букв латинского алфавита заданы их двоичные коды, представленные в таблице:

a	*b*	*c*	*d*	*e*
000	01	110	001	10

Определите, какой набор букв закодирован двоичной строкой 1100000100110, и в зависимости от результата получите дополнительную информацию о нашем герое:

1) caade — инженер;
2) cadde — ученый-математик;
3) cabde — морской офицер ВМФ США;
4) bacdb — основатель компании.

Установите соответствующее событие.

Событие 3

Сумма цифр года равна 17_8, она не меняется, если отбросить последнюю цифру. На первом месте делитель любого числа. Вторая цифра больше третьей на 100_2.

Чтобы узнать, где произошло это событие, установите, какая из цепочек букв построена по следующим правилам:

а) на первом месте стоит одна из букв: А, Е, Я;
б) после гласной буквы в цепочке не может снова идти гласная, а после согласной — согласная;
в) последней буквой не может быть Е.

Ответ в зависимости от результата:

1) АЯБ — Манхэттен;
2) ЯВЕ — Массачусетсский технологический институт;
3) НЯЛ — Стэнфордский университет;
4) ЕЛАТ — монастырь в Феофании.

О каком событии идет речь?

Ответы (можно не на все вопросы) присылайте в редакцию.

У кого какая профессия?

Корнилов, Джаганян, Марченко и Семеновский — жители одного города. Их профессии: парикмахер, врач, инженер и сотрудник ГИБДД.

Известно, что:

1) Корнилов и Джаганян — соседи и всегда на работу ездят вместе;
2) Джаганян старше Марченко;
3) Корнилов регулярно обыгрывает Семеновского в шахматы;
4) парикмахер на работу всегда ходит пешком;
5) полицейский живет рядом с врачом;
6) инженер и полицейский встречались только один раз — когда второй оштрафовал первого за нарушение правил дорожного движения;
7) полицейский старше врача и инженера.

Определите профессию каждого.

Конфеты

Один мальчик-инопланетянин разделил поровну 62 конфеты между собой, братом и двумя сестрами, и каждый получил по 12 конфет. Как такое могло быть?

Книги на полке

Между Колей и Сашей, увлекающимися решением логических задач, произошел следующий разговор:

Коля: Я купил три полки для книг и расставил на них все свои учебники. Когда я сосчитал, сколько книг стоит на каждой полке, и перемножил эти три числа, у меня получилось 72. Ты ведь знаешь, сколько у меня учебников?

Саша: Да, знаю.

Коля: Тогда скажи, сколько книг стоит на каждой полке?

Саша: У меня не хватает данных.

Коля: Полка, где было меньше всего книг, выглядела хуже остальных, и я поставил туда вазу с цветами.

Саша: Теперь мне ясно, вот ответ...

И Саша точно сказал, сколько книг стоит на каждой полке. А вы сможете?

КРЕПКИЙ ОРЕШЕК

В этой рубрике, как обычно, мы рассматриваем задачи, решение которых вызвало трудности.

Задача “Люстра и переключатель”

Напомним условие: “В люстре пять лампочек. Переключатель, управляющий ею, имеет шесть положений, при которых каждый раз горит разное количество лампочек — от 0 до 5. Однажды часть лампочек перегорела. Какое наименьшее число раз нужно переключить переключатель, чтобы узнать, какие именно?”.

Решение

Так как переключатель устроен так, что он включает последовательно разное количество лампочек — от 0 до 5, то, чтобы узнать, работает ли пятая (включаемая при шестом положении переключателя) лампочка, потребуется “пройти” все пять положений. О работоспособности других лампочек можно узнать из промежуточных положений переключателя или из последнего.

Ответ — 5.

Игра “Крестики-нолики” — новый вариант

Напомним, что была описана такая игра. Двое играют в “крестики-нолики” на доске 3 × 3 по измененным правилам. Каждый на своем ходу может ставить как “крестик”, так и “нолик”. Выигрывает тот, после хода которого образуются три подряд стоящих одинаковых значка (по горизонтали, по вертикали или по диагонали, как и в обычных “крестиках-ноликах”). Кто выигрывает в эту игру — начинающий или второй игрок? И как?

Приведем рекомендации по решению. Проанализируйте возможные варианты в случае, когда начинающий игру поставит первый "крестик" в центре. Результаты рассуждений пришлите, пожалуйста, в редакцию.

Числовой ребус с ЭКРАНОМ

Напомним, что требовалось решить числовой ребус:

$$(\text{Э} + \text{К} + \text{Р} + \text{А} + \text{Н})^{\text{Н}} = \text{ЭКРАН}$$

Благодаря Загидуллину Алсу, Рахматуллину Альфиру и Файзуллину Алину, Адельшинская средняя школа, Чистопольский р-н Республики Татарстан (учитель **Фатхутдинова А.А.**) и Мищенко Маргариту, Краснодарский край, г. Приморско-Ахтарск, школа № 22 (учитель **Корнеева М.В.**), приславших правильный ответ и которые будут награждены дипломами, приведем начало анализа.

Решение

Максимально возможная сумма пяти разных цифр **Э + К + Р + А + Н** равна 9 + 8 + 7 + 6 + 5 = 35. Это значит, что значение **Н** больше, чем 2 (35^2 — четырехзначное число).

С другой стороны, минимально возможная указанная сумма равна 4 + 3 + 0 + 2 + 1 = 10. Так как 10^5 = 100 000, то значение **Н** < 5.

Итак, **Н** = 3 или **Н** = 4.

Далее нужно исследовать варианты последней цифры в сумме S = **Э + К + Р + А + Н**. Для этого удобно составить таблицу:

Последняя цифра суммы *S*	2	3	4	5	6	7	8	9
Последняя цифра числа S^3								
Последняя цифра числа S^4								

— из которой можно получить последнюю цифру суммы (**Э + К + Р + А + Н**) и соответствующее значение самой суммы (то есть все искомые цифры). Найдите их и пришлите ответ в редакцию.

Задача "Дома в Зеленом городе"

Напомним условие: "В Зеленом городе 8000 домов, из них 3500 деревянных, остальные — каменные. 2800 домов стоят на левом берегу единственной реки этого города. На карту нанесли 6000 домов (все деревянные дома и все дома на правом берегу реки). Можно ли узнать, сколько деревянных домов на каждом берегу реки и сколько каменных — на правом?".

Благодарим Екатерину Игнатьеву и Ольгу Мезину, Чувашская Республика, г. Канаш, Канашский педагогический колледж (преподаватель **Кириллова Л.Н.**), приславших правильные ответы, и приводим начало анализа.

На основе данных условия можно составить такую таблицу:

	Левый берег	**Правый берег**	**Всего**
Каменные			
Деревянные			3500
Всего	2800		8000

Из нее можно получить ряд новых данных (в таблице ниже они оформлены красным цветом).

	Левый берег	**Правый берег**	**Всего**
Каменные			4500
Деревянные			3500
Всего	2800	5200	8000

Далее нужно учесть информацию о том, что общее число деревянных домов и всех домов на правом берегу реки — 6000 домов.

Продолжите рассуждения и получите ответ, который пришлите в редакцию. Фамилии всех приславших правильный ответ будут опубликованы.

Новая задача[1]

В Зеленом городе 8200 домов: часть каменных, остальные — деревянные. 2500 домов стоят на правом берегу единственной речки этого города. На карту нанесли 6500 домов (все каменные дома и все дома на левом берегу реки). Что можно узнать о числе домов разного типа на каждом берегу реки?

ЦИФРОВОЙ МИР

"Умный дом" Кирилла Точилкина

В квартире одиннадцатиклассника средней школы № 46 г. Екатеринбурга Кирилла Точилкина все управляется с помощью голоса.

— Джарвис, свет! — командует Кирилл Точилкин, и в комнате загораются все лампочки.

Со стороны это выглядит как волшебство, на деле — четкое программирование и знания в области электроники.

— Голосовые программы распознает специальное устройство — кинект. У этого устройства 4 микрофона, к тому же оно реагирует на телодвижения. После того как сервер распознал команду, к примеру, включить телевизор, он подает определенный сигнал на микроконтроллер. По цепочке "приказ" переходит на другой беспроводной датчик и с помощью светодиода посылается телевизору, — объясняет механизм работы своего "умного дома" начинающий программист.

Мама Кирилла разработку сына уже оценила. В семье трое детей, и женщине очень удобно, готовя обед на кухне, включать мультфильмы младшему сыну в комнате. Оксана надеется, что в будущем

[1] Задачу, как и обсуждавшуюся выше, предложила Е.А. Мирончик, учитель информатики лицея № 111, г. Новокузнецк Кемеровской обл.

Кирилл научится управлять кофеваркой, посудомоечной машиной и микроволновкой. Для среднего брата — третьеклассника Максима — Кирилл разработал будильник, который не выключается, пока не встанешь с кровати и не поднимешь руки вверх. После этого “робот” говорит текущее время, температуру за окном и желает удачного дня.

— Идея пришла в голову после просмотра фильма “Железный человек”, — вспоминает изобретатель. — Там был искусственный интеллект, которого звали Джарвис, и мне захотелось себе такого же “помощника”.

Кириллу Точилкину пришлось самостоятельно изучить микроконтроллеры

Обычные программы для распознавания голоса показались Кириллу несовершенными, и он придумал свою. Сначала научился управлять светом, потом разработал компьютерное приложение для бытовых электроприборов.

— Аналоги “умного дома” в мире есть, но они дорогие. Чтобы оборудовать квартиру, нужен миллион рублей, а у меня выходит 20 тысяч рублей за комнату, — ведет расчеты разработчик. — Мой “умный дом” смогут позволить себе люди среднего достатка. К тому же систему можно дорабатывать и изменять.

Проект уральского школьника уже оценили российские эксперты. Кирилл Точилкин участвовал в бизнес-проекте “Разбуди инвестора”, где из 150 работ со всей России его работу признали лучшей и наградили юношу поездкой в Америку в штаб-квартиру фирмы Microsoft.

— Я очень хочу встретиться с Биллом Гейтсом, — говорит Кирилл, — и посмотреть, как работает его “умный дом”.

По материалам газеты “Metro. Россия”
(автор — Анастасия Ярчук)

ЯПОНСКИЙ УГОЛОК

友

Два судоку

Решите, пожалуйста, две японские головоломки “судоку”:

1) простую:

2		5				6		
6	3			1	8	9		
					4	1		
	7		1	2	5			
3								6
			3	7	6		2	
		3	9					
		1	5	6			7	9
		9				5		8

2) сложную:

8		2	5					7
			2					
6		7						1
9						5	4	
		6				1	7	
	1							
7							1	
4								
5	2			3	1	8		4

ПОИСК ИНФОРМАЦИИ

Четыре вопроса

Ответы на заданные вопросы найдите в Интернете или по другим источникам информации.

1. Какая колдунья строила козни против пушкинского Руслана?

2. Как называют “Танец океана” жители страны, в которой его танцуют?

3. Кто был сокамерником советского разведчика Штирлица в романе “Отчаяние”?

4. Кто из актеров, сыгравших роль гладиатора, получил премию “Оскар”?

ВНИМАНИЕ! КОНКУРС!

Конкурс № 111 “Переправы”

Напомним, что задания данного конкурса представляют собой задачи на переправы. Конкурс проводится в несколько туров, а его итоги будут подводиться с учетом всех туров в целом.

Тур 4

Две семьи (в каждой муж, жена и сын) хотят переправиться через реку. Есть двухместная лодка. Грести может всего один человек — один из мужей. Сыновья могут быть на берегу только вместе с кем-нибудь из взрослых. Женщины боятся быть на берегу, если там нет лиц мужского пола. Смогут ли все они переправиться на другой берег?

Ответ с обоснованием отправьте в редакцию до 10 января 2015 года по адресу: 121165, Москва, ул. Киевская, д. 24, “Первое сентября”, “Информатика” или по электронной почте: *vmi@1september.ru*. Пожалуйста, четко укажите в ответах свои фамилию и имя, населенный пункт, номер и адрес школы, фамилию, имя и отчество учителя информатики.

Ответы на задание 1-го тура конкурса “Переправы” прислали и стали участниками конкурса[2]:

— Абдувахидова Алина, Абдувахидова Софья, Галкина Эвелина, Карпов Иван, Милушкин Дмитрий, Миноцкий Ян, Никулин Даниил, Строкин Константин, Филиппова Наталья и Хозин Марат, Владимирская обл., г. Струнино, школа № 11, учитель **Волков Ю.П.**;

— Абудихин Дмитрий, Кузнецов Дмитрий, Тихомирова Елизавета и Тюфелева Мария, г. Ярославль, школа № 33, учитель **Ярцева О.В.**;

— Антипов Анатолий и Прокопенко Сергей, средняя школа поселка Осиновка, Алтайский край, учитель **Евдокимова А.И.**;

— Байкова Римма, Дубинина Анна, Иванова Виолетта и Левченко Ирина, средняя школа села Восточное Нижегородской обл., учитель **Долгова Г.А.**;

— Байрамалова Татьяна, Иванов Алексей и Курбанов Сухраб, Свердловская обл., Красноуфимский р-н, Тавринская средняя школа, учитель **Ярцев В.А.**;

— Батурин Илья, Дикий Данил, Лифенцев Владислав, Луцук Максим, Мисюра Алексей, Приходько Геннадий, Сысоев Александр, Пак Александра, Панасенко Дарья и Шикалович Ростислав, г. Пионерский Калининградской обл., школа № 2, учитель **Багрова О.А.**;

— Василенко Татьяна, Кочемасов Даниил и Ухин Станислав, средняя школа села Горелово Тамбовской обл., учитель **Шитова Л.А.**;

— Васина Светлана, Макаренко Виталий и Хомутова Евгения, средняя школа деревни Муравьево, Вологодская обл., учитель **Муравьева О.В.**;

— Владимиров Виталий и Яковлева Анастасия, основная школа села Именево, Республика Чувашия, Красноармейский р-н, учитель **Тимофеева И.А.**;

— Водальчук Михаил, Горбунова Ксения, Курдамосова Ангелина, Михалева Полина, Попова Елизавета и Попова Полина, гимназия г. Шелехова, Иркутская обл., учитель **Водальчук С.А.**;

— Галяпин Глеб и Калинина Ирина, г. Воронеж, лицей № 2, учитель **Комбарова С.И.**;

— Губарь Анна, Линькова Кристина, Козлова Галина, Прошин Максим, Тулин Роман и Цуцков Илья, Ардатовский коммерческо-технический техникум, поселок Ардатов Нижегородской обл., преподаватель **Зудин В.П.**;

— Донникова Анна и Ломтев Павел, средняя школа села Сердар, Республика Марий Эл, учитель **Чернова Л.И.**;

— Ефименко Диана, средняя школа села Дохновичи Брянской обл., учитель **Клопова Е.В.**;

— Захарова Юлия, Смоленская обл., г. Демидов, школа № 1, учитель **Кордина Н.Е.**;

— Зеленцова Виктория, Ломтева Елизавета, Окунева Екатерина и Полякова Наталия, средняя школа села Ошминское Тоншаевского р-на Нижегородской обл., учитель **Попов Г.Н.**;

— Карданова Аминат, Коломина Нонна, Медяникова Аделина, Остроухова Валерия и Уткина Ксения, Ставропольский край, Кочубеевский р-н, станица Барсуковская, школа № 6, учитель **Рябченко Н.Р.**;

— Ледин Роман, г. Ростов-на-Дону, лицей № 56, учитель **Ли В.М.**;

— Леженников Тарас, Краснодарский край, г. Приморско-Ахтарск, школа № 22, учитель **Корнеева М.В.**;

— Лежнева Александра, г. Пенза, школа № 512, учитель **Гаврилова М.И.**;

— Никонова Валентина, Куминская средняя школа, Тюменская область, Ханты-Мансийский автономный округ — Югра, Кондинский р-н, учитель **Шишигина О.В.**;

— Новиченко Владислав и Царькова Марина, средняя школа поселка Новопетровский Московской обл., учитель **Артамонова В.В.**;

— Огнев Руслан, г. Орел, лицей № 4 им. Героя Советского Союза Г.Б. Злотина, учитель **Чапкевич И.М.**;

— Пискунова Полина и Красненков Александр, средняя школа поселка Ерофей Павлович, Амурская обл., Сковородинский р-н, учитель **Краснёнкова Л.А.**;

— Чернова Ксения, Республика Карелия, поселок Надвоицы, школа № 1, учитель **Каликина Т.В.**

Напомним условие: “Три человека со стиральной машиной хотят переправиться через реку. Лодка вмещает либо двух человек и стиральную машину, либо трех человек. Беда в том, что стиральная машина тяжелая, поэтому погрузить ее в лодку или вытащить из нее можно только втроем. Смогут ли они переправиться?”

Ответ: смогут.

Обоснование

После загрузки “груза” в лодку переправляются два человека и стиральная машина, один человек остается на другой стороне реки, а второй (вместе со стиральной машиной) возвращается за третьим. Затем второй и третий переправляются вместе с машиной и все втроем выгружают машину.

Программы, предложенные для самостоятельной работы в статье “Рекурсия — эффектно, но не всегда эффективно” (“В мир информатики” № 199 / “Информатика” № 7–8/2014), разработали:

— Борисенко Александр, г. Пенза, школа № 512, учитель **Гаврилова М.И.**;

— Мосягин Михаил, г. Ярославль, школа № 33, учитель **Ярцева О.В.**;

— Хомутов Денис, средняя школа деревни Муравьево, Вологодская обл., учитель **Муравьева О.В.**

Александр, Денис и Михаил будут награждены дипломами. Поздравляем!

[2] Список участников конкурса может быть дополнен после получения новых ответов.

Ответы, решения, разъяснения к заданиям, опубликованным в разделе “В мир информатики” ранее

Головоломка “Пляшущие человечки”

Напомним, что требовалось расшифровать письмо, написанное с использованием кода “пляшущие человечки” (как в детективном романе Артура Конан Дойла).

Ответ — в сообщении написан следующий текст “ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ”.

Правильный ответ прислали:

— Абдувахидова Алина, Абдувахидова Софья, Викторов Даниил, Карпов Иван, Семенова Милена, Филиппова Наталья и Хозин Марат, Владимирская обл., г. Струнино, школа № 11, учитель **Волков Ю.П.**;

— Антипов Анатолий, средняя школа поселка Осиновка, Алтайский край, учитель **Евдокимова А.И.**;

— Алексеева Полина, Волкова Алина и Тимошенкова Ульяна, Смоленская обл., г. Демидов, школа № 1, учитель **Кордина Н.Е.**;

— Байкова Римма, Дубинина Анна, Иванова Виолетта и Левченко Ирина, средняя школа села Восточное Нижегородской обл., учитель **Долгова Г.А.**;

— Беркетов Илья, Дикий Данил, Ивакина Лина, Калинина Екатерина, Князев Антон, Кулягина София, Лавриненко Екатерина, Легостаева Лола, Луцук Максим, Миронович Анна, Назаречко Кристина, Пивоварова Кристина, Постникова Ирина, Симонова Мария, Тарасова Марина, Тропинов Родион и Шаповаленко Анастасия, г. Пионерский Калининградской обл., школа № 2, учитель **Багрова О.А.**;

— Бородюк Анна, Василенко Татьяна, Кочемасов Даниил и Ухин Станислав, средняя школа села Горелово Тамбовской обл., учитель **Шитова Л.А.**;

— Васина Светлана и Хомутова Евгения, средняя школа деревни Муравьево, Вологодская обл., учитель **Муравьева О.В.**;

— Владимиров Виталий, Владимирова Снежана, Семенова Екатерина и Яковлева Анастасия, основная школа села Именево, Республика Чувашия, Красноармейский р-н, учитель **Тимофеева И.А.**;

— Донникова Анна и Ломтев Павел, средняя школа села Сердар, Республика Марий Эл, учитель **Чернова Л.И.**;

— Зеленцова Виктория, Ломтева Елизавета, Окунева Екатерина и Полякова Наталия, средняя школа села Ошминское Тоншаевского р-на Нижегородской обл., учитель **Попов Г.Н.**;

— Красненков Александр, средняя школа поселка Ерофей Павлович, Амурская обл., Сковородинский р-н, учитель **Краснёнкова Л.А.**;

— Лежнева Александра и Мухина Светлана, г. Пенза, школа № 512, учитель **Гаврилова М.И.**;

— Новиченко Владислав, средняя школа поселка Новопетровский Московской обл., учитель **Артамонова В.В.**;

— Носова Валерия, средняя школа села Дохновичи Брянской обл., учитель **Клопова Е.В.**;

— Олейников Андрей, г. Орел, лицей № 4 им. Героя Советского Союза Г.Б. Злотина, учитель **Чапкевич И.М.**;

— Токмурзина Анастасия, Свердловская обл., Красноуфимский р-н, Тавринская средняя школа, учитель **Ярцев В.А.**

Задача “Подсчет пальцев”

Напомним, что требовалось объяснить, в каком случае могла быть верной такая запись одного шестиклассника о себе: “Пальцев у меня 24, на каждой руке 5, а на ногах 12”.

Решение

Можно предположить, что все числа записаны не в десятичной системе счисления. Но в какой? Обозначив основание искомой системы p, можно записать значение 12 в так называемой “развернутой” форме и приравнять его десятичному числу 10 (общее число пальцев на ногах):

$$1 \times p + 2 = 10,$$

откуда $p = 8$.

Проверим остальные значения:

$5_8 = 5_{10}$ (количество пальцев на каждой руке);

$24_8 = 2 \times 8 + 4 = 20_{10}$ (общее число пальцев).

Ответ. Это могло быть, когда все числа записаны в восьмеричной системе счисления.

Правильные ответы представили:

— Алексеева Полина, Волкова Алина и Тимошенкова Ульяна, Смоленская обл., г. Демидов, школа № 1, учитель **Кордина Н.Е.**;

— Байкова Римма, Дубинина Анна, Иванова Виолетта и Левченко Ирина, средняя школа села Восточное Нижегородской обл., учитель **Долгова Г.А.**;

— Бородюк Анна, Василенко Татьяна, Кочемасов Даниил и Ухин Станислав, средняя школа села Горелово Тамбовской обл., учитель **Шитова Л.А.**;

— Бухарова Екатерина, Васина Светлана и Хомутова Евгения, средняя школа деревни Муравьево, Вологодская обл., учитель **Муравьева О.В.**;

— Владимиров Виталий, Владимирова Снежана, Семенова Екатерина и Яковлева Анастасия, основная школа села Именево, Республика Чувашия, Красноармейский р-н, учитель **Тимофеева И.А.**;

— Зеленцова Виктория, Ломтева Елизавета, Окунева Екатерина и Полякова Наталия, средняя школа села Ошминское Тоншаевского р-на Нижегородской обл., учитель **Попов Г.Н.**;

— Канин Владимир, Свердловская обл., Красноуфимский р-н, Тавринская средняя школа, учитель **Ярцев В.А.**;

— Лежнева Александра и Мухина Светлана, г. Пенза, школа № 512, учитель **Гаврилова М.И.**;

— Ломтев Павел, средняя школа села Сердар, Республика Марий Эл, учитель **Чернова Л.И.**;

— Новиченко Владислав и Шатова Елена, средняя школа поселка Новопетровский Московской обл., учитель **Артамонова В.В.**;

— Карданова Аминат, Коломина Нонна, Медяникова Аделина, Остроухова Валерия и Уткина Ксения, Ставропольский край, Кочубеевский р-н, станица Барсуковская, школа № 6, учитель **Рябченко Н.Р.**;

— Лютикова Светлана, средняя школа поселка Осиновка, Алтайский край, учитель **Евдокимова А.И.**

Продолжение — в следующем выпуске.

Общероссийский проект

Школа цифрового века

Издательский дом «ПЕРВОЕ СЕНТЯБРЯ» • Издательство «ПРОСВЕЩЕНИЕ»

Каждый педагогический работник образовательной организации, вошедшей в проект «Школа цифрового века», получает доступ ко всем материалам проекта по принципу «все включено» (без дополнительной платы)

МАТЕРИАЛЫ ПРОЕКТА

- **23 предметно-методических журнала** по всем предметам и направлениям школьной жизни плюс журнал для родителей
- **Модульные дистанционные курсы*** из циклов «Навыки профессиональной и личной эффективности педагога» и «Инклюзивный подход в образовании»
- **Дистанционные 36-часовые курсы**** повышения квалификации с выдачей удостоверения установленного образца
- **Методические брошюры** по всем школьным предметам

Стоимость участия образовательной организации в проекте – 6 тысяч рублей за весь учебный год. Стоимость участия не зависит от количества педагогических работников в образовательной организации

Участие образовательной организации и педагогических работников в проекте удостоверяется соответствующими документами. Для дошкольных организаций предусмотрен свой набор удостоверяющих документов

Срок действия проекта в 2014/15 учебном году: с 1 августа 2014 года по 30 июня 2015 года

Подробности и прием заявок
от образовательных организаций
на сайте

digital.1september.ru

---

* В течение указанного срока предоставляются без ограничения количества курсов.

** Предоставляется по одному курсу для одного педагогического работника в течение одного учебного года (выбор конкретного курса — на усмотрение педагога).