Управление исполнителями

§ 29. Алгоритмы и исполнители

© К.Ю. Поляков, Е.А. Ерёмин, 2018 http://kpolyakov.spb.ru

Что такое алгоритм?

Алгоритм – это порядок выполнения действий.

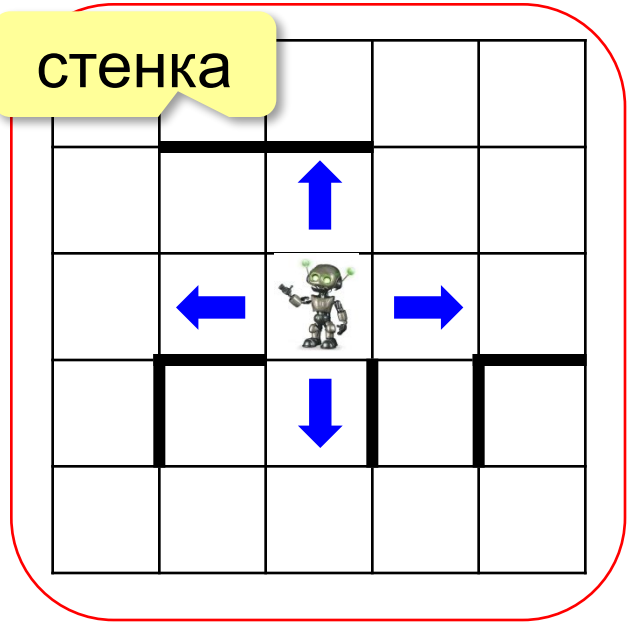
Исполнитель – это устройство или одушевлённое существо (человек), способное понять и выполнить команды, составляющие алгоритм.

Формальные исполнители: не понимают (и не могут понять) смысл команд.

Мухаммед ал-Хорезми (ок. 783–ок. 850 гг.)

Алгоритм — это точное описание порядка действий некоторого исполнителя.

Исполнитель Робот

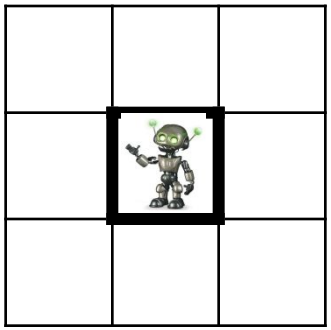


Среда — это обстановка, в которой работает исполнитель.

Система команд исполнителя (**СКИ**):

вверх	вправо
вниз	влево

Состояние исполнителя:



Какие команды может выполнить Робот?

Свойства алгоритма

Дискретность — алгоритм состоит из отдельных команд, каждая из которых выполняется ограниченное (не бесконечное) время.

Понятность — алгоритм содержит только команды, входящие в **систему команд исполнителя**.

Определённость — при каждом выполнении алгоритма с одними и теми же исходными данными должен быть получен один и тот же результат.

Если какое-то свойство нарушено, это не алгоритм!

Необязательные свойства алгоритма

? **Конечность** (результативность) — для корректного набора данных алгоритм должен заканчиваться с некоторым результатом (не **зацикливаться**).

? **Корректность** — для допустимых исходных данных алгоритм должен приводить к правильному результату.

? **Массовость** — алгоритм можно использовать для решения множества однотипных задач с различными исходными данными (решение «в буквах»).

Одна задача – много алгоритмов

Задача. Вычислите

$$S = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + \ldots + 99 + 100$$

? Как можно вычислять?

Решение К.Ф. Гаусса:

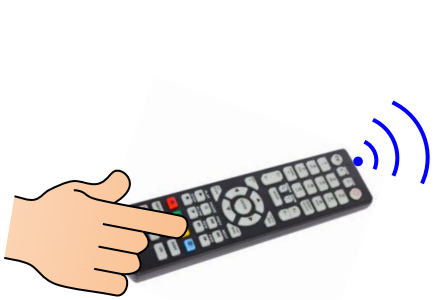
$$1 + 100 = 2 + 99 = 3 + 98 = \ldots$$
$$= 50 + 51 = 101$$

$$S = 50 \cdot 101 = 5050$$

? Какой алгоритм лучше? Почему?

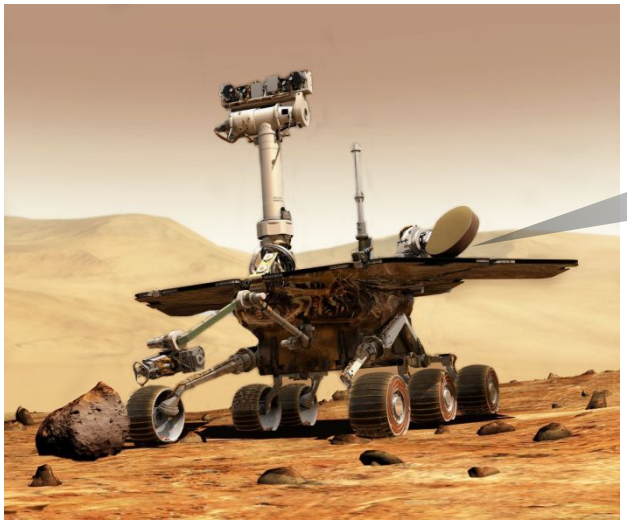
Управление исполнителями

Ручное (непосредственное, «с пульта»):



Можно и без плана!

Программное (по готовой программе):



бортовой компьютер

Программа — это алгоритм, записанный на языке, понятном компьютеру.

Управление исполнителями

§ 30. Способы записи алгоритмов

© К.Ю. Поляков, Е.А. Ерёмин, 2018 http://kpolyakov.spb.ru

Алгоритм «О»

Словесная форма:

Даны два натуральных числа. Пока первое число не меньше второго, заменять его на разность первого и второго. Результат работы алгоритма — полученное первое число.

	Исходные данные	*Шаг 1*	*Шаг 2*
a	**5**	**3**	**1**
b	2	2	2

Меняется ли *b*?

- неоднозначность естественных языков

Алгоритм «О»

По шагам:

Вход: два натуральных числа, *a* и *b*.

Шаг 1. Если *a* < *b*, перейти к шагу 4 (**Стоп**).

Шаг 2. Заменить *a* на *a* – *b*.

Шаг 3. Перейти к шагу 1.

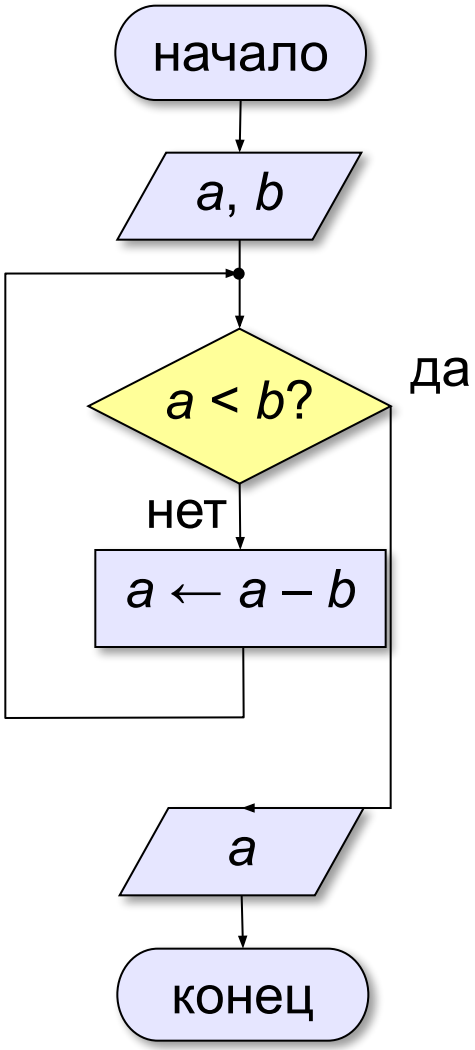
Шаг 4. Стоп.

Результат: значение *a*.

- не все знают русский язык

Алгоритм «О»

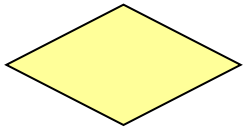
Блок-схема:



Условные обозначения

начало и конец алгоритма

ввод и вывод данных


условие (выбор)

операции с данными

присвоить *a* значение *a – b*

Ручная прокрутка (трассировка)

Вход: два натуральных числа, *a* и *b*.
Шаг 1. Если *a* < *b*, перейти к шагу 4.
Шаг 2. Заменить *a* на *a* – *b*.
Шаг 3. Перейти к шагу 1.
Шаг 4. Стоп.
Результат: значение *a*.

		Действие	Условие верно?	*a*	*b*
1	*Вход*			19	5
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

исходные данные

? Где ответ?

Переменные

Переменная — это величина, значение которой можно изменять во время работы алгоритма.

Вход: два натуральных числа, *a* и *b*.
Шаг 1. Если *a* < *b*, перейти к шагу 4.
Шаг 2. Заменить *a* на *a* – *b*.
Шаг 3. Перейти к шагу 1.
Шаг 4. Стоп.
Результат: значение *a*.

```
a ← a – b
```
или
```
a := a – b
```
присваивание значения

Языки программирования

Программа — это алгоритм, записанный на языке, понятном компьютеру.

Какой язык понимает компьютер?

Алгоритм «О»:

```
10111000000111100000000
10111011000001000000000
00111011111000011
01111110000000100
00101011111000011
11101011111111000
11001101001000000
```

Что плохо?

- сложно писать и понимать программы

Язык ассемблера

Машинные коды:	Язык ассемблера:	
10111000000111100000000		mov ax, 15
10111011000001000000000		mov bx, 4
001110111000011	m:	cmp ax, bx
011111000000100		jl end
001010111000011		sub ax, bx
1110101111111000		jmp m
1100110100100000	end:	int 20h

Ассемблер — это программа, которая переводит символьную запись команд в машинные коды.

Машинные коды и язык ассемблера – это языки низкого уровня (машинно-ориентированные)!

- непереносимость программ

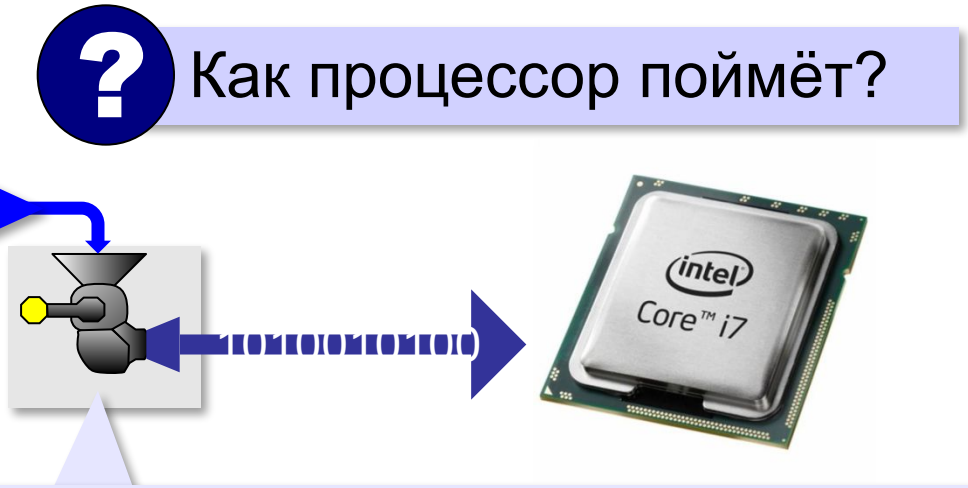
зависят от процессора!

Языки высокого уровня

1) легко понимаются человеком
2) не «привязаны» к командам конкретного процессора

Школьный алгоритмический язык:

```
цел a, b
a:=15
b:=4
нц пока a>=b
  a:=a-b
кц
```



Транслятор (переводчик) — это программа, которая переводит программу на языке высокого уровня в машинные коды.

Языки высокого уровня

1957: FORTRAN = FORmula TRANslator
для решения научных задач

1972: C (Д. Ритчи, К. Томпсон)

↳ **C++, C#, Java, JavaScript, …**

1991: Python (Г. ван Россум)

Для программирования сайтов:

PHP, JavaScript

Логическое программирование:

Prolog

Учебные языки:

BASIC, Паскаль, Школьный алгоритмический язык

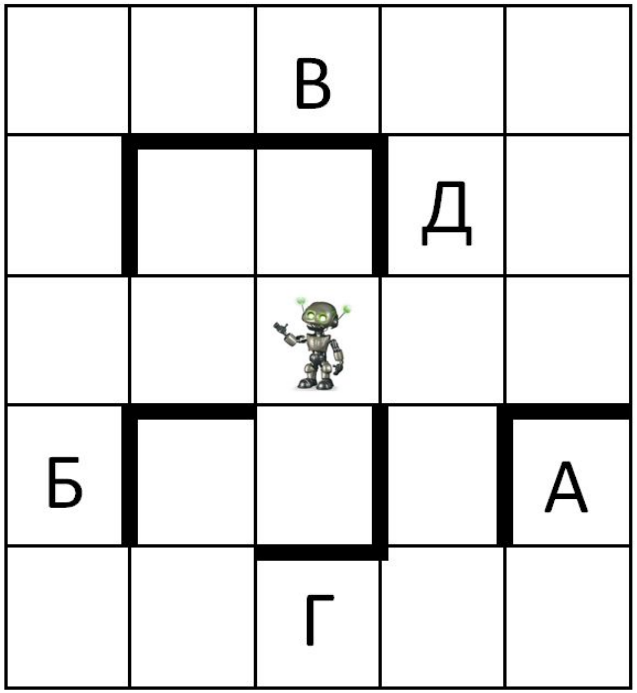
Управление исполнителями

§ 31. Примеры исполнителей

© К.Ю. Поляков, Е.А. Ерёмин, 2018

Формальный исполнитель

Формальный исполнитель — это исполнитель, который одну и ту же команду всегда понимает однозначно и выполняет одинаково.



СКИ Робота

1. **вверх**
2. **вправо**
3. **вниз**
4. **влево**

? Куда?

23321 → **А**

? Как иначе?

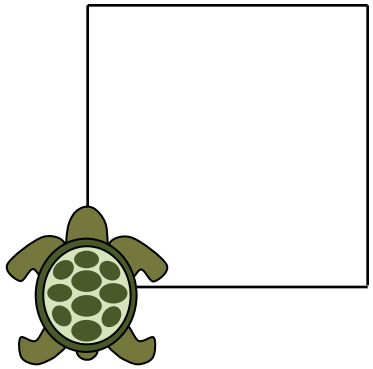
443 → **Б**

2114 → **В**

2334 → **Г**

21 → **Д**

Исполнитель Черепаха



```
вперед 30
вправо 90
вперед 30
вправо 90
вперед 30
вправо 90
вперед 30
вправо 90
```

шагов

градусов

? Как нарисовать окружность?

$= \frac{360°}{4}$

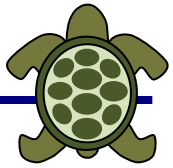
число сторон

```
повтори 4 [ вперед 30 вправо 90 ]
```

```
повтори 12 [ вперед 50 вправо 45 ]
```

```
повтори 10 [ вперед 50 вправо 60 ]
```

Исполнитель Черепаха



```
повтори 4 [ вперед 30 вправо 45 ]
```

незамкнутая ломаная

```
повтори 45 [ вперед 30 вправо 45
                              вправо 45]
```

```
повтори 12 [ вправо 15 вперед 30
                              вправо 45 ]
```

```
повтори 5 [ вправо 15 вперед 30
                              вправо 15 ]
```

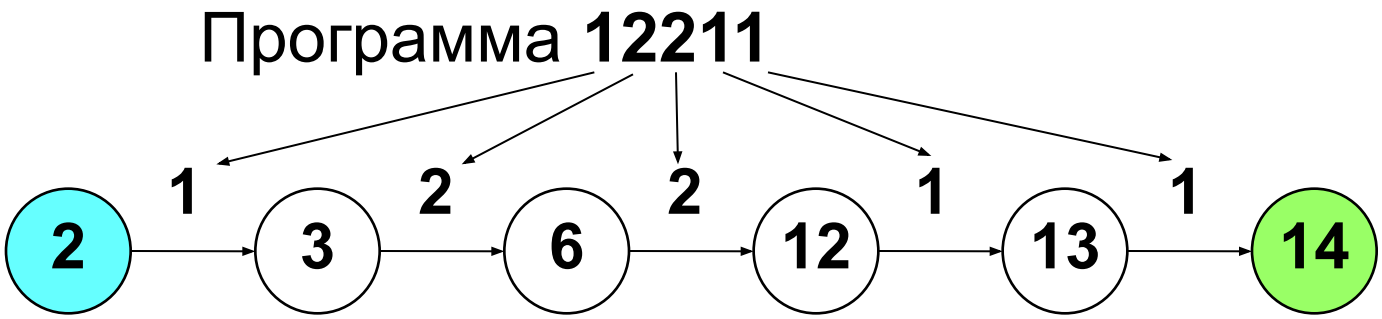
```
повтори 15 [ вправо 80 вперед 30
                              влево 35 ]
```

Исполнитель Удвоитель

Работает с одним числом и умеет выполнять с ним две операции (команды):

1. **прибавь 1**
2. **умножь на 2**

Программа – это последовательность номеров команд, которые нужно выполнить.

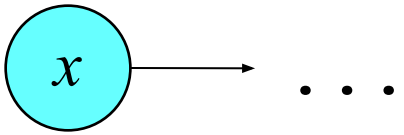


начальное число

результат

Исполнитель Удвоитель

1. **прибавь 1**
2. **умножь на 2**



Какие числа можно получить?

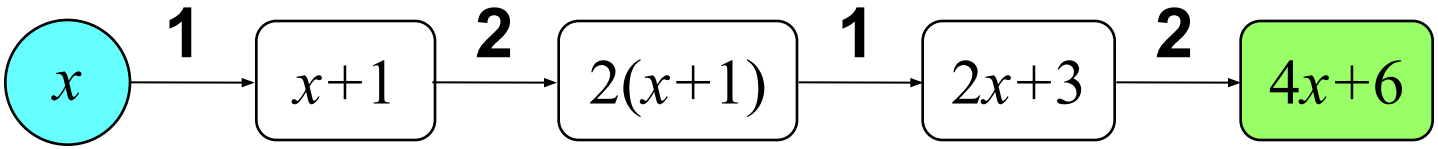
- при целом $x \geq 0$

  $x, x+1, x+2, \ldots$

- при целом $x < 0$

  любые целые

Программа **1212**



Могли ли получить 36? а 34?

Исполнитель Шифровальщик

Если цепочка символов начинается с гласной буквы, Шифровальщик переставляет последнюю букву в начало слова, а если с согласной, то меняет местами первую и вторую буквы.

согласная

Этот алгоритм применили к слову **КОТИК**. Какое слово получилось?

КОТИК → **ОКТИК**

Этот алгоритм **дважды** применили к слову **КОТИК**. Какое слово получилось?

КОТИК → **ОКТИК** → **КОКТИ**

Исполнитель Шифровальщик

*Если в цепочке символов чётное количество букв, Шифровальщик добавляет в середину слова букву **Я**, а если нечётное – удваивает среднюю букву.*

Этот алгоритм применили к слову **КОТИК**. Какое слово получилось?

КОТИК → **КОТТИК**

Этот алгоритм **дважды** применили к слову **КОТИК**. Какое слово получилось?

КОТИК → **КОТТИК** → **КОТЯТИК**

© К.Ю. Поляков, Е.А. Ерёмин, 2018

Исполнитель Шифровальщик

АБВГДЕЁЖЗИКЛМНОПРСТУФХЦЧШЩЪЫЬЭЮЯ

А→Б Б→В

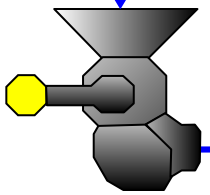
Что делать с Я?

Я→А

ПРИВЕТ ВАСЯ

П→Р

Р→С



РСКГЁУ ГБТА

Расшифруйте:

АВМПЛП ← ЯБЛОКО

НПСЛПГЭ ← МОРКОВЬ

ЛМАЛТБ ← КЛЯКСА

Шифр Цезаря

Управление исполнителями

§ 32. Оптимальные программы

© К.Ю. Поляков, Е.А. Ерёмин, 2018

Что такое оптимальная программа?

Оптимальная программа — это самая лучшая программа по какому-то показателю.

Как сравнить две программы?

Напишите две программы для Удвоителя:

3 → … → 7

Всегда ли оптимальная программа лучше других по всем критериям?

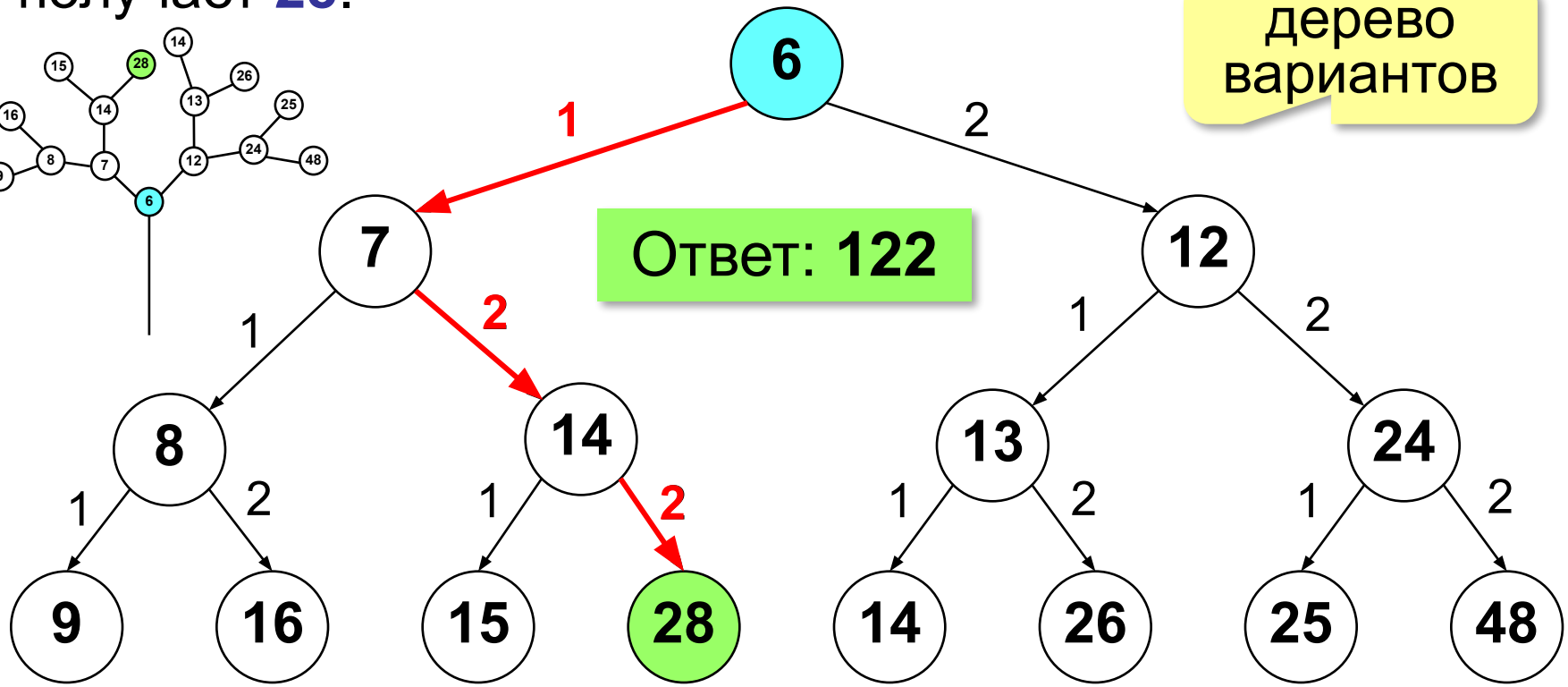
Составление программы

Используя команды:

1. **прибавь 1**
2. **умножь на 2**

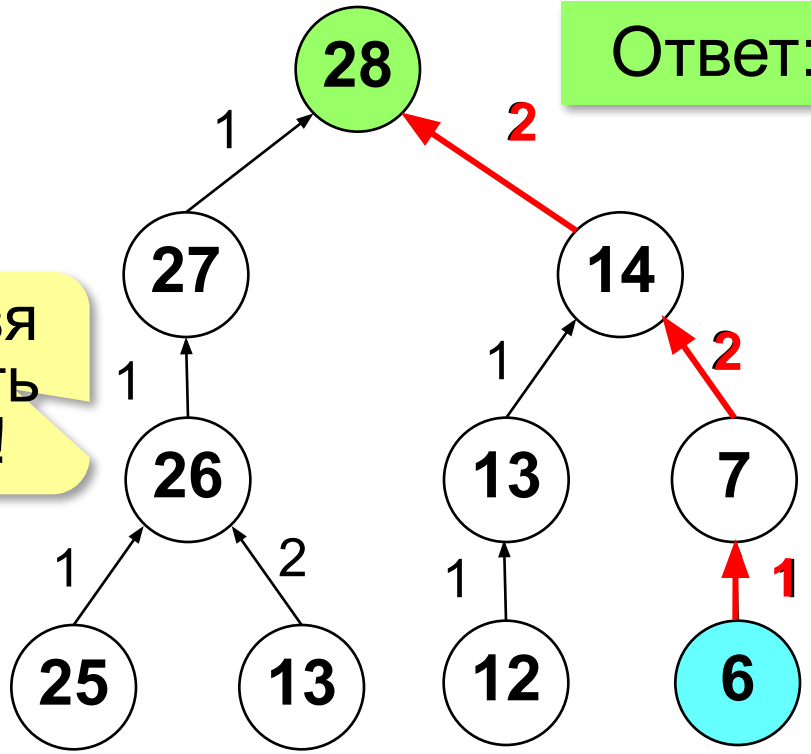
написать самую короткую программу, которая из **6** получает **28**.

дерево вариантов



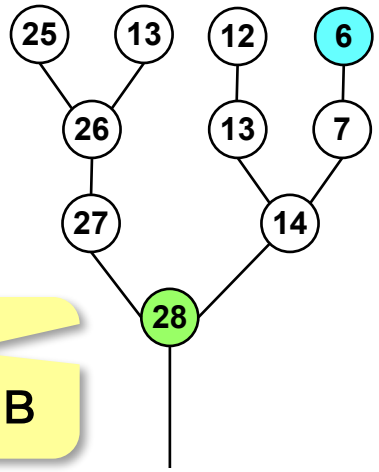
Ответ: **122**

Составление программы (с конца)



Ответ: **122**

нельзя делить на 2!



дерево вариантов

? Почему решение «с конца» короче?

! Решение «с конца» короче, если в списке команд есть **необратимая операция** (каждое целое число можно умножить на 2, но не каждое делится на 2)!