

## 6-2 (базовый уровень, время – 4 мин)

**Тема:** Поиск алгоритма минимальной длины для исполнителя.

**Что нужно знать:**

- исполнитель – это человек, группа людей, животное, машина или другой объект, который может понимать и выполнять некоторые команды
- чтобы определить все возможные результаты работы алгоритма, нужно обозначить входные данные как переменные и выполнить алгоритм
- для нахождения оптимальной (самой короткой) программы, преобразующей одно число в другое с помощью заданного набора команд, проще всего строить дерево возможных вариантов, выясняя, какие результаты в принципе можно получить после одного шага, после двух шагов и т.д.
- если среди команд исполнителя есть необратимая команда (например, исполнитель работает с целыми числами и есть команда умножения – любое число можно умножить на другое, но не любое число можно разделить на другое без остатка), то построение дерева вариантов лучше вести в обратном порядке, двигаясь от конечного числа к начальному; при этом ответ (последовательность команд программы) выписывается от начального числа к конечному

### Пример задания:

**P-02.** У исполнителя Аккорд две команды, которым присвоены номера:

1. отними 1
2. умножь на  $x$

где  $x$  – неизвестное положительное число. Выполняя первую из них, Аккорд отнимает от числа на экране 1, а выполняя вторую, умножает это число на  $x$ .

Программа для исполнителя Аккорд – это последовательность номеров команд.

Известно, что программа 12121 переводит число 4 в число 23. Определите значение  $x$ .

**Решение (составление уравнения):**

- проблема здесь в том, что мы не знаем значения  $x$ , поэтому выполним программу, используя  $x$  как переменную:  
Вход: 4  
1:  $4 - 1 = 3$   
2:  $3 \cdot x = 3x$   
1:  $3x - 1$   
2:  $(3x - 1) \cdot x = 3x^2 - x$   
1:  $3x^2 - x - 1 = 23$
- остается решить уравнение  $3x^2 - x - 1 = 23$  или  $3x^2 - x - 24 = 0$
- это уравнение имеет 2 корня,  $x_1 = 3$  и  $x_2 = -2,666$
- нас интересует только целое положительное решение, поэтому ответ – 3
- Ответ: **3**.

**Решение (метод перебора):**

- можно использовать метод подбора, учитывая, что нас интересует только натуральное число, большее, чем 1
- пусть  $x = 2$ , тогда при выполнении программы 12121 для числа 4 получаем  
 $4 \rightarrow 3 \rightarrow 6 \rightarrow 5 \rightarrow 10 \rightarrow 9$   
что не совпадает с заданным значением 23

- берём следующее значение, пусть  $x = 3$ , тогда при выполнении программы 12121 для числа 4 получаем  
 $4 \rightarrow 3 \rightarrow 9 \rightarrow 8 \rightarrow 24 \rightarrow 23$   
что совпадает с заданным результатом.
- Ответ: **3**.

### Ещё пример задания:

**P-01.** У исполнителя Удвоитель две команды, которым присвоены номера:

1. прибавь 1
2. умножь на 2

Выполняя первую из них, Удвоитель прибавляет к числу на экране 1, а выполняя вторую, умножает его на 2. Запишите порядок команд в программе получения из числа 3 числа 63, содержащей не более 8 команд, указывая лишь номера команд.

**Решение («обратный ход»):**

- такие задачи проще решать, если переформулировать их для обратного исполнителя, которого можно назвать Раздвоителем; его команды
  - вычти 1
  - раздели на 2 (только для чётных чисел)
- получим с помощью Раздвоителя число 3 из 63 (идём в обратную сторону)
- будем использовать следующий (в данном случае – оптимальный) алгоритм: если число нечётное, вычитаем единицу (команда 1), потому что делить его на 2 нельзя; если число чётное, делим его на два; сверху записаны номера выполняемых команд:  

$$1 \quad 2 \quad 1 \quad 2 \quad 1 \quad 2 \quad 1 \quad 2$$

$$63 \rightarrow 62 \rightarrow 31 \rightarrow 30 \rightarrow 15 \rightarrow 14 \rightarrow 7 \rightarrow 6 \rightarrow 3$$
 таким образом, выполняя программу 12121212, Раздвоитель получает число 3 из 63
- программу для Удвоителя (выполняющего обратную цепочку действий) запишем в обратном порядке: 21212121
- Ответ: **21212121**

### Ещё пример задания:

**P-00.** У исполнителя Калькулятор две команды, которым присвоены номера:

1. прибавь 3
2. умножь на 4

Выполняя первую из них, Калькулятор прибавляет к числу на экране 3, а выполняя вторую, умножает его на 4. Запишите порядок команд в программе получения из числа 3 числа 57, содержащей не более 6 команд, указывая лишь номера команд.

(Например, программа 21211 это программа

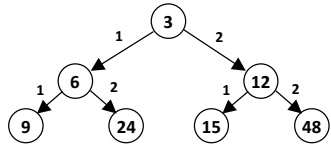
умножь на 4  
прибавь 3  
умножь на 4  
прибавь 3  
прибавь 3

которая преобразует число 2 в 50.)

**Решение (вариант 1, «прямой ход»):**

- обратим внимание, что в условии ограничено число команд, поэтому неявно ставится задача написать самую короткую программу для решения задачи

- 2) начнем решать задачу, «отталкиваясь» от начального числа
- 3) на первом шаге с помощью имеющихся команд из числа 3 можно получить 6 или 12;
- 4) на втором шаге из 6 можно получить 9 и 24, а из 12 – 15 и 48, и т.д., получается такая схема (структура «дерево»), цифры около стрелок показывают номер выполненной команды:



- 5) уже чувствуется, что дерево сильно разрастается, на следующем уровне будет уже 8 вариантов, потом – 16 и т.д. (на каждом следующем уровне – в 2 раза больше, чем на предыдущем)
- 6) нужно выбрать такой план дальнейшего перебора вариантов, который может быстрее всего привести к цели (числу 57)
- 7) видим, что после второй операции ближе всего к результату оказалось число 48, попробуем начать анализ с этой ветки; если не получится – возьмем число 24 и т.д.
- 8) ветка дерева, начиная от числа 48, построена на рисунке справа; красный крестик показывает, что полученное значение превышает 57
- 9) итак, мы вышли на число 57 в результате такой последовательности команд: 22111, ее длина равна 5, что удовлетворяет условию задачи.
- 10) таким образом, правильный ответ – **22111**.

#### Возможные ловушки и проблемы:

- большую схему неудобно рисовать, в ней легко запутаться
- не всегда можно сразу угадать нужную ветку «дерева», то есть, ту, которая быстрее всего приведет к успеху

#### Решение (вариант 2, «обратный ход»):

- 1) нам нужно увеличить число (с 3 до 57), для этого в большинстве случаев умножение эффективнее сложения, поэтому нужно постараться максимально использовать умножение, а сложение – только в крайних случаях
- 2) попробуем решить задачу «обратным ходом», начав с числа 57;
- 3) очевидно, что последней командой не может быть умножение на 4 (57 на 4 не делится), поэтому последняя команда – сложение (**прибавь 3**), над стрелкой записан номер команды:

$$\dots 54 \xrightarrow{1} 57$$

- 4) число 54 также не делится на 4, поэтому предыдущая команда – тоже сложение:

$$\dots 51 \xrightarrow{1} 54 \xrightarrow{1} 57$$

- 5) аналогично для числа 51:

$$\dots 48 \xrightarrow{1} 51 \xrightarrow{1} 54 \xrightarrow{1} 57$$

- 6) число 48 делится на 4, поэтому используем умножение:

$$\dots 12 \xrightarrow{2} 48 \xrightarrow{1} 51 \xrightarrow{1} 54 \xrightarrow{1} 57$$

- 7) наконец, добавив в начало программы еще одно умножение, получаем полную цепочку:

$$3 \xrightarrow{2} 12 \xrightarrow{2} 48 \xrightarrow{1} 51 \xrightarrow{1} 54 \xrightarrow{1} 57$$

- 8) таким образом, правильный ответ – **22111**, эта программа состоит из 5 команд.

#### Возможные ловушки и проблемы:

- иногда может потребоваться «откат» назад, например, если исходное число – 6, то применив деление на 4 для 12 мы «проскакиваем» его (получаем  $12/4=3<6$ ), поэтому нужно возвращаться обратно к 12 и дважды применять сложение; в этом случае ответ будет такой:

$$6 \xrightarrow{1} 9 \xrightarrow{1} 12 \xrightarrow{2} 48 \xrightarrow{1} 51 \xrightarrow{1} 54 \xrightarrow{1} 57$$

#### Почему здесь «обратный ход» лучше?:

- обратим внимание, что когда мы «шли» в обратном направлении, от конечного числа к начальному, часто очередную операцию удавалось определить однозначно (когда число не делилось на 4)
- это связано с тем, что среди допустимых команд есть «не всегда обратимая» операция – умножение: умножить целое число на 4 можно всегда, а разделить нацело – нет; в подобных случаях результат быстрее получается именно «обратным ходом», во время которого сразу отбрасываются невозможные варианты

**Еще пример задания:**

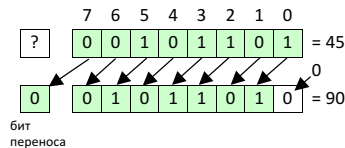
У исполнителя, который работает с положительными однобайтовыми двоичными числами, две команды, которым присвоены номера:

1. сдвинь влево
2. вычти 1

Выполняя первую из них, исполнитель сдвигает число на один двоичный разряд влево, а выполняя вторую, вычитает из него 1. Исполнитель начал вычисления с числа 104 и выполнил цепочку команд 11221. Запишите результат в десятичной системе.

**Решение:**

- 1) важно, что числа однобайтовые – на число отводится 1 байт или 8 бит
- 2) главная проблема в этой задаче – разобраться, что такое «сдвиг влево»; так называется операция, при которой все биты числа в ячейке (регистре) сдвигаются на 1 бит влево, в младший бит записывается ноль, а старший бит попадает в специальную ячейку – *бит переноса*:



можно доказать, что в большинстве случаев результат этой операции – умножение числа на 2, однако есть исключение: если в старшем (7-ом) бите исходного числа  $x$  была 1, она будет «выдавлена» в бит переноса, то есть потеряна<sup>1</sup>, поэтому мы получим остаток от деления числа  $2x$  на  $2^8=256$

- 3) попутно заметим, что при сдвиге вправо<sup>2</sup> в старший бит записывается 0, а младший «уходит» в бит переноса; это равносильно делению на 2 и отбрасыванию остатка
- 4) таким образом, фактически команда **сдвинь влево** означает **умножь на 2**
- 5) поэтому последовательность команд 11221 выполняется следующим образом

Код команды	Действие	Результат	Примечание
		104	
1	умножь на 2	208	
1	умножь на 2	160	остаток от деления 208*2 на 256
2	вычти 1	159	
2	вычти 1	158	
1	умножь на 2	60	остаток от деления 158*2 на 256

- 6) правильный ответ – 60.

### Еще пример задания:

Исполнитель Робот действует на клетчатой доске, между соседними клетками которой могут стоять стены. Робот передвигается по клеткам доски и может выполнять команды 1 (вверх), 2 (вниз), 3 (вправо) и 4 (влево), переходя на соседнюю клетку в направлении, указанном в

<sup>1</sup> Используя ассемблер (язык машинных кодов с символическими командами), можно добраться до бита переноса и использовать его.

<sup>2</sup> Кроме *логического* сдвига вправо, о котором идет речь, есть еще *арифметический*, при котором старший бит не меняется.

скобках. Если в этом направлении между клетками стоит стена, то Робот разрушается.

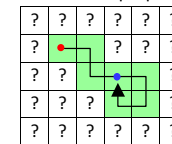
Робот успешно выполнил программу

3233241

Какую последовательность из трех команд должен выполнить Робот, чтобы вернуться в ту клетку, где он был перед началом выполнения программы, и не разрушиться вне зависимости от того, какие стены стоят на поле?

**Решение:**

- 1) фактически заданная программа движения Робота, которую он успешно выполнил, показывает нам свободный путь, на котором стенок нет
- 2) поэтому для того, чтобы не разрушиться на обратном пути, Робот должен идти точно по тому же пути в обратном направлении
- 3) нарисуем путь Робота, который выполнил программу 3233241:



Робот начал движение из клетки, отмеченной красной точкой, и закончил в клетке, где стоит синяя точка

- 4) чтобы вернуться в исходную клетку (с красной точкой) по пройденному пути, Робота нужно сделать шаг влево (команда 4), затем шаг вверх (команда 1) и еще один шаг влево (команда 4)
- 5) таким образом, ответ – 414.

**Еще пример задания:**

Исполнитель Робот ходит по клеткам бесконечной вертикальной клетчатой доски, переходя по одной из команд вверх, вниз, вправо, влево в соседнюю клетку в указанном направлении. Робот выполнил следующую программу:

вправо  
вверх  
влево  
влево  
вниз  
вниз  
вправо  
вправо  
вправо  
вниз  
влево

Укажите наименьшее возможное число команд в программе, переводящей Робота из той же начальной клетки в ту же конечную.

**Решение (способ 1, моделирование движения Робота):**

- 1) отметим, что в условии ничего не говорится о стенках, то есть, молчаливо предполагаем, что их нет



**Задачи для тренировки<sup>3</sup>:**

- 1) У исполнителя Утроитель две команды, которым присвоены номера:

1. **вычти 2**
2. **умножь на три**

Первая из них уменьшает число на экране на 2, вторая – утраивает его. Запишите порядок команд в программе получения из 11 числа 13, содержащей не более 5 команд, указывая лишь номера команд. (Например, 21211 – это программа:

**умножь на три**  
**вычти 2**  
**умножь на три**  
**вычти 2**  
**вычти 2,**

которая преобразует число 2 в 8). (Если таких программ более одной, то запишите любую из них.)

- 2) У исполнителя Калькулятор две команды, которым присвоены номера:

1. **прибавь 2**
2. **умножь на 3**

Выполняя первую из них, Калькулятор прибавляет к числу на экране 2, а выполняя вторую, утраивает его. Запишите порядок команд в программе получения из 0 числа 28, содержащей не более 6 команд, указывая лишь номера команд. (Например, программа 21211 – это программа:

**умножь на 3**  
**прибавь 2**  
**умножь на 3**  
**прибавь 2**  
**прибавь 2,**

которая преобразует число 1 в 19).

- 3) У исполнителя УТРОИТЕЛЬ две команды, которым присвоены номера:

1. **вычти 1**
2. **умножь на 3**

Первая из них уменьшает число на экране на 1, вторая – увеличивает его в три раза.

Запишите порядок команд в программе получения из числа 3 числа 16, содержащей не более 5 команд, указывая лишь номера команд.

(Например, программа 21211 это программа

**умножь на 3**

<sup>3</sup> Источники заданий:

1. Демонстрационные варианты ЕГЭ 2004-2013 гг.
2. Тренировочные работы МИОО.
3. Гусева И.Ю. ЕГЭ. Информатика: раздаточный материал тренировочных тестов. — СПб: Тригон, 2009.
4. Крылов С.С., Лещинер В.Р., Якушкин П.А. ЕГЭ-2010. Информатика. Универсальные материалы для подготовки учащихся / под ред. В.Р. Лещинера / ФИПИ. — М.: Интеллект-центр, 2010.
5. Якушкин П.А., Ушаков Д.М. Самое полное издание типовых вариантов реальных заданий ЕГЭ 2010. Информатика. — М.: Астрель, 2009.
6. М.Э. Абрамян, С.С. Михалкович, Я.М. Русанова, М.И. Чердынцева. Информатика. ЕГЭ шаг за шагом. - М.: НИИ школьных технологий, 2010.
7. Самылкина Н.Н., Островская Е.М. ЕГЭ 2011. Информатика. Тематические тренировочные задания. — М.: Эксмо, 2010.
8. Крылов С.С., Ушаков Д.М. ЕГЭ 2015. Информатика. Тематические тестовые задания. — М.: Экзамен, 2015.
9. Ушаков Д.М. ЕГЭ-2015. Информатика. 20 типовых вариантов экзаменационных работ для подготовки к ЕГЭ. — М.: Астрель, 2014.

**вычти 1**  
**умножь на 3**  
**вычти 1**  
**вычти 1**

которая преобразует число 1 в 4.)

- 4) Имеется исполнитель Кузнечик, который живет на числовой оси. Система команд Кузнечика:

**Вперед N** (Кузнечик прыгает вперед на N единиц);  
**Назад M** (Кузнечик прыгает назад на M единиц).

Переменные N и M могут принимать любые целые положительные значения. Известно, что Кузнечик выполнил программу из 50 команд, в которой команд “Назад 2” на 12 больше, чем команд “Вперед 3”. Других команд в программе не было. На какую одну команду можно заменить эту программу, чтобы Кузнечик оказался в той же точке, что и после выполнения программы?

- 5) Исполнитель КАЛЬКУЛЯТОР имеет только две команды, которым присвоены номера:

1. **Умножь на 2**
2. **Вычти 2**

Выполняя команду номер 1, КАЛЬКУЛЯТОР умножает число на экране на 2, а выполняя команду номер 2, вычитает из числа на экране 2. Напишите программу, содержащую не более 5 команд, которая из числа 7 получает число 44. Укажите лишь номера команд.

Например, программа 11221 – это программа:

**Умножь на 2;**  
**Умножь на 2;**  
**Вычти 2;**  
**Вычти 2;**  
**Умножь на 2,**

которая преобразует число 5 в число 32.

- 6) Исполнитель КАЛЬКУЛЯТОР имеет только две команды, которым присвоены номера:

1. **умножь на 3**
2. **вычти 2**

Выполняя команду номер 1, КАЛЬКУЛЯТОР умножает число на экране на 3, а выполняя команду номер 2, вычитает из числа на экране 2. Напишите программу, содержащую не более 5 команд, которая из числа 1 получает число 23. Укажите лишь номера команд.

Например, программа 11221 – это программа:

**умножь на 3**  
**умножь на 3**  
**вычти 2**  
**вычти 2**  
**умножь на 3,**

которая преобразует число 1 в число 15.

- 7) Исполнитель КАЛЬКУЛЯТОР имеет только две команды, которым присвоены номера:

1. **Вычти 3**
2. **Умножь на 2**

Выполняя команду номер 1, КАЛЬКУЛЯТОР вычитает из числа на экране 3, а выполняя команду номер 2, умножает число на экране на 2. Напишите программу, содержащую не более 5 команд, которая из числа 5 получает число 25. Укажите лишь номера команд.

Например, программа 22221 – это программа:

**Умножь на 2**

Умножь на 2  
 Умножь на 2  
 Умножь на 2  
 Вычти 3,

которая преобразует число 1 в число 13.

- 8) Исполнитель КАЛЬКУЛЯТОР имеет только две команды, которым присвоены номера:
1. Умножь на 2
  2. Вычти 1

Выполняя команду номер 1, КАЛЬКУЛЯТОР умножает число на экране на 2, а выполняя команду номер 2, вычитает из числа на экране 1. Напишите программу, содержащую не более 4 команд, которая из числа 7 получает число 52. Укажите лишь номера команд.

Например, программа 12121 - это программа:

Умножь на 2  
 Вычти 1  
 Умножь на 2  
 Вычти 1  
 Умножь на 2

которая преобразует число 5 в число 34.

- 9) Исполнитель Чертежник имеет перо, которое можно поднимать, опускать и перемещать. При перемещении опущенного пера за ним остается след в виде прямой линии. У исполнителя существуют следующие команды:
- Сместиться на вектор (а, б) – исполнитель перемещается в точку, в которую можно попасть из данной, пройдя а единиц по горизонтали и б – по вертикали.
- Запись: Повторить 5[ Команда 1 Команда 2] означает, что последовательность команд в квадратных скобках повторяется 5 раз.
- Чертежник находится в начале координат. Чертежнику дан для исполнения следующий алгоритм:
- Сместиться на вектор (5, 2)  
 Сместиться на вектор (-3, 3)  
 Повторить 3[Сместиться на вектор (1, 0)]  
 Сместиться на вектор (3, 1)
- На каком расстоянии от начала координат будет находиться исполнитель Чертежник в результате выполнения данного алгоритма?

- 10) Исполнитель КАЛЬКУЛЯТОР имеет только две команды, которым присвоены номера:
1. Умножь на 2
  2. Прибавь 1

Выполняя команду номер 1, КАЛЬКУЛЯТОР умножает число на экране на 2, а выполняя команду номер 2, прибавляет к числу на экране 1. Напишите программу, содержащую не более 5 команд, которая из числа 6 получает число 33. Укажите лишь номера команд.

Например, программа 12122 - это программа:

Умножь на 2  
 Прибавь 1  
 Умножь на 2  
 Прибавь 1  
 Прибавь 1

которая преобразует число 5 в число 24.

- 11) У исполнителя, который работает с положительными однобайтовыми двоичными числами, две команды, которым присвоены номера:

1. сдвинь влево
2. вычти 1

Выполняя первую из них, исполнитель сдвигает число на один двоичный разряд влево, а выполняя вторую, вычитает из него 1. Исполнитель начал вычисления с числа 91 и выполнил цепочку команд 112112. Запишите результат в десятичной системе.

- 12) У исполнителя, который работает с положительными однобайтовыми двоичными числами, две команды, которым присвоены номера:

1. сдвинь вправо
2. прибавь 4

Выполняя первую из них, исполнитель сдвигает число на один двоичный разряд вправо, а выполняя вторую, добавляет к нему 4. Исполнитель начал вычисления с числа 191 и выполнил цепочку команд 112112. Запишите результат в десятичной системе.

- 13) Исполнитель КАЛЬКУЛЯТОР имеет только две команды, которым присвоены номера:

1. Вычти 1
2. Умножь на 2

Выполняя команду номер 1, КАЛЬКУЛЯТОР вычитает из числа на экране 1, а выполняя команду номер 2, умножает число на экране на 2. Напишите программу, содержащую не более 4 команд, которая из числа 3 получает число 16. Укажите лишь номера команд.

Например, программа 21211 – это программа:

Умножь на 2  
 Вычти 1  
 Умножь на 2  
 Вычти 1  
 Вычти 1

которая преобразует число 1 в число 0.

- 14) Исполнитель КВАДРАТОР имеет только две команды, которым присвоены номера:

1. Возведи в квадрат
2. Прибавь 1

Выполняя команду номер 1, КВАДРАТОР возводит число на экране в квадрат, а выполняя команду номер 2, прибавляет к этому числу 1. Напишите программу, содержащую не более 4 команд, которая из числа 2 получает число 36. Укажите лишь номера команд.

Например, программа 2122 – это программа:

Прибавь 1  
 Возведи в квадрат  
 Прибавь 1  
 Прибавь 1

которая преобразует число 1 в число 6.

- 15) Исполнитель КАЛЬКУЛЯТОР имеет только две команды, которым присвоены номера:

1. Вычти 1
2. Умножь на 2

Выполняя команду номер 1, КАЛЬКУЛЯТОР вычитает из числа на экране 1, а выполняя команду номер 2, умножает число на экране на 2. Напишите программу, содержащую не более 4 команд, которая из числа 2 получает число 14. Укажите лишь номера команд.

Например, программа 12211 – это программа:

**Вычти 1**  
**Умножь на 2**  
**Умножь на 2**  
**Вычти 1**  
**Вычти 1,**

которая преобразует число 7 в число 22.

- 16) Исполнитель Робот ходит по клеткам бесконечной вертикальной клетчатой доски, переходя по одной из команд **вверх**, **вниз**, **вправо**, **влево** в соседнюю клетку в указанном направлении. Робот выполнил следующую программу:

**влево**  
**вверх**  
**вверх**  
**влево**  
**вниз**  
**вправо**  
**вправо**  
**вправо**

Укажите наименьшее возможное число команд в программе, Робота из той же начальной клетки в ту же конечную.

- 17) На экране есть два окна, в каждом из которых записано по числу. Исполнитель СУММАТОР имеет только две команды, которым присвоены номера:

1. **Запиши сумму чисел в первое окно**
2. **Запиши сумму чисел во второе окно**

Выполняя команду номер 1, СУММАТОР складывает числа в двух окнах и записывает результат в первое окно, а выполняя команду номер 2, заменяет этой суммой число во втором окне.

Напишите программу, содержащую не более 5 команд, которая из пары чисел 1 и 2 получает пару чисел 13 и 4. Укажите лишь номера команд.

Например, программа 21211 – это программа:

**Запиши сумму чисел во второе окно**  
**Запиши сумму чисел в первое окно**  
**Запиши сумму чисел во второе окно**  
**Запиши сумму чисел в первое окно**  
**Запиши сумму чисел в первое окно**

которая преобразует пару чисел 1 и 0 в пару чисел 8 и 3.

- 18) Исполнитель КАЛЬКУЛЯТОР имеет только две команды, которым присвоены номера:

1. **Вычти 1**
2. **Умножь на 3**

Выполняя команду номер 1, КАЛЬКУЛЯТОР вычитает из числа на экране 1, а выполняя команду номер 2, умножает число на экране на 3. Напишите программу, содержащую не более 5 команд, которая из числа 3 получает число 16. Укажите лишь номера команд.

Например, программа 21211 – это программа:

**Умножь на 3**  
**Вычти 1**  
**Умножь на 3**  
**Вычти 1**  
**Вычти 1**

которая преобразует число 1 в число 4.

- 19) У Исполнителя Калькулятор две команды, которым присвоены номера:

1. **прибавь 3**
2. **умножь на 2**

Выполняя первую из них, Калькулятор прибавляет к числу на экране 3, а выполняя вторую, удваивает его. Запишите порядок команд в программе получения из 1 числа 47, содержащей не более 6 команд, указывая лишь номера команд. (Например, программа 21211 – это программа:

**умножь на 2**  
**прибавь 3**  
**умножь на 2**  
**прибавь 3**  
**прибавь 3,**

которая преобразует число 1 в 16).

- 20) Исполнитель Робот действует на клетчатой доске, между соседними клетками которой могут стоять стены. Робот передвигается по клеткам доски и может выполнять команды 1 (вверх), 2 (вниз), 3 (вправо) и 4 (влево), переходя на соседнюю клетку в направлении, указанном в скобках. Если в этом направлении между клетками стоит стена, то Робот разрушается. Робот успешно выполнил программу

**1132432**

Какую последовательность из трех команд должен выполнить Робот, чтобы вернуться в ту клетку, где он был перед началом выполнения программы, и не разрушиться вне зависимости от того, какие стены стоят на поле?

- 21) Исполнитель Робот действует на клетчатой доске, между соседними клетками которой могут стоять стены. Робот передвигается по клеткам доски и может выполнять команды 1 (вверх), 2 (вниз), 3 (вправо) и 4 (влево), переходя на соседнюю клетку в направлении, указанном в скобках. Если в этом направлении между клетками стоит стена, то Робот разрушается. Робот успешно выполнил программу

**33233241**

Какую последовательность из четырех команд должен выполнить Робот, чтобы вернуться в ту клетку, где он был перед началом выполнения программы, и не разрушиться вне зависимости от того, какие стены стоят на поле?

- 22) Имеется исполнитель Кузнечик, который живет на числовой оси. Система команд Кузнечика:

**Вперед N** – Кузнечик прыгает вперед на N единиц

**Назад M** – Кузнечик прыгает назад на M единиц

Переменные N и M могут принимать любые целые положительные значения. Кузнечик выполнил программу из 20 команд, в которой команд «Назад 4» на 4 меньше, чем команд «Вперед 3» (других команд в программе нет). На какую одну команду можно заменить эту программу?

- 23) Исполнитель Робот ходит по клеткам бесконечной вертикальной клетчатой доски, переходя по одной из команд **вверх**, **вниз**, **вправо**, **влево** в соседнюю клетку в указанном направлении. Робот выполнил следующую программу:

**вверх**  
**влево**  
**влево**  
**вниз**  
**вниз**  
**вправо**  
**вправо**

**вниз**  
**вправо**  
**вверх**

Укажите наименьшее возможное число команд в программе, переводящей Робота из той же начальной клетки в ту же конечную.

- 24) Исполнитель Робот ходит по клеткам бесконечной вертикальной клетчатой доски, переходя по одной из команд **вверх, вниз, вправо, влево** в соседнюю клетку в указанном направлении. Робот выполнил следующую программу:

**вправо**  
**вниз**  
**вправо**  
**вверх**  
**влево**  
**вверх**  
**вверх**  
**влево**

Укажите наименьшее возможное число команд в программе, переводящей Робота из той же начальной клетки в ту же конечную.

- 25) Исполнитель Робот ходит по клеткам бесконечной вертикальной клетчатой доски, переходя по одной из команд **вверх, вниз, вправо, влево** в соседнюю клетку в указанном направлении. Робот выполнил следующую программу:

**вниз**  
**влево**  
**вниз**  
**влево**  
**вверх**  
**вправо**  
**вверх**

Укажите наименьшее возможное число команд в программе, переводящей Робота из той же начальной клетки в ту же конечную.

- 26) Исполнитель Робот ходит по клеткам бесконечной вертикальной клетчатой доски, переходя по одной из команд **вверх, вниз, вправо, влево** в соседнюю клетку в указанном направлении. Робот выполнил следующую программу:

**вверх**  
**влево**  
**влево**  
**вверх**  
**вправо**  
**вверх**  
**вправо**

Укажите наименьшее возможное число команд в программе, переводящей Робота из той же начальной клетки в ту же конечную.

- 27) Исполнитель Робот действует на клетчатой доске, между соседними клетками которой могут стоять стены. Робот передвигается по клеткам доски и может выполнять команды 1 (вверх), 2 (вниз), 3 (вправо) и 4 (влево), переходя на соседнюю клетку в направлении, указанном в скобках. Если в этом направлении между клетками стоит стена, то Робот разрушается. Робот успешно выполнил программу
- 2324142**

Какую последовательность из трех команд должен выполнить Робот, чтобы вернуться в ту клетку, где он был перед началом выполнения программы, и не разрушиться вне зависимости от того, какие стены стоят на поле?

- 28) У исполнителя Калькулятор две команды, которым присвоены номера:

1. **прибавь 2**
2. **умножь на 3**

Выполняя первую из них, Калькулятор прибавляет к числу на экране 2, а выполняя вторую, утраивает его. Запишите порядок команд в программе получения из 0 числа 56, содержащей не более 5 команд, указывая лишь номера команд. (Например, программа 21211 – это программа:

**умножь на 3**  
**прибавь 2**  
**умножь на 3**  
**прибавь 2**  
**прибавь 2,**

которая преобразует число 2 в 28).

- 29) У исполнителя Калькулятор две команды, которым присвоены номера:

1. **прибавь 1**
2. **умножь на 3**

Выполняя первую из них, Калькулятор прибавляет к числу на экране 1, а выполняя вторую, утраивает его. Запишите порядок команд в программе получения из 2 числа 26, содержащей не более 6 команд, указывая лишь номера команд. (Например, программа 21211 – это программа:

**умножь на 3**  
**прибавь 1**  
**умножь на 3**  
**прибавь 1**  
**прибавь 1,**

которая преобразует число 1 в 14).

- 30) Исполнитель КАЛЬКУЛЯТОР имеет только две команды, которым присвоены номера:

1. **Вычти 1**
2. **Умножь на 2**

Выполняя команду номер 1, КАЛЬКУЛЯТОР вычитает из числа на экране 1, а выполняя команду номер 2, умножает число на экране на 2. Напишите программу, содержащую не более 4 команд, которая из числа 13 получает число 100. Укажите лишь номера команд. Например, программа 21211 – это программа:

**Умножь на 2**  
**Вычти 1**  
**Умножь на 2**  
**Вычти 1**  
**Вычти 1**

которая преобразует число 2 в число 4.

- 31) Исполнитель КВАДРАТОР имеет только две команды, которым присвоены номера:

1. **Возведи в квадрат**
2. **Прибавь 1**

Выполняя команду номер 1, КВАДРАТОР возводит число на экране в квадрат, а выполняя команду номер 2, прибавляет к этому числу 1. Напишите программу, содержащую не более 4 команд, которая из числа 1 получает число 17. Укажите лишь номера команд. Например, программа 12122 – это программа:

**Возведи в квадрат**



**Прибавь 1**  
**Возведи в квадрат**  
**Прибавь 1**  
**Прибавь 1**

которая преобразует число 1 в число 6.

- 32) У исполнителя Калькулятор две команды, которым присвоены номера:

1. **прибавь 1**
2. **умножь на 3**

Выполняя первую из них, Калькулятор прибавляет к числу на экране 1, а выполняя вторую, утраивает его. Запишите порядок команд в программе получения из 3 числа 34, содержащей не более 5 команд, указывая лишь номера команд.

(Например, программа 21211 – это программа

**умножь на 3**  
**прибавь 1**  
**умножь на 3**  
**прибавь 1**  
**прибавь 1**

которая преобразует число 1 в 14.)

- 33) Исполнитель Вычислитель работает с целыми положительными однобайтными числами. Он может выполнять две команды:

1. **сдвинь биты числа влево на одну позицию**
2. **прибавь 1**

Например, число 7 (00000111<sub>2</sub>) преобразуется командой 1 в 14 (00001110<sub>2</sub>). Для заданного числа 14 выполнена последовательность команд 11222. Запишите полученный результат в десятичной системе счисления.

- 34) Исполнитель КУЗНЕЧИК живёт на числовой оси. Начальное положение КУЗНЕЧИКА – точка 0.

Система команд Кузнечика:

**Вперед 6** – Кузнечик прыгает вперёд на 6 единиц,  
**Назад 4** – Кузнечик прыгает назад на 4 единицы.

Какое наименьшее количество раз должна встретиться в программе команда «Назад 4», чтобы Кузнечик оказался в точке 28?

- 35) Исполнитель КУЗНЕЧИК живёт на числовой оси. Начальное положение КУЗНЕЧИКА – точка 0.

Система команд Кузнечика:

**Вперед 5** – Кузнечик прыгает вперёд на 5 единиц,  
**Назад 3** – Кузнечик прыгает назад на 3 единицы.

Какое наименьшее количество раз должна встретиться в программе команда «Назад 3», чтобы Кузнечик оказался в точке 21?

- 36) Исполнитель КУЗНЕЧИК живёт на числовой оси. Начальное положение КУЗНЕЧИКА – точка 0.

Система команд Кузнечика:

**Вперед 7** – Кузнечик прыгает вперёд на 7 единиц,  
**Назад 5** – Кузнечик прыгает назад на 5 единиц.

Какое наименьшее количество раз должна встретиться в программе команда «Назад 5», чтобы Кузнечик оказался в точке 19?

- 37) Исполнитель КУЗНЕЧИК живёт на числовой оси. Начальное положение КУЗНЕЧИКА – точка 10.

Система команд Кузнечика:

**Вперед 7** – Кузнечик прыгает вперёд на 7 единиц,  
**Назад 4** – Кузнечик прыгает назад на 4 единицы.

Какое наименьшее количество раз должна встретиться в программе команда «Назад 4», чтобы Кузнечик оказался в точке 43?

- 38) Исполнитель КУЗНЕЧИК живёт на числовой оси. Начальное положение КУЗНЕЧИКА – точка 15.

Система команд Кузнечика:

**Вперед 17** – Кузнечик прыгает вперёд на 17 единиц,  
**Назад 6** – Кузнечик прыгает назад на 6 единиц.

Какое наименьшее количество раз должна встретиться в программе команда «Назад 6», чтобы Кузнечик оказался в точке 36?

- 39) Исполнитель КУЗНЕЧИК живёт на числовой оси. Начальное положение КУЗНЕЧИКА – точка 20.

Система команд Кузнечика:

**Вперед 3** – Кузнечик прыгает вперёд на 3 единицы,  
**Назад 5** – Кузнечик прыгает назад на 5 единиц.

За какое наименьшее количество команд можно перевести Кузнечика в точку (-4)?

- 40) У исполнителя Калькулятор две команды, которым присвоены номера:

1. **прибавь 1**
2. **умножь на 3**

Выполняя первую из них, Калькулятор прибавляет к числу на экране 1, а выполняя вторую, утраивает его. Запишите порядок команд в программе получения из 4 числа 51, содержащей не более 5 команд, указывая лишь номера команд.

(Например, программа 21211 – это программа

**умножь на 3**  
**прибавь 1**  
**умножь на 3**  
**прибавь 1**  
**прибавь 1**

которая преобразует число 1 в 14.)

- 41) Исполнитель КАЛЬКУЛЯТОР имеет только две команды, которым присвоены номера:

1. **Прибавь 1**
2. **Умножь на 2**

Выполняя команду номер 1, КАЛЬКУЛЯТОР прибавляет к числу на экране 1, а выполняя команду номер 2, умножает число на экране на 2. Укажите минимальное число команд, которое должен выполнить исполнитель, чтобы получить из числа 17 число 729.

- 42) Исполнитель КАЛЬКУЛЯТОР имеет только две команды, которым присвоены номера:

1. **Прибавь 1**
2. **Умножь на 2**

Выполняя команду номер 1, КАЛЬКУЛЯТОР прибавляет к числу на экране 1, а выполняя команду номер 2, умножает число на экране на 2. Укажите минимальное число команд, которое должен выполнить исполнитель, чтобы получить из числа 21 число 813.

- 43) Исполнитель КАЛЬКУЛЯТОР имеет только две команды, которым присвоены номера:

1. **Прибавь 1**
2. **Умножь на 2**

Выполняя команду номер 1, КАЛЬКУЛЯТОР прибавляет к числу на экране 1, а выполняя команду номер 2, умножает число на экране на 2. Укажите минимальное число команд, которое должен выполнить исполнитель, чтобы получить из числа 19 число 629.

- 44) Исполнитель КАЛЬКУЛЯТОР имеет только две команды, которым присвоены номера:

1. **Прибавь 1**
2. **Умножь на 3**

Выполняя команду номер 1, КАЛЬКУЛЯТОР прибавляет к числу на экране 1, а выполняя

команду номер 2, умножает число на экране на 3. Укажите минимальное число команд, которое должен выполнить исполнитель, чтобы получить из числа 37 число 1013.

45) Исполнитель КАЛЬКУЛЯТОР имеет только две команды, которым присвоены номера:

1. Прибавь 1
2. Умножь на 2

Выполняя команду номер 1, КАЛЬКУЛЯТОР прибавляет к числу на экране 1, а выполняя команду номер 2, умножает число на экране на 2. Укажите минимальное число команд, которое должен выполнить исполнитель, чтобы получить из числа 23 число 999.

46) Исполнитель КАЛЬКУЛЯТОР имеет только две команды, которым присвоены номера:

1. Прибавь 7
2. Раздели на 4

Выполняя команду номер 1, КАЛЬКУЛЯТОР прибавляет к числу на экране 7, а выполняя команду номер 2, делит число на экране на 4. Напишите программу, содержащую не более 5 команд, которая из числа 13 получает число 10. Укажите лишь номера команд. Например, программа 21211 – это программа:

Раздели на 4  
Прибавь 7  
Раздели на 4  
Прибавь 7  
Прибавь 7

которая преобразует число 20 в число 17.

47) Исполнитель КАЛЬКУЛЯТОР имеет только две команды, которым присвоены номера:

1. Прибавь 5
2. Умножь на 3

Выполняя команду номер 1, КАЛЬКУЛЯТОР прибавляет к числу на экране 5, а выполняя команду номер 2, умножает число на экране на 3. Напишите программу, содержащую не более 5 команд, которая из числа 3 получает число 59.

48) У исполнителя Арифметик две команды, которым присвоены номера:

1. прибавь 2,
2. умножь на 3.

Первая из них увеличивает число на экране на 2, вторая утраивает его.

Запишите порядок команд в программе преобразования числа 3 в число 69, содержащей не более 5 команд, указывая лишь номера команд. Если таких программ более одной, то запишите любую из них.

49) У исполнителя Квадр две команды, которым присвоены номера:

1. прибавь 1,
2. возведи в квадрат.

Первая из этих команд увеличивает число на экране на 1, вторая – возводит в квадрат. Программа для исполнителя Квадр - это последовательность номеров команд.

Запишите программу для исполнителя Квадр, которая преобразует число 5 в число 2500 и содержит не более 6 команд. Если таких программ более одной, то запишите любую из них.

50) У исполнителя Квадр две команды, которым присвоены номера:

1. прибавь 1,
2. возведи в квадрат.

Первая из этих команд увеличивает число на экране на 1, вторая – возводит в квадрат. Программа для исполнителя Квадр - это последовательность номеров команд.

Запишите программу для исполнителя Квадр, которая преобразует число 3 в число 10001 и содержит не более 6 команд. Если таких программ более одной, то запишите любую из них.

51) У исполнителя Арифметик две команды, которым присвоены номера:

1. прибавь 2,
2. умножь на 3.

Первая из них увеличивает число на экране на 2, вторая утраивает его.

Запишите порядок команд в программе преобразования числа 12 в число 122, содержащей не более 5 команд, указывая лишь номера команд. Если таких программ более одной, то запишите любую из них.

52) У исполнителя Квадр две команды, которым присвоены номера:

1. прибавь 2,
2. возведи в квадрат.

Первая из этих команд увеличивает число на экране на 2, вторая – возводит в квадрат. Программа для исполнителя Квадр - это последовательность номеров команд.

Запишите программу для исполнителя Квадр, которая преобразует число 1 в число 123 и содержит не более 5 команд. Если таких программ более одной, то запишите любую из них.

53) (<http://ege.yandex.ru>) У исполнителя Калькулятор две команды, которым присвоены номера:

1. отними 2
2. раздели на 3

Выполняя первую из них, Калькулятор отнимает от числа на экране 2, а выполняя вторую, делит его на 3 (если деление нацело невозможно, Калькулятор отключается).

Запишите порядок команд в программе получения из числа 37 число 3, содержащей не более 5 команд, указывая лишь номера команд.

54) (<http://ege.yandex.ru>) У исполнителя Калькулятор две команды, которым присвоены номера:

1. отними 1
2. раздели на 3

Выполняя первую из них, Калькулятор отнимает от числа на экране 1, а выполняя вторую, делит его на 3 (если деление нацело невозможно, Калькулятор отключается).

Запишите порядок команд в программе получения из числа 37 число 1, содержащей не более 5 команд, указывая лишь номера команд.

55) (<http://ege.yandex.ru>) У исполнителя Калькулятор две команды, которым присвоены номера:

1. отними 1
2. раздели на 5

Выполняя первую из них, Калькулятор отнимает от числа на экране 1, а выполняя вторую, делит его на 5 (если деление нацело невозможно, Калькулятор отключается).

Запишите порядок команд в программе получения из числа 56 число 1, содержащей не более 5 команд, указывая лишь номера команд.

56) (<http://ege.yandex.ru>) У исполнителя Калькулятор две команды, которым присвоены номера:

1. отними 1
2. раздели на 10

Выполняя первую из них, Калькулятор отнимает от числа на экране 1, а выполняя вторую, делит его на 10 (если деление нацело невозможно, Калькулятор отключается).

Запишите порядок команд в программе получения из числа 121 число 1, содержащей не более 5 команд, указывая лишь номера команд.

57) У исполнителя Калькулятор две команды, которым присвоены номера:

1. отними 2
2. раздели на 5

Выполняя первую из них, Калькулятор отнимает от числа на экране 2, а выполняя вторую, делит его на 5 (если деление нацело невозможно, Калькулятор отключается).

Запишите порядок команд в программе получения из числа 152 число 2, содержащей не более 5 команд, указывая лишь номера команд.

58) У исполнителя Калькулятор две команды, которым присвоены номера:

1. **отними 2**
2. **раздели на 5**

Выполняя первую из них, Калькулятор отнимает от числа на экране 2, а выполняя вторую, делит его на 5 (если деление нацело невозможно, Калькулятор отключается).

Запишите порядок команд в программе получения из числа 177 числа 1, содержащей не более 5 команд, указывая лишь номера команд.

59) У исполнителя Калькулятор три команды, которым присвоены номера:

1. **прибавь 2**
2. **прибавь 3**
3. **умножь на 10**

Выполняя первую из них, Калькулятор прибавляет к числу на экране 2, выполняя вторую – прибавляет 3, а выполняя третью – умножает его на 10.

Запишите порядок команд в программе получения из числа 1 числа 434, содержащей не более 6 команд, указывая лишь номера команд.

60) У исполнителя Калькулятор две команды, которым присвоены номера:

1. **отними 1**
2. **умножь на 5**

Выполняя первую из них, Калькулятор отнимает от числа на экране 1, выполняя вторую – умножает его на 5. Запишите порядок команд в программе получения из числа 1 числа 99, содержащей не более 5 команд, указывая лишь номера команд.

61) У исполнителя Калькулятор две команды, которым присвоены номера:

1. **прибавь 3**
2. **умножь на 2**

Выполняя первую из них, Калькулятор прибавляет к числу на экране 3, выполняя вторую – умножает его на 2. Запишите порядок команд в программе получения из числа 12 числа 123, содержащей не более 5 команд, указывая лишь номера команд.

62) У исполнителя Калькулятор две команды, которым присвоены номера:

1. **прибавь 3**
2. **умножь на 2**

Выполняя первую из них, Калькулятор прибавляет к числу на экране 3, выполняя вторую – умножает его на 2. Запишите порядок команд в программе получения из числа 11 числа 103, содержащей не более 5 команд, указывая лишь номера команд.

63) У исполнителя Удвоитель две команды, которым присвоены номера:

1. **прибавь 1**
2. **умножь на 2**

Выполняя первую из них, Удвоитель прибавляет к числу на экране 1, выполняя вторую – умножает его на 2. Запишите порядок команд в программе получения из числа 7 числа 130, содержащей не более 6 команд, указывая лишь номера команд.

64) У исполнителя Аккорд две команды, которым присвоены номера:

1. **прибавь 2**
2. **умножь на  $x$**

где  $x$  – неизвестное положительное число. Выполняя первую из них, Аккорд добавляет к числу на экране 2, а выполняя вторую, умножает это число на  $x$ .

Программа для исполнителя Аккорд – это последовательность номеров команд.

Известно, что программа 12211 переводит число 1 в число 52. Определите значение  $x$ .

65) У исполнителя Аккорд две команды, которым присвоены номера:

1. **прибавь 3**
2. **умножь на  $x$**

где  $x$  – неизвестное положительное число. Выполняя первую из них, Аккорд добавляет к числу на экране 1, а выполняя вторую, умножает это число на  $x$ .

Программа для исполнителя Аккорд – это последовательность номеров команд.

Известно, что программа 12112 переводит число 3 в число 36. Определите значение  $x$ .

66) У исполнителя Аккорд две команды, которым присвоены номера:

1. **прибавь  $x$**
2. **умножь на 2**

где  $x$  – неизвестное положительное число. Выполняя первую из них, Аккорд добавляет к числу на экране  $x$ , а выполняя вторую, умножает это число на 2.

Программа для исполнителя Аккорд – это последовательность номеров команд.

Известно, что программа 12121 переводит число 4 в число 65. Определите значение  $x$ .

67) У исполнителя Аккорд две команды, которым присвоены номера:

1. **вычти  $x$**
2. **умножь на 3**

где  $x$  – неизвестное положительное число. Выполняя первую из них, Аккорд вычитает из числа на экране  $x$ , а выполняя вторую, умножает это число на 3.

Программа для исполнителя Аккорд – это последовательность номеров команд.

Известно, что программа 12211 переводит число 12 в число 53. Определите значение  $x$ .

68) У исполнителя Калькулятор две команды, которым присвоены номера:

1. **прибавь 2**
2. **умножь на 5**

Выполняя первую из них, Калькулятор прибавляет к числу на экране 2, выполняя вторую – умножает его на 5. Запишите порядок команд в программе получения из числа 2 числа 24, содержащей не более 4 команд, указывая лишь номера команд.