

## Олимпиады по информатике для 7–8-х классов нового формата, или Как привлечь не программирующих школьников к олимпиадам

**Е.В. Андреева,**  
СУНЦ МГУ  
им. М.В. Ломоносова,  
**Д.П. Кириенко,**  
средняя  
общеобразовательная  
школа № 179  
Московского института  
открытого образования

▶ Начиная с 2008 года начал действовать новый порядок проведения Всероссийской олимпиады школьников, по которому олимпиада проводится для учащихся 5–11-х классов, при этом для учащихся 7–8-х классов — школьный и муниципальный этапы. В соответствии с рекомендациями центральной предметно-методической комиссии (ЦПМК) по проведению и составлению заданий для школьного и муниципального этапов [1], которые являются основой для разработки заданий соответствующих этапов муниципальными и региональными предметными комиссиями, для 7–8-х классов предлагаются задачи такого же типа, что и для 9–11-х классов,

то есть задачи, требующие умения программировать на каком-либо из универсальных языков (Pascal, C++, Python и пр.). Но поскольку во многих школах информатика как самостоятельный предмет не изучается до 8-го класса, а восьмиклассники к моменту проведения школьного этапа обучение только начали, предлагаемый ЦПМК подход существенно уменьшает число потенциальных участников олимпиады по информатике.

Последний тезис подтверждает статистика проведения муниципальных этапов по информатике в Москве. Так до 2013 г., когда олимпиада для восьмиклассников проводилась по задачам по программированию, число

участников муниципального этапа было меньше 200 человек (139 в 2011 г. и 174 в 2012 г.). В то же самое время олимпиада для семиклассников проводилась в бланковой форме по задачам на составление алгоритмов, логику и т.п. И в том же 2012 г. в муниципальном этапе в Москве участвовали 837 семиклассников. Данные цифры говорят о том, что интерес к участию в олимпиадах по информатике у школьников есть, надо только его поддержать и сделать переход к задачам по программированию более плавным.

В 2013 г. авторами, которые входят в московскую региональную методическую комиссию, был предложен новый формат проведения школьного и муниципального этапов по информатике для 7–8-х классов. Задачи, которые поставила при этом себе наша комиссия, и требования к самим заданиям подробно описаны одним из авторов в [2]. Следуя указаниям ЦПМК, олимпиаду было решено проводить на компьютерах с автоматической проверкой результатов выполнения заданий (в Москве используется система ejudge, разрабатываемая доцентом МГУ А.В. Черновым [3]). Школьникам, умеющим программировать, было решено предложить и задачи по программированию, не ущемляя при этом возможность успешного участия в олимпиаде совсем не знакомых с программированием школьников.

Московская региональная комиссия разработала задачи по таким темам, как составление алгоритма, логика, системы счисления, выполнение алгоритма с цепочками символов, задачи на составление арифметического выражения с переменными и т.п. Такие задачи допускают автоматическую проверку и оценивание: например, в задачах на составление алгоритма (лабиринты, переливания и т.д.) можно проверять корректность алгоритма и начислять баллы в зависимости от его оптимальности (чем больше команд содержит алгоритм, тем меньшим числом баллов оценивается решение). Подобные задания не требуют для своего выполнения какого-либо специального программного обеспечения, устанавливаемого на компьютере участника. Ответом на задание является некоторое число, строка или многострочный текст, форма записи ответа описана в условии задачи. Например, для лабиринтной задачи ответом является некоторый маршрут в лабиринте, который можно записать в виде последовательных перемещений, закодированных буквами “N”, “E”, “S”, “W”, то есть ответом является строка, состоящая только из указанных букв. Наличие доступа участников олимпиады во время выполнения заданий к проверяющей системе, которая не принимает ответы неверного формата, фактически подсказывает школьнику, что ответ должен быть исправлен. Процедура проверки и оценивания решений таких задач осуществляется после окончания олимпиады и может быть весьма сложной (ввиду неоднозначности ответа),

поэтому для проведения олимпиады необходимо использовать полноценную тестирующую систему, позволяющую использовать произвольную программу для проверки сданного решения, и недостаточно просто сравнивать ответ участника олимпиады с некоторым эталонным.

Для того чтобы дать возможность проявить свои навыки школьникам 7–8-х классов, умеющим программировать, в олимпиаду добавлены и задачи по программированию. Вариант олимпиады состоит из семи задач, из которых четыре задачи новой формы, о которых было рассказано выше, и три задачи — обычные задачи по программированию, схожие с задачами олимпиад старших классов. При этом итоговый балл определяется как сумма баллов за четыре задачи, по которым участник набрал наибольший балл. То есть для получения максимального балла (в Москве это 40 баллов) можно совсем не выполнять задания по программированию, а умеющие программировать участники олимпиады могут больше времени уделить написанию программ и не выполнять все задания новой формы. Отметим, что количество участников олимпиады, приступивших к задачам по программированию в 7–8-х классах, по-прежнему невелико — например, на муниципальном этапе олимпиады в 2014 году задачи по программированию выполняли 73 учащихся 7-го класса из 1066 участников (7%) и 155 учащихся 8-го класса из 1297 (12%). Также учащиеся младших классов теперь могут принимать участие в олимпиаде за 9-й класс, и в случае успешного выступления они могут принять участие в региональном этапе олимпиады, участвуя в конкурсе среди девятиклассников. Этим правом в 2015–2016 уч. г. в Москве воспользовались уже десятки школьников.

Изменение в 2013 году формы проведения олимпиады по информатике в Москве привело к практически десятикратному увеличению числа участвовавших в олимпиаде восьмиклассников, — число участников муниципального этапа выросло со 174 в 2012 г. до 1605 в 2013 г. Новая форма проведения получила положительные отзывы от учителей, прежде всего из-за того, что она стала доступна всем учащимся восьмых классов, а для семиклассников олимпиада стала интересней за счет внедрения компьютерной формы проведения и проверки. Результаты олимпиады стали отправной точкой для новой формы работы с талантливыми в области информатики московскими школьниками — организации целенаправленного обучения алгоритмическому программированию выявленной целевой аудитории как параллельно со школьным курсом информатики, так зачастую и вместо него. Ведь не секрет, что в основной школе курсу программирования времени зачастую практически не отводится. Для обучения алгоритмическому программированию на городском уровне

используются как очные (кружки и сборы), так и заочные (дистанционные курсы) формы занятий, основой которых является разработанный Д.П. Кириенко курс программирования и решения задач на языке Python [4]. Но это уже отдельная тема для возможных последующих публикаций.

Так как своего рода начатый эксперимент авторы считают удачным и советуют к нему присоединиться коллегам и из других регионов. В данном номере мы публикуем задания нового формата (без заданий по программированию) и их решения. Предлагаем использовать эти или подобные задания для проведения по крайней мере школьного этапа, а также будем рады, если кто-то сможет поделиться примерами аналогичных заданий из своего опыта. Контактный e-mail: [inf-okrug@mosolymp.ru](mailto:inf-okrug@mosolymp.ru). Обращаем внимание, что задания должны допускать частичное оценивание, поэтому задачи с единственным правильным ответом, не позволяющие выставить за него промежуточные баллы, на наш взгляд, не очень подходят для подобных олимпиад.

### Всероссийская олимпиада школьников по информатике, 2013–14 уч. год Первый (школьный) этап, г. Москва

#### Задания для 7–8-х классов и их разбор

##### Задача 1. Билеты на метро

###### Условие

В результате реформы системы транспорта в городе были введены новые билеты на метро на 1, 5, 10, 15 и 20 поездок. В таблице ниже приведена стоимость билетов:

Количество поездок	Цена билета
1	35
5	130
10	170
15	240
20	300

Мише нужно совершить за месяц 44 поездки. Какие билеты и в каком количестве ему нужно приобрести для этого? Он может купить билетов на большее число поездок, если это будет выгоднее.

В ответе запишите пять чисел через пробел: количество билетов на 1, 5, 10, 15, 20 поездок, которое должен купить Миша. Например, ответ “3 0 1 0 2” означает, что Миша должен купить 3 билета на 1 поездку, 1 билет на 10 поездок и 2 билета на 20 поездок.

###### Решение

Для начала заметим, что минимальная стоимость одной поездки — 15 рублей (если купить билет на 20 поездок за 300 рублей). Кроме того, выгоднее купить 45 поездок, чем 44, поскольку во втором случае нам придется покупать четыре раза

по одной поездке (это 140 рублей), а покупка одного билета на 5 поездок обойдется в 135 рублей. Покупать больше 45 поездок, добавляя билеты по одной поездке, бессмысленно. Покупать 50 поездок тоже менее выгодно, чем 45, поскольку в этом случае минимальная стоимость покупки  $50 \times 15 = 750$  рублей, но можно купить 45 билетов дешевле (два по 20 поездок и один на 5, итого 730 рублей).

Как можно купить 45 поездок? Например, так: три по 15; 10, 15 и 20; две по 20 и одну по 5.

Поскольку купить 20 поездок одним билетом выгоднее, чем двумя по 10 и т.п., 15 поездок одним билетом выгоднее, чем тремя по 5 или 5 и 10, 10 поездок одним билетом выгоднее, чем двумя по 5, а 5 поездок одним билетом выгоднее, чем 5 по одной поездке, то рассматривать нужно только указанные выше три случая:

- 1) 3 по 15 дадут 720 рублей;
- 2) 10, 15 и 20 дадут 710 рублей;
- 3) две по 20 и одна по 5 дадут 730 рублей.

То есть минимальная стоимость поездки — 710 рублей.

**Ответ:** 0 0 1 1 1.

Ответ “0 0 3 0 0” (720 руб.) оценивался в четыре балла, ответ “0 1 0 0 2” (730 руб.) оценивался в три балла, ответ “4 0 0 0 2” (740 руб.) оценивался в два балла. Возможно, за первые два из приведенных решений могут быть установлены и более высокие баллы, например, 6 и 4 балла соответственно.

##### Задача 2. Журнал

###### Условие

Ваня, Петя, Саша и Коля учатся в одном классе. В классном журнале они записаны под номерами 1, 2, 3 и 4 (в алфавитном порядке фамилий).

Известно, что:

- 1) Ваня и школьник с номером 3 — отличники;
- 2) Петя и школьник с номером 1 — троечники;
- 3) школьник с номером 1 ростом выше школьника с номером 2;
- 4) Коля ростом ниже школьника с номером 2;
- 5) у Саши и Пети одинаковый рост.

Определите, под каким номером каждый из школьников записан в классном журнале. В ответе запишите четыре цифры (без пробелов) — номера Вани, Пети, Саши, Коли. Например, ответ “4321” означает, что Ваня в журнале идет четвертым, Петя — третьим, Саша — вторым, а Коля — первым.

###### Решение

Для решения задач такого типа удобно составить таблицу, в которой будем отмечать, кто кем быть не может, а кто кем быть может. Сверху запишем имена школьников, слева — их номера в журнале. В ячейки будем расставлять плюсы и минусы (если в ячейке П1 стоит минус, то это означает, что Петин номер точно не 1). Сначала изобразим в таблице условие задачи. Поскольку Ваня и школьник с номером 3 — отличники, то Ванин номер точно не 3. Поскольку Петя и школьник с номером 1 — троеч-

ники, то Петин номер — не 1 и не 3 (школьник с номером 3 — отличник) и Ванин номер тоже не 1 (ведь он отличник). Из условий 3) и 4) следует, что Колин номер не 1 и не 2 (ведь он ниже). Последнее условие пока отмечать не будем.

	В	П	С	К
1	-	-		-
2				-
3	-	-		
4				

Посмотрим на таблицу: в первой строке одна пустая клетка, следовательно, там должен стоять плюс, то есть Сашин номер — 1, и в третьем столбце все остальные ячейки заполнены минусами.

	В	П	С	К
1	-	-	+	-
2			-	-
3	-	-	-	
4			-	

Теперь воспользуемся последним условием: поскольку у Саши и Пети одинаковый рост, а школьник с номером 1 выше школьника с номером 2, то Петин номер не 2. Отметим это в таблице.

	В	П	С	К
1	-	-	+	-
2		-	-	-
3	-	-	-	
4			-	

Тогда Петин номер 4 и в четвертой строке все остальные ячейки заполнены минусами. Остались Ваня и Коля — их номера 2 и 3.

	В	П	С	К
1	-	-	+	-
2	+	-	-	-
3	-	-	-	+
4	-	+	-	-

**Ответ:** 2413.

Ответ принимался на проверку, только если он являлся перестановкой чисел 1, 2, 3, 4, то есть ответ “1111” недопустим.

Если в ответе правильно указаны номера двух мальчиков, то задача оценивалась в 2 балла. Если в ответе правильно указан номер только одного мальчика, то задача оценивалась в 1 балл.

### Задача 3. Строки

#### Условие

Строки (последовательности символов латинских букв) создаются по следующему принципу.

Первая строка состоит из одного символа — А. Каждая из последующих строк создается такими

действиями: сначала записывается буква, чей порядковый номер в алфавите соответствует номеру строки (то есть вторая строка начинается с буквы В, третья — с буквы С и т.д.), после чего дважды повторяется предыдущая строка. Вот первые четыре строки, созданные по этому правилу:

1. А
2. ВАА
3. СВААВАА
4. DCBAABAACBAABAА

Определите, какие буквы стоят в восьмой строке на местах с номерами 1, 5, 95, 242, 255. В ответе запишите пять букв латинского алфавита: символы, которые стоят в восьмой строке на указанных местах именно в таком порядке (например, если на месте 1 стоит буква “А”, на месте 5 стоит буква “В”, на месте 95 стоит буква “С”, на месте 242 стоит буква “D”, на месте 255 стоит буква “Е”, то в ответе нужно записать строку ABCDE).

Латинский алфавит (для справки):

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

#### Решение

Идеей для данного задания послужило аналогичное задание из ЕГЭ по информатике прошлых лет. И это нормально, так как для 7–8-классников такое задание действительно носит олимпиадный характер и в то же время связывает его с курсом информатики в школе.

Подсчитаем сначала, как меняются длины строк. На каждом следующем шаге длина строки по сравнению с предыдущим шагом удваивается и еще к ней прибавляется единица. Длина первой строки — 1, второй —  $1 \times 2 + 1 = 3$ , третьей —  $2 \times 3 + 1 = 7$ , четвертой — 15, пятой — 31, шестой — 63, седьмой — 127, восьмой — 255. (Несложно доказать, что длина  $i$ -й строки будет  $2^i - 1$ .)

Теперь будем решать нашу задачу. Сразу понятно, что на первом месте в восьмой строке стоит восьмая буква алфавита, то есть H. Поскольку длина восьмой строки 255, то 255-я позиция последняя, и на ней стоит буква А (у всех строк будет один и тот же “хвост”, заканчивающийся на А). Восьмая строка имеет вид HG...AG...A, где G...A — это предыдущая строка. Седьмая строка имеет вид GF...AF...A, где F...A — предыдущая строка. Шестая строка имеет вид FE...AE...A, где E...A — предыдущая строка. Пятая строка имеет вид ED...AD...A, где D...A — предыдущая строка. Собирая все вместе, получаем, что восьмая строка выглядит так: HGFED...AGFED...A, следовательно, на пятой позиции стоит D.

Чтобы определить, какая буква стоит на 242-й позиции, заметим, что строка, которую мы записали ранее, будет повторяться в конце всех последующих. А именно, вторая строка будет заканчиваться буквой А, а значит, и все последующие, ведь третья строка заканчивается на вторую, и т.п. Следовательно, у всех строк, начиная с четвертой, в конце будут такие буквы: DCBAABAACBAABAА (это четвертая

строка). Тогда, отсчитав нужное количество цифр с конца, получим, что на 242-й позиции стоит С.

Разберем восьмую строку с учетом позиций букв в этой строке. Седьмая строка занимает в восьмой строке места со второго по 128-е и от 129-го до 255-го. Нам нужна 95-я позиция, следовательно, разбираем первое вхождение седьмой строки. Тогда на позиции 2 стоит буква G, а на позициях 3–65 и 66–128 — шестая строка (F...A). Изобразим это на следующей картинке:

H	G	F	...	A	F	...	A	G	...	A
1	2	3		65	66		128			

Искомая буква находится между 66-й и 128-й позицией, поэтому разбираем эту строку. Сначала идет буква F (номер 66), затем с 67-й по 97-ю — пятая строка и затем еще раз пятая строка с 98-й по 128-ю позицию (см. рисунок):

F	E	...	B	A	A	E	...	A
66	67		95	96	97	98		

То есть на 95-й позиции стоит третья буква с конца в пятой строке, а это буква В (поскольку эта строка заканчивается на ВАА).

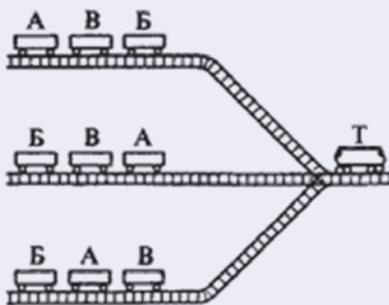
**Ответ:** HDBCA.

За каждую правильно указанную букву в ответе дается два балла. Заметим, что позиции подобраны так, что ответ для некоторых из них получить очень легко. Очевидно, что, как и в ЕГЭ, было немало школьников, которые пытались решить задание путем выписывания всех указанных строк. Формат записи решений, к сожалению, не позволяет узнать, сколько из них получили полностью правильный ответ.

#### Задача 4. Переставьте вагоны

*Условие*

На каждом из трех путей стоят вперемешку вагоны с арбузами (А), бананами (Б) и виноградом (В) так, как это показано на рисунке:



Машинист маневрового тепловоза (Т) может за одну операцию прицепить любое число вагонов с одного пути, передвинуть их на правый путь, после чего передвинуть их на любой другой путь. Например, если тепловоз заберет два вагона с пути номер 3 на путь номер 1, то после такого действия распределение вагонов по путям будет таким:

1. А В В А В
2. В В А
3. В

Соответствующую команду для машиниста будем записывать так:

2 3 1

что означает, что необходимо передвинуть два вагона с пути номер 3 на путь номер 1.

Разработайте алгоритм действий машиниста, необходимых для того, чтобы сформировать на каждом из путей составы с одинаковыми плодами (не важно, на каком именно пути). Алгоритм оформите в виде последовательности команд, записанных в отдельных строках. Каждая команда имеет указанный выше вид: сначала записано число передвигаемых вагонов, потом номер пути, с которого передвигаются вагоны, затем номер пути, на который передвигаются вагоны.

Например, следующая запись:

2 3 1  
1 2 3

означает “передвинуть два вагона с пути 3 на путь 1, затем передвинуть один вагон с пути 2 на путь 3”.

Чем меньше команд будет в вашем алгоритме, тем большее количество баллов вы получите.

*Решение*

Идея этого и некоторых других заданий была подсказана публикациями в “Информатике”, в первую очередь в разделе “В мир информатики”.

Задачу можно решить за семь перемещений, например, при помощи следующего алгоритма:

2 1 3  
4 3 2  
5 2 1  
3 1 2  
1 3 2  
5 2 3  
2 3 2

Возможны и другие решения.

Решение за восемь перемещений оценивалось в 8 баллов, за девять перемещений — в 6 баллов, за десять перемещений — в 4 балла, за одиннадцать перемещений — в 2 балла, любой более длинный верный алгоритм — в 1 балл.

Всероссийская олимпиада школьников по информатике, 2013–14 уч. год  
Второй (муниципальный) этап, г. Москва

Задания для 7–8-х классов и их разбор

#### Задача 1. Метро

*Условие*

На линии метро  $n$  станций ( $n > 1$ ). Поезд отправляется с конечной станции, при этом перегон между двумя соседними станциями он проезжает за  $a$  секунд, время стоянки на каждой станции составляет  $b$  секунд. Определите, через сколько секунд поезд прибудет на другую конеч-

ную станцию. Время стоянки на конечных станциях не учитывается.

Ответом к этой задаче является некоторое выражение, которое может содержать целые числа, переменные  $a, b, n$ , операции сложения (обозначается “+”), вычитания (обозначается “-”), умножения (обозначается “\*”) и круглые скобки для изменения порядка действий. Запись вида “ $2b$ ” для обозначения произведения числа 2 и переменной  $b$  неверная, нужно писать “ $2 * b$ ” (пробелы при этом не важны).

Пример правильного (по форме записи) выражения:  $b + (n - 1) * (2 * a + b)$ .

#### Решение

Данное задание является своеобразным мостиком к задачам по программированию, ведь, по сути, участникам олимпиады надо было придумать и записать выражение в типичной для любого универсального языка программирования форме.

Поезд проедет  $n - 1$  перегон, потратив на каждый  $a$  секунд, и совершит  $n - 2$  остановок по  $b$  секунд каждая.

**Ответ:**  $a * (n - 1) + b * (n - 2)$ .

Допускаются и иные верные формулы для записи ответа.

Проверка ответа производилась путем вставки введенной участником формулы в программу на языке программирования Python (хотя выбранное подмножество операций позволяло это сделать и на многих других языках программирования) и проверки полученной программы на системе заранее подготовленных тестов. Частичные баллы выставлялись как за формулы, верные для отдельных случаев, так и за некоторые неверные формулы с типичными ошибками.

## Задача 2. Сокобан

### Условие

В игре “Сокобан” игрок управляет человечком-кладовщиком, перемещающим ящики по клетчатому полю. Дано следующее поле, на котором введены координаты, как на шахматной доске:

8									
7									
6				■					
5									
4				■	■		*		
3				*		*			
2				К					
1									
	a	b	c	d	e	f	g	h	

Кладовщик (обозначен буквой “К”) находится в клетке d2. В клетках d4, d6, e4 находятся ящики (обозначены квадратами), которые можно перемещать по полю. Ящики необходимо поставить в клетки, отмеченные звездочками (d3, f3, g4), любой ящик может быть поставлен в любую отмеченную клетку. Закрашенные клетки непроходимы для кладовщика, в них также нельзя перемещать ящики.

Кладовщик за один ход может перейти в свободную клетку, имеющую общую сторону с той клеткой, где он сейчас находится (то есть нельзя ходить “по диагонали”). Если кладовщик перемещается в клетку, в которой находится ящик, то он “толкает” ящик, и ящик перемещается на одну клетку в этом же направлении. Это можно сделать, только если новое расположение ящика не занято стеной или другим ящиком. Например, переместившись в клетку d3, кладовщик сможет пойти в клетку d4 и подвинуть при этом ящик из клетки d4 в клетку d5. Но после этого кладовщик не сможет пойти в клетку d5, так как она будет занята ящиком, который нельзя передвинуть в клетку d6, поскольку эта клетка тоже занята ящиком (нельзя подвинуть два ящика за один ход).

Запишите последовательность перемещений кладовщика, приводящую к передвижению ящиков в отмеченные клетки. Ответ записывается в виде последовательности клеток, в которые перемещается кладовщик, каждая клетка записывается в отдельной строке. Координаты каждой клетки записываются в виде буквы, обозначающей столбец, затем цифры, обозначающей строку, без пробела между ними. Пример записи ответа:

```
e2
f2
f3
```

Чем меньше ходов будет в вашем решении, тем больше баллов вы получите.

### Решение

Задачу можно решить за 22 хода. Вот пример решения (для экономии запишем все ходы в одну строку, но при сдаче задачи каждый ход нужно записывать в отдельной строке):

```
d3 d4 e4 f4 f5 f6 e6 d6 d5 d4 c4
b4 b5 b6 c6 d6 e6 e7 f7 f6 f5 f4
```

Такое решение оценивалось в 10 баллов. Решение за 23–24 хода оценивалось в 8 баллов, за 25–26 ходов — в 7 баллов, за 27–32 хода — в 6 баллов, за 33–38 ходов — в 5 баллов, верные решения с большим числом ходов — в 4 балла. Решения, в которых только один или два ящика оказывались в отмеченных клетках, оценивались в 1 и 2 балла.

## Задача 3. Шифровка строки

### Условие

Дана строка из 10 латинских букв: “ABCDEFGHIJ”.

Операция ШИФР( $k$ ), где  $k$  — число от 1 до 9, разрезает строку на две части после  $k$ -го символа строки, символы второй части записываются в обратном порядке, после чего две части переставляются местами.

Например, если выполнить операцию ШИФР(4), то получится строка “JINGFEABCD”.

Обозначим через ШИФР(3, 7, 6, 5, 2) последовательное выполнение пяти операций:

```
ШИФР(3)
ШИФР(7)
ШИФР(6)
ШИФР(5)
ШИФР(2)
```

Ответьте на вопросы.

1. Какая строка получится, если к строке “ABCDEF $\overline{GHIJ}$ ” применить операцию ШИФР(3, 7, 6, 5, 2) один раз?

2. Какая строка получится, если к строке “ABCDEF $\overline{GHIJ}$ ” применить операцию ШИФР(3, 7, 6, 5, 2) два раза подряд?

3. Какая строка получится, если к строке “ABCDEF $\overline{GHIJ}$ ” применить операцию ШИФР(3, 7, 6, 5, 2) десять раз подряд?

4. Какая строка получится, если к строке “ABCDEF $\overline{GHIJ}$ ” применить операцию ШИФР(3, 7, 6, 5, 2) 2013 раз подряд?

В ответе нужно записать четыре строки, состоящие из латинских букв. Ответ на каждый вопрос нужно писать в отдельной строке. Вы можете ответить не на все вопросы, а только на несколько первых из них (например, только на первый вопрос, на первые два вопроса или на первые три вопроса, если записать в ответе одну, две или три строки соответственно).

**Решение**

Применим последовательно указанные операции к строке “ABCDEF $\overline{GHIJ}$ ”:

ШИФР(3): “JINGFEDABC”

ШИФР(7): “CBAJINGFED”

ШИФР(6): “DEFGCBAJIN”

ШИФР(5): “HIJABDEFGC”

ШИФР(2): “CGFEDBAJHI”

Итак, ответ на первый вопрос — CGFEDBAJHI.

Для ответов на последующие вопросы поймем, как переставляет символы строки операция ШИФР(3, 7, 6, 5, 2). Составим таблицу, из которой видно, на какую позицию в строке переходит каждый символ в результате применения этих операций.

Символ строки	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Позиция до шифрования	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Позиция после шифрования	7	6	1	5	4	3	2	9	10	8

Теперь можно ответить на второй вопрос. Символ A перейдет на позицию 7, а затем на позицию 2, символ B перейдет на 6, затем на 3, C перейдет на 1, затем на 7, D перейдет на 5, затем на 4, E перейдет на 4, затем на 5, F перейдет на 3, затем на 1, G перейдет на 2, затем на 6, H перейдет на 9, затем на 10, I перейдет на 10, затем на 8, J перейдет на 8, затем на 9. Получится строка “FABDEGCJIH”.

Чтобы ответить на вопрос 3, можно не применять операцию пять раз подряд, а понять, что символы движутся по циклу. В одном цикле движутся символы по позициям 1 – 7 – 2 – 6 – 3 – 1, это буквы A – G – B – F – C. Длина этого цикла — 5, поэтому при повторении операции 10 раз подряд эти буквы окажутся на своих местах. Второй цикл состоит из двух букв D и E, длина этого цикла 2. После 10-кратного применения операции эти буквы также останутся на своих местах. Остаются буквы H – I – J, которые движутся по циклу длины 3 на позициях

8 – 9 – 10. За 10 применений операций они совершат три полных цикла, и пройдет еще одна операция. Поэтому только эти буквы сдвинутся и ответ на вопрос 3 “ABCDEF $\overline{GHIJ}$ ”.

Теперь понятно, как ответить на последний вопрос. Нужно рассмотреть остаток от деления числа применений операций 2013 на длину каждого цикла. 2013 дает остаток 3 при делении на 5, поэтому в первом цикле каждая буква совершит некоторое число полных кругов, а потом переместится на три шага по циклу. Буква A окажется на позиции 6, G — на позиции 3, B — на позиции 1, F — на позиции 7, C — на позиции 2. В цикле E – F буквы поменяются местами, в цикле H – I – J символы также останутся на своих местах, так как 2013 делится на длину цикла 3. Ответ на четвертый вопрос: “BCGEDAFHIJ”.

**Ответ:**

CGFEDBAJHI

FABDEGCJIH

ABCDEF $\overline{GHIJ}$

BCGEDAFHIJ

За правильные ответы на первый и второй вопросы давалось по 2 балла, на третий и четвертый — по 3 балла.

Школьники, умеющие программировать, могли написать программу, выполняющую указанные преобразования строки, и получить с помощью нее правильные ответы. Такой подход возможен и при решении некоторых других задач.

**Задача 4. Раскраска плиток**

**Условие**

После того как, к удивлению тетюшки Полли, ее забор был покрашен, она поручила Тому Союеру покрасить плитки, которыми был вымощен их квадратный двор. Двор представляет собой квадрат размером 6 × 6 плиток, каждая из которых покрашена в один из пяти цветов. Тому Союеру поручили сделать так, чтобы все плитки стали одного цвета.

Одним мазком кисти можно перекрасить в один цвет один горизонтальный или вертикальный ряд плиток целиком. Чтобы разнообразить свою работу, Том придумал, что ряд плиток можно красить только тем цветом, которым на данный момент уже покрашены по крайней мере две плитки выбранного ряда (вертикального или горизонтального). Помогите Тому покрасить все плитки двора в один цвет.

Цвета плиток обозначены буквами A, B, C, D, E. Столбцы и строки пронумерованы цифрами от 1 до 6. Приведем пример начальной раскраски плиток:

6	D	D	D	D	D	D
5	D	C	D	D	D	D
4	D	B	D	D	D	D
3	D	A	B	C	D	E
2	D	B	D	D	D	D
1	D	C	D	D	D	D
	1	2	3	4	5	6

Такой двор можно покрасить целиком в цвет D за два мазка кистью. Сначала нужно покрасить в цвет D горизонтальную строку номер 3 (это можно сделать, потому что в этой строке есть две плитки цвета D), затем нужно покрасить в цвет D вертикальный столбец номер 2 (сейчас в этом столбце одна плитка цвета D, а вторая плитка будет покрашена в цвет D на предыдущем шаге). Соответствующий алгоритм покраски плиток будем записывать так:

H3D

V2D

В записи алгоритма каждая строка обозначает перекрашивание одного ряда. Первая буква каждой строки должна быть либо буквой “V”, что означает покраску вертикального ряда, либо буквой “H”, обозначающей покраску горизонтального ряда. Второй символ строки обозначает номер ряда (число от 1 до 6). Третий символ строки — цвет, в который красится данный ряд (одна из пяти возможных букв A, B, C, D, E). При покраске ряда в нем должно быть минимум две плитки того цвета, в который перекрашивается этот ряд.

Вам необходимо решить задачу для двух примеров начальной раскраски плиток.

Пример 1						
6	A	B	D	C	E	A
5	E	A	B	D	B	C
4	C	E	C	B	D	A
3	E	C	A	E	B	D
2	D	B	E	A	C	B
1	B	D	C	D	A	E
1	2	3	4	5	6	

Пример 2						
6	B	E	A	C	D	A
5	E	B	C	A	B	D
4	A	C	D	B	C	E
3	D	B	A	D	E	C
2	D	A	E	C	C	B
1	C	D	B	E	A	E
1	2	3	4	5	6	

Для каждого примера необходимо составить алгоритм покраски плиток в один цвет. За решение задачи для каждого примера дается до пяти баллов, при этом, чем меньше мазков кистью будет в алгоритме, тем больше баллов вы получите.

#### Решение примера 1

Первый пример можно решить за семь ходов, например, следующим алгоритмом:

V2B

H3B

V1B

V3B

V4B

V5B

V6B

За решение в семь ходов давалось 5 баллов, в восемь ходов — 4 балла, в девять ходов — 3 балла, в десять ходов — 2 балла, в одиннадцать и более ходов — 1 балл. При этом решение в восемь ходов следует из общего алгоритма решения этой задачи, поэтому оценивалось всего на один балл меньше, чем специальное решение в семь ходов.

#### Решение примера 2

Второй пример также можно решить за семь ходов, например, следующим алгоритмом:

V5C

H1C

H2C

H3C

H4C

H5C

H6C

За решение в семь ходов давалось 5 баллов, в восемь ходов — 3 балла, в девять ходов — 2 балла, в десять и более ходов — 1 балл.

## Всероссийская олимпиада школьников по информатике, 2014–15 уч. год Первый (школьный) этап, г. Москва

### Задания для 7–8-х классов и их разбор

#### Задача 1. Семизначное число

##### Условие

Придумайте натуральное число, которое удовлетворяет следующим условиям:

1. Запись числа состоит из семи цифр.
2. Сумма всех цифр числа равна 39.
3. В записи числа есть хотя бы одна цифра 4.
4. В записи числа есть хотя бы одна цифра 7.
5. Запись числа является палиндромом, то есть одинаково читается как слева направо, так и справа налево (например, такими числами-палиндромами являются числа 121 и 7007, но не является число 123).
6. Число является максимальным из всех чисел, удовлетворяющих пунктам 1–5.

В ответе запишите придуманное вами число.

##### Решение

Семизначное число-палиндром состоит из трех цифр в начале числа, одной цифры посередине числа и трех цифр в конце числа, которые совпадают с первыми тремя цифрами.

Сумма всех цифр числа равна 39, и поскольку число является семизначным числом-палиндромом, то посередине десятичной записи числа стоит нечетная цифра. Значит, цифра 4 не стоит в числе посередине, и в числе содержится минимум две цифры 4 (по одной цифре среди первых трех и среди последних трех цифр числа).

На первое место в числе поставим цифру 9, как максимальную цифру. Поскольку  $9 + 4 + 7 = 20$ , то число 7 не может встречаться среди первых трех цифр числа (сумма первых трех цифр числа не может быть больше 19), значит, цифра 7 стоит посередине числа. Тогда сумма первых трех цифр числа равна  $(39 - 7) / 2 = 16$ , и поскольку две цифры из первых трех уже известны (это 9 и 4), то третья цифра из первых трех равна 3.

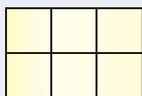
Поэтому максимальное число, удовлетворяющее условиям, равно 9437349.

Частичные баллы выставлялись за верные, но не максимальные числа, а также за числа, удовлетворяющие не всем описанным условиям.

**Задача 2. Прямоугольник в тетрадке***Условие*

Скучая на уроке, Ваня нарисовал в тетрадке в клеточку прямоугольник со сторонами  $n \times m$  клеток. После чего он провел внутри прямоугольника все горизонтальные и вертикальные линии вдоль всех клеточек.

Например, если  $n = 2$ ,  $m = 3$ , то у Вани получилась следующая картинка.



Определите суммарную длину всех проведенных Ваней линий, считая, что сторона одной клеточки равна единице.

Ответом к этой задаче является некоторое выражение, которое может содержать целые числа, переменные  $n$  и  $m$ , операции сложения (обозначается “+”), вычитания (обозначается “-”), умножения (обозначается “\*”) и круглые скобки для изменения порядка действий. Запись вида “ $2n$ ” для обозначения произведения числа 2 и переменной  $n$  неверная, нужно писать “ $2 * n$ ”.

Пример правильного (по форме записи) выражения:  $n + (m - 1) * 2$ .

*Решение*

Вася нарисовал  $n + 1$  горизонтальную линию длины  $m$  и  $m + 1$  вертикальную линию длины  $n$ .

**Ответ:**  $(n + 1) * m + (m + 1) * n$ .

**Задача 3. Лексикографический порядок***Условие*

Все пятибуквенные слова, составленные из латинских букв F, N, S, записаны в алфавитном порядке. Вот начало этого списка:

1. FFFFF
2. FFFFN
3. FFFFS
4. FFFNF
5. ...

Определите слова, которые будут идти в этом списке под номерами 7, 27, 90, 101, 196. Возможно, вам будет проще ответить на третий и четвертый вопросы, если вы будете знать, что на 99-м месте в этом списке стоит строка NFNSS.

В ответе нужно записать пять строк, состоящих из латинских букв. Ответ на каждое задание нужно писать в отдельной строке (в первой строке — слово, стоящее в списке 7-м, во второй строке — слово, стоящее 27-м, в третьей строке — 90-м, в четвертой строке — 101-м, в пятой строке — 196-м). Порядок записи слов в ответе менять нельзя. В ответе должно быть ровно пять строк. Если вы не можете найти какой-то из ответов, вместо него напишите любую строчку из данных пяти букв.

*Решение*

Такие последовательности связаны с троичной системой счисления. Если заменить букву F на циф-

ру 0, букву N на цифру 1, а букву S на цифру 2, то получится такой список:

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

То есть в строке номер  $i$  записано представление в троичной системе счисления числа  $i - 1$ , дополненного нулями до пяти цифр.

Число, стоящее в строке 7, можно получить из числа, стоящего в строке 4, путем прибавления 3, то есть при помощи увеличения на 1 второй справа цифры. Получим последовательность FFFSF.

Число, стоящее в строке 27, является троичной записью числа  $26 = 3^3 - 1$ . Число  $3^3 - 1$  в троичной системе счисления записывается как 222, поэтому ответом на второй вопрос будет FFSSS.

Для ответа на третий вопрос (что записано в строке 90) можно использовать информацию о том, что в строке 99 записано NFNSS. Для получения ответа нужно уменьшить число на 9, то есть уменьшить на 1 третью справа цифру числа. Ответом будет строка NFFSS.

Для ответа на четвертый вопрос строку NFNSS нужно увеличить на 2. После увеличения на 1 получится NFSFF, после повторного увеличения получится NFSFN.

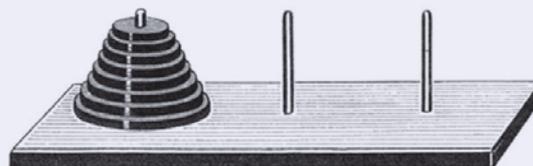
Наконец, для ответа на последний вопрос (что записано в строке 196) переведем число 195 в троичную систему счисления. Получится число 21020, поэтому ответом на последний вопрос будет строка SNFSF.

**Ответ:**

FFFSF  
FFSSS  
NFFSS  
NFSFN  
SNFSF

**Задача 4. Сломанная Ханойская башня***Условие*

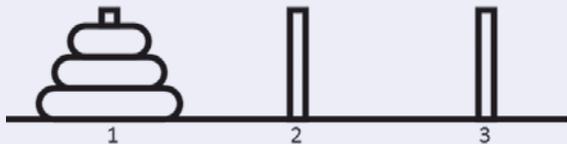
Известная головоломка “Ханойская башня” представляет собой три стержня, на один из которых надета пирамидка из нескольких дисков разного размера. Например, головоломка с восемью дисками может выглядеть вот так:



Необходимо переложить пирамидку с одного из трех стержней на другой. При этом за один ход можно переложить только один диск с одного стержня (взяв самый верхний диск, лежащий на этом стержне) на другой стержень, при этом нельзя класть диск большего размера на меньший по размеру диск. Например, если взять верхний диск с

первого стержня и переложить на второй стержень, то следующим ходом можно переложить верхний диск с первого стержня на третий стержень, так как на втором стержне будет лежать меньший диск.

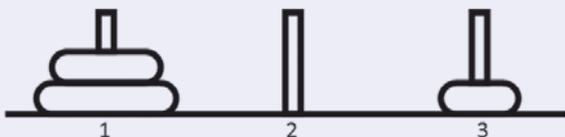
В этой задаче будет рассматриваться головоломка из трех дисков. При этом в этой задаче запрещено перекладывать диски со стержня номер 1 на стержень номер 3 и, наоборот, со стержня номер 3 на стержень номер 1. Во всем остальном правила оригинальной головоломки сохраняются.



Вам необходимо придумать алгоритм перекладывания всей пирамидки из трех дисков со стержня номер 1 на стержень номер 2. Алгоритм записывается следующим образом. Каждая строчка содержит одну команду перемещения. В строке записывается два числа через пробел, номер стержня, с которого берется верхний диск, и номер стержня, на который перекладывается взятый диск. Например, рассмотрим следующий алгоритм перекладывания:

```
1 3
1 2
3 2
```

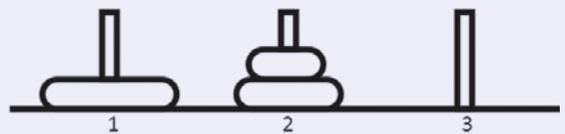
В этом алгоритме сначала перекладывается верхний диск со стержня номер 1 на стержень номер 3, что приводит к следующему расположению дисков:



Затем перекладывается верхний диск со стержня номер 1 на стержень номер 2:



Наконец, перекладывается диск со стержня номер 3 на стержень номер 2:



Этот алгоритм приведен только для примера записи и не может быть частью верного решения этой задачи, поскольку в этой задаче, как было сказано ранее, запрещено перекладывать диски между стержнями 1 и 3 и наоборот.

В ответе запишите алгоритм перекладывания пирамидки из трех дисков со стержня номер 1 на стержень номер 2, не содержащий запрещенных перекладываний. Чем меньше перекладываний будет в вашем алгоритме, тем больше баллов вы получите.

Решение

Головоломку можно решить за 13 перекладываний:

```
1 2
2 3
1 2
3 2
2 1
2 3
1 2
2 3
1 2
3 2
2 1
3 2
1 2
```

Отметим, что с данной задачей участники школьного этапа, который в Москве проверяется в единой тестирующей системе, справились хорошо.

## Всероссийская олимпиада школьников по информатике, 2015/16 уч. год Первый (школьный) этап, г. Москва

### Задания для 7–8-х классов и их разбор

#### Задача 1. Ковровая дорожка

##### Условие

План здания имеет вид прямоугольника со сторонами  $a \times b$ . Вдоль всех стен здания (внутри здания) проходит коридор шириной  $h$  (см. рисунок):



Весь коридор решили покрыть ковровой дорожкой. Определите площадь дорожки. Считайте, что  $a > 2h$  и  $b > 2h$ .

Ответом на эту задачу является некоторое выражение, которое может содержать целые числа, переменные  $a$ ,  $b$  и  $h$  (записываемые английскими буквами), операции сложения (обозначается “+”), вычитания (обозначается “-”), умножения (обозначается “\*”) и круглые скобки для изменения порядка действий. Запись вида “ $2a$ ” для обозначения произведения числа 2 и переменной  $a$  неверная, нужно писать “ $2 * a$ ”.

Пример правильного (по форме записи) выражения:  $a + (b - h) * 2$ .

##### Решение

Искомая площадь получится, если из прямоугольника размером  $a \times b$  вычесть площадь вну-

треннего незаполненного прямоугольника размером  $(a - 2h) \times (b - 2h)$ .

**Ответ:**  $a * b - (a - 2 * h) * (b - 2 * h)$ . Допустимы и другие формы записи ответа. Как ни странно, эта задача оказалась наиболее сложной для участников олимпиады.

### Задача 2. Маски имен файлов

#### Условие

Для групповых операций с файлами используются маски имен файлов. Маска представляет собой последовательность букв, цифр и прочих допустимых в именах файлов символов. Также в маске может встречаться символ "\*", обозначающий любую последовательность любых символов, возможно, пустую. Например, если задана маска "a\*po\*", то такой маске удовлетворяют файлы с именами "airport", "appoint", "apologize", но не удовлетворяют, например, файлы с именами "approve" или "wearon".

Вам нужно придумать маску имени файла, которой удовлетворяли бы следующие имена файлов:

winter\_skates

и

autumn\_leafs

но при этом НЕ удовлетворяли бы файлы с именами

spring\_weather

и

summer\_holidays.

Кроме того, вам нужно придумать как можно более короткую маску (содержащую как можно меньше символов). Чем короче будет придуманная вами маска, тем больше баллов вы получите. Ответом на эту задачу является строка, которая может содержать строчные буквы английского алфавита, символ "\_" (подчеркивание) и символ "\*" (звездочка).

#### Решение

Есть два наилучших ответа, состоящих из четырех символов: \*t\*s и \*n\*s. Более длинные правильные ответы оценивались частичными баллами.

### Задача 3. Монетки

#### Условие

Центральный банк для удобства денежного обращения хочет выпустить новые монеты, номинал каждой монеты должен измеряться целым числом рублей.

Центральный банк считает систему номиналов монет удобной, если любую сумму от 1 до 10 рублей можно заплатить при помощи одной монеты или двух монет (они могут быть как одинакового номинала, так и различного номинала). Также Центральный банк стремится, чтобы количество выпущенных номиналов монет было как можно меньше.

Помогите Центральному банку решить эту задачу.

Ответом к этой задаче является строка из целых чисел, записанных через пробел, в которой перечислены номиналы монет, выпущенных Центральным банком. Числа должны быть различными, от 1 до 10.

Чем меньше различных чисел (номиналов монет) будет в вашем ответе, тем больше баллов вы получите. Но, разумеется, только в том случае, если предложенный вами набор номиналов удовлетворяет требованию Центрального банка.

#### Решение

Наилучшее решение состоит из четырех номиналов монет, например, "1 2 4 5". Действительно, суммы 3, 6, 7, 8, 9, 10 можно выдать при помощи двух монет:

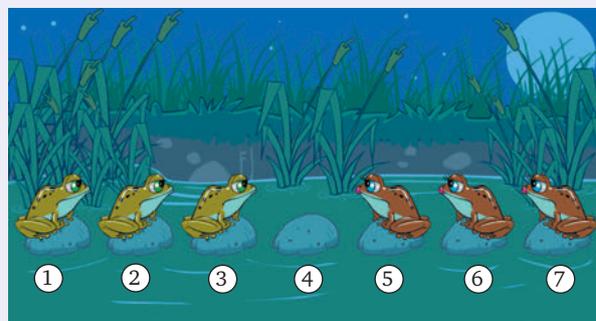
$$3 = 1 + 2, 6 = 1 + 5, 7 = 2 + 5,$$

$$8 = 4 + 4, 9 = 4 + 5, 10 = 5 + 5.$$

Есть и много других способов выполнить условия задачи, используя четыре монеты, например, "1 3 4 5", "1 2 3 7", "1 2 5 8", "1 3 5 6", "1 2 5 8", "1 3 4 6", "1 3 4 9" и т.д.

### Задача 4. Лягушки

#### Условие



На болоте — семь кочек в линию, пронумерованных слева направо числами от 1 до 7. На трех левых кочках (их номера 1–3) сидят три зеленые лягушки и смотрят направо, на трех правых кочках (их номера 5–7) сидят три коричневые лягушки и смотрят налево. Лягушка может прыгнуть с той кочки, на которой она сидит, на свободную кочку, но только если эта кочка соседняя с ней либо если при этом нужно перепрыгнуть через одну кочку. Перепрыгивать через две кочки и более лягушка не может, также лягушки прыгают всегда только вперед (по направлению своего взгляда) и не могут разворачиваться. Например, в самом начале игры прыгать могут только лягушки, сидящие на кочках номер 2, 3, 5, 6.

Вам необходимо поменять лягушек местами: зеленые лягушки должны оказаться на кочках 5, 6, 7, а коричневые — на кочках 1, 2, 3.

Вы можете попробовать поиграть в эту игру на странице <https://olympiads.ru/moscow/2015-16/vsosh/frogs.html>.

Ответ на эту задачу нужно записать в виде последовательности чисел от 1 до 7, записанных в строку через пробел. Каждое число в последовательности является номером кочки, на которой сидит лягушка, совершающая очередной прыжок. Лягушка прыгает на свободную кочку, если это возможно по правилам игры. Если это невозможно (например, если пустая кочка не является соседней, или не на-

ходит через одну в направлении движения лягушки, или если на указанной кочке не сидит лягушка), то команда перемещения считается некорректной и алгоритм прерывается.

Решение получит максимальный балл, если зеленые лягушки будут сидеть на кочках 5, 6, 7, а коричневые — на кочках 1, 2, 3. Если данная цель не будет достигнута, то решение получит тем больше баллов, чем больше лягушек удастся поменять местами.

#### Решение

Для того чтобы решить задачу, лягушек одного цвета нужно выстроить “через одну”. Есть два симметричных решения: “3 5 6 4 2 1 3 5 7 6 4 2 3 5 4” и “5 3 2 4 6 7 5 3 1 2 4 6 5 3 4”.

На олимпиаде школьники, по сути, получили доступ к исполнителю, с помощью которого задачу решить не так уж сложно. По наблюдениям одного из авторов, после нескольких безуспешных попыток большинство участников смогли найти правильное решение (или подглядеть его у соседа ☺).

### Всероссийская олимпиада школьников по информатике, 2015–16 уч. год Второй (муниципальный) этап, г. Москва

#### Задания для 7–8-х классов и их разбор

#### Задача 1. Поле

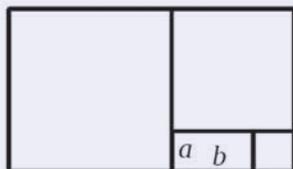
##### Условие

В первый год фермер обрабатывал поле, которое имело форму прямоугольника, протяженностью  $a$  метров с севера на юг и  $b$  метров с запада на восток.

На второй год фермер увеличил размеры своего поля, присоединив к нему с востока квадратное поле, сторона которого равна стороне прежнего поля.

На третий год фермер снова увеличил размеры поля, присоединив к нему с севера квадратное поле, сторона которого равна стороне поля в предыдущий год.

На четвертый год фермер снова присоединил к своему полю квадратное поле с запада, также со стороны, равной стороне поля в предыдущий год.



Определите размеры поля на четвертый год с севера на юг и с запада на восток.

Ответом к этой задаче являются два арифметических выражения, записанных через запятую. Сначала нужно записать протяженность поля с се-

вера на юг, затем, через запятую, протяженность поля с запада на восток.

Каждая часть выражения может содержать целые числа, переменные  $a$ ,  $b$ , операции сложения (обозначается “+”), вычитания (обозначается “-”), умножения (обозначается “\*”) и круглые скобки для изменения порядка действий. Запись вида “ $2b$ ” для обозначения произведения числа 2 и переменной  $b$  неверная, нужно писать “ $2 * b$ ”. Единицы измерения в ответе писать не нужно.

#### Решение

Давайте решать задачу последовательно, определяя размеры поля после каждого его увеличения. На второй год протяженность поля с севера на юг не менялась, а с запада на восток увеличилась на  $a$ , поэтому поле стало иметь размеры  $a$ ,  $b + a$ .

На третий год, наоборот, увеличился первый из размеров поля, причем на величину  $b + a$ , поэтому его размеры стали равны  $a + b + a$ ,  $b + a$  или  $2 * a + b$ ,  $b + a$ .

Наконец, на четвертый год снова увеличился второй размер на величину первого из размеров поля в третий год:  $b + a + 2 * a + b$ .

**Ответ:**  $2 * a + b$ ,  $3 * a + 2 * b$ . Возможны и другие формы записи правильного ответа.

#### Задача 2. Почти как в ЕГЭ

##### Условие

Автомат получает на вход четырехзначное число (его первая цифра не должна быть равна нулю). По этому числу строится новое число по следующим правилам:

- 1) складываются первая и вторая, вторая и третья, третья и четвертая цифры исходного числа;
- 2) полученные три числа записываются друг за другом в порядке убывания (без разделителей).

**Пример.** Исходное число: 3165. Суммы:  $3 + 1 = 4$ ,  $1 + 6 = 7$ ,  $6 + 5 = 11$ . Числа 4, 7, 11 записываются друг за другом в порядке убывания, получается 1174.

Вам даны пять чисел, которые получил автомат при вводе в него каких-то пяти неизвестных четырехзначных чисел:

321,  
860,  
1276,  
13123,  
171615.

Для каждого из этих чисел найдите минимальное целое число, при подаче которого на вход автомату было получено данное число (то есть нужно найти пять чисел, таких, что из первого числа автомат получит число 321, из второго числа — 860, из третьего числа — 1276, из четвертого числа — 13123, из пятого числа — 171615, причем найденные числа были бы минимально возможными).

В ответе нужно записать пять целых чисел в отдельных строках без запятых и других раз-

делителей. Порядок записи чисел в ответе менять нельзя. Если вы не можете найти ответ для какого-то из данных чисел, вместо этого ответа запишите любое четырехзначное число, например, 1111.

**Решение**

Условие убывания полученных сумм обеспечивает однозначность разбиения предложенных чисел на 3:

3 2 1,  
8 6 0,  
12 7 6,  
13 12 3,  
17 16 15.

Обозначим цифры числа  $x$ ,  $y$ ,  $z$  и  $v$ . Тогда

$x + y = a$ ;  
 $y + z = b$ ;  
 $z + v = c$ .

Искомое четырехзначное число должно быть минимально возможным. Поэтому логично в качестве возможного значения  $a$  рассматривать меньшую из трех сумм, если она не равна нулю (1 — в первом случае, 6 — во втором и третьем, 3 — в четвертом, 15 — в пятом). Ниже мы покажем, что это не всегда возможно.

Тогда, в первом примере с учетом того, что первая цифра не может быть равна нулю, получаем:  $x = 1$ ,  $y = 0$ ,  $z = 2$ ,  $v = 1$ . Искомое число 1021.

Во втором примере две подряд идущие цифры должны быть равны нулю. Так как это не могут быть первые цифры, значит,  $z = v = 0$ . Отсюда получаем единственно возможный вариант для первых цифр числа:  $x = 2$ ,  $y = 6$ . Искомое число 2600.

В третьем примере попробуем взять  $x$  минимально возможным, то есть 1. Тогда пусть  $y = 5$ , но  $z$  не может быть равным 2, так как тогда не удастся подобрать  $v$ , меньшее 10. Но если в качестве значения  $b$  взять 12, то получаем  $z = 7$ ,  $v = 0$ . Искомое число 1570.

В четвертом примере в качестве  $a$  использовать число 3 невозможно, — в этом случае нам не удастся подобрать цифру  $z$ . Поэтому возьмем  $a = 12$ . Тогда минимально возможное  $x = 3$ . Отсюда  $y = 9$ ,  $z = 4$ . Что опять не позволяет подобрать значение  $v$ . Несложно понять, что  $c$  в этом примере равно 3, то есть  $z + v = 3$ . То есть  $z$  не может быть больше 3. Значит,  $b = 12$  и  $y = 9$ . Тогда  $a = 13$  и  $x = 4$ . Искомое число в данном случае еще и единственно возможное — это 4930.

В пятом примере две соседние цифры искомого числа следуют из значения суммы 17 — это 9 8. Если в соседнюю с ними сумму войдет восьмерка, то далее мы получим еще одну цифру 8 из второй суммы и 7 из третьей. Из этих цифр можно составить число 7889. Другой набор цифр получается, если 15 рассматривать как сумму 6 и 9. Тогда можно получить число 6988, которое также удовлетворяет условию, но меньше предыдуще-

го. Меньше 6 первая цифра быть не может, тогда вторая обязательно 9. За девяткой обязательно следует 8, так как иначе мы не получим сумму 17. Поэтому найденное число — искомое.

**Ответ:**

1021  
2600  
1570  
4930  
6988

Задачу можно было решать и написав соответствующую переборную программу на компьютере, чем могли воспользоваться участники, умеющие программировать.

**Задача 3. Переправа по мосту****Условие**

Семья ночью подошла к мосту. Папа (обозначим его буквой А) может перейти мост за одну минуту, мама (В) — за две, сын (С) — за пять, дочь (D) — за семь и бабушка (Е) — за десять. У них есть один фонарик, двигаться без фонарика нельзя. Мост выдерживает только двоих человек. Если двое человек идут по мосту, то они движутся с наименьшей из скоростей. Переходить мост без фонарика нельзя, нельзя перекидывать фонарик, светить издалека и т.д.

Составьте алгоритм переправы за минимальное время.

Алгоритм записывается в виде текста. Каждая строка текста содержит одну или две буквы А, В, С, D, Е. Нечетные строки соответствуют переходу по мосту в прямом направлении, четные — в обратном направлении. Например, следующий алгоритм:

CD  
D  
EB

означает, что сын и дочь переходят по мосту, дочь возвращается обратно, бабушка и мама переходят по мосту.

Чем меньше будет время переправы, тем больше баллов вы получите.

**Решение**

В этой задаче имеют смысл две разные стратегии переправы: или самый быстрый переправляет всех, или два самых медленных из оставшихся идут вместе, чтобы их времена не суммировались в ответе, а бралось только одно худшее время. В нашем случае эти стратегии должны применяться по очереди.

Оптимальным является следующий алгоритм переправы. Сначала идут два самых быстрых (2 минуты), затем отец возвращается (1 минута). Потом идут двое самых медленных (10 минут), потом мама возвращается (2 минуты). Затем отец переводит всех остальных: 5 минут + 1 минута + 2 минуты. Таким образом, переправиться можно за 23 минуты.

**Ответ:**

AB  
A  
DE  
B  
AC  
A  
AB

На олимпиаде за другие верные, но не оптимальные решения выставлялись следующие баллы:

- 24 минуты — 7 баллов;
- 25 минут — 6 баллов;
- 26 минут — 5 баллов;
- 27 минут — 4 балла (это ответ, когда самый быстрый переводит всех по очереди);
- 28 минут — 3 балла;
- 29 минут — 2 балла;
- 30 минут и более — 1 балл.

**Задача 4. Гирьки****Условие**

У ювелира есть весы с двумя чашками, он может определять, равны ли массы грузов, лежащих на двух чашках, а если не равны — то на какой чашке лежит более легкий груз.

Масса ювелирного изделия, которую нужно определить ювелиру, является целым числом от 1 до 25 грамм. Ювелир должен запасти набор гирек (их массы также должны быть целыми числами), используя которые он может определить любую возможную целочисленную массу от 1 до 25 грамм. Для определения массы ювелир может производить любое число взвешиваний, может использовать все или только часть набора гирек, может класть гирьки на разные чашки весов и т.д. Определите набор гирек, содержащий минимальное возможное число гирек, используя который можно определить любую возможную целочисленную массу от 1 до 25.

В ответе нужно записать массы гирек в подготовленном наборе через пробел. За правильный набор из трех гирек вы получите 10 баллов, из четырех гирек — 5 баллов, из пяти гирек — 2 балла.

Например, если нужно было бы определить массу ювелирного изделия от 1 до 3 грамм, то ювелиру достаточно было иметь одну гирьку массой 2 грамма. Тогда нужно положить на одну чашку весов изделие неизвестной массы  $x$ , а на другую чашку весов — гирьку, и по результату взвешивания  $x < 2$ ,  $x = 2$  или  $x > 2$  станет понятно значение  $x$ .

Если же требуется определить целочисленную массу от 1 до 5 грамм, то необходимо две гирьки. Подойдет, например, набор из гирек массами 3 и 4. Пусть  $x$  — ювелирное изделие целочисленной массы от 1 до 5. Тогда массы 3, 4, 5 можно опреде-

лить при помощи взвешиваний  $x = 3$ ,  $x = 4$  и  $x > 4$ . Массу 1 грамм можно определить при помощи равенства  $x + 3 = 4$  (на одну чашу кладется изделие и гирька в 3 грамма, на другую чашу — гирька в 4 грамма). Массу в 2 грамма можно определить, например, по условию  $x < 3$  (на одну чашу весов кладется изделие, на другую — гирька в 3 грамма), а также проверив при помощи ранее описанного алгоритма, что  $x \neq 1$ .

**Решение**

Набор из пяти гирек подобрать очень просто — это могут быть гирьки 1, 2, 4, 8, 16, с помощью которых можно в точности взвесить любую массу от 1 до 31. Для этого достаточно представить число  $x$  в двоичной системе счисления и выбрать те степени двойки, которые соответствуют единицам в двоичном представлении числа  $x$ .

С учетом того, что гири можно класть на разные чашки весов, мы уже можем, используя троичную уравновешенную систему счисления, взять гири 1, 3, 9, 27 и взвесить любую массу от 1 до  $1 + 3 + 9 + 27 = 40$ .

Но в этой задаче не требовалось уметь взвесить любую массу. А требовалось определить, чему она равна, если известно, что это целое число в диапазоне от 1 до 25. Воспользуемся первым примером, когда с помощью одной гирьки в 2 грамма нам удалось определить вес изделия в 1, 2 или 3 грамма. Давайте будем уметь взвешивать только четные веса предметов, а нечетные — определять по принципу “тяжелее такого-то четного” и “легче такого-то” (для 1 и 25 грамм достаточно одного из этих утверждений).

Итак, мы должны научиться путем одного взвешивания определять массы 2, 4, 6, ..., 24 граммов. Для этого достаточно иметь гирьки весом 2, 6 и 18 граммов (они получены из предыдущего решения путем умножения на два масс гирек, соответствующих базису троичной системы).

**Ответ:** 2 6 18.

**Литература**

1. Методические рекомендации по проведению школьного и муниципального этапов Всероссийской олимпиады школьников по информатике в 2015/2016 учебном году. [www.rosolymp.ru/attachments/10539\\_Informatika.pdf](http://www.rosolymp.ru/attachments/10539_Informatika.pdf).

2. Кириенко Д.П. Форма и содержание заданий олимпиад по информатике для учащихся 7–8-х классов на примере школьного и муниципального этапов всероссийской олимпиады в Москве. М.: Информатика и образование, № 7, 2015.

3. Тестирующая система *ejudge*. [ejudge.ru](http://ejudge.ru).

4. Кириенко Д.П. Программирование на языке Python (школа № 179 г. Москвы). [informatics.msk.ru](http://informatics.msk.ru).