

Методика подготовки учащихся по теме "Алгоритмы. Понятие алгоритма"

Ефимов Павел Игоревич,
учитель информатики МОУ Средняя общеобразовательная
школа №4 Орехово-Зуевского городского округа

- **Раздел:** «Алгоритмы и программирование»
- **Проверяемый элемент содержания в школьной программе:**
Определение возможных результатов работы простейших алгоритмов управления исполнителями и вычислительных алгоритмов. Определение исходных данных, при которых алгоритм может дать требуемый результат
- **Проверяемые предметные требования:** Формальное исполнение простого алгоритма, записанного на естественном языке, или умение создавать линейный алгоритм для формального исполнителя с ограниченным набором команд, или умение восстанавливать исходные данные линейного алгоритма по результатам его работы
- **Уровень сложности задания:** базовый.
- **Рекомендуемое время выполнения:** 4 минуты
- **Первичный балл:** 1

"Информатика" (базовый уровень) - требования к предметным результатам освоения базового курса информатики должны отражать:

- 1) сформированность представлений о роли информации и связанных с ней процессов в окружающем мире;
- 2) владение навыками алгоритмического мышления и понимание необходимости формального описания алгоритмов;
- 3) владение умением понимать программы, написанные на выбранном для изучения универсальном алгоритмическом языке высокого уровня; знанием основных конструкций программирования; **умением анализировать алгоритмы с использованием таблиц;**

"Информатика" (углубленный уровень) - требования к предметным результатам освоения углубленного курса информатики должны включать требования к результатам освоения базового курса и дополнительно отражать:

....

4) владение навыками и опытом разработки программ в выбранной среде программирования, включая тестирование и отладку программ; владение элементарными навыками формализации прикладной задачи и документирования программ;

5) сформированность представлений о важнейших видах дискретных объектов и об их простейших свойствах, алгоритмах анализа этих объектов, о кодировании и декодировании данных и причинах искажения данных при передаче; систематизацию знаний, относящихся к математическим объектам информатики; умение строить математические объекты информатики, в том числе логические формулы;

ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В процессе изучения курса информатики базового уровня **в 11 классе** обучающимися будут достигнуты следующие предметные результаты:

...

умение читать и понимать программы, реализующие несложные алгоритмы обработки числовых и текстовых данных (в том числе массивов и символьных строк) на выбранном для изучения универсальном языке программирования высокого уровня (Паскаль, Python, Java, C++, C#), **анализировать алгоритмы с использованием таблиц трассировки, определять без использования компьютера результаты выполнения несложных программ, включающих циклы, ветвления и подпрограммы, при заданных исходных данных, модифицировать готовые программы для решения новых задач, использовать их в своих программах в качестве подпрограмм (процедур, функций);**

ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В процессе изучения курса информатики углубленного уровня **в 10 классе** обучающимися будут достигнуты следующие предметные результаты:

...

владение универсальным языком программирования высокого уровня (Python, Java, C++, C#), представлениями о базовых типах данных и структурах данных, умение использовать основные управляющие конструкции, **умение осуществлять анализ предложенной программы: определять результаты работы программы при заданных исходных данных**, определять, при каких исходных данных возможно получение указанных результатов, выявлять данные, которые могут привести к ошибке в работе программы, **формулировать предложения по улучшению программного кода**;

	щью дерева		
5	11 кл., п. 113.7.3. Определение возможных результатов работы простейших алгоритмов управления исполнителями и вычислительных алгоритмов. Определение исходных данных, при которых алгоритм может дать требуемый результат	10 кл., п. 114.6.3	—

Функцией f , определённой на множестве X со значениями в множестве Y , называют «правило» такое, что каждому элементу x из X соответствует элемент $f(x)$, лежащий в Y и притом только один (неформальное определение)

Теоретическое отступление

Функцией f , определённой на множестве X со значениями в множестве Y , называют «правило» такое, что каждому элементу x из X соответствует элемент $f(x)$, лежащий в Y и притом только один (неформальное определение)

X	Y
1	1
2	4
3	9
4	16
5	25

$$f(x) = ?$$

Теоретическое отступление

Функцией f , определённой на множестве X со значениями в множестве Y , называют «правило» такое, что каждому элементу x из X соответствует элемент $f(x)$, лежащий в Y и притом только один (неформальное определение)

X	Y
1	1
2	4
3	9
4	16
5	25

$$f(x)=$$

Теоретическое отступление

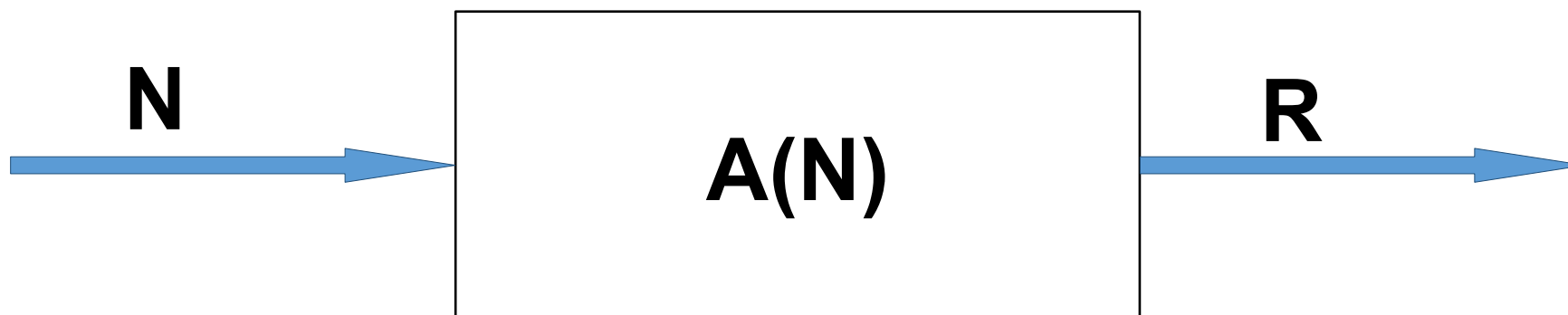
Функцией f , определённой на множестве X со значениями в множестве Y , называют «правило» такое, что каждому элементу x из X соответствует элемент $f(x)$, лежащий в Y и притом только один (неформальное определение)

X	Y
1	1
2	4
3	9
4	16
5	25

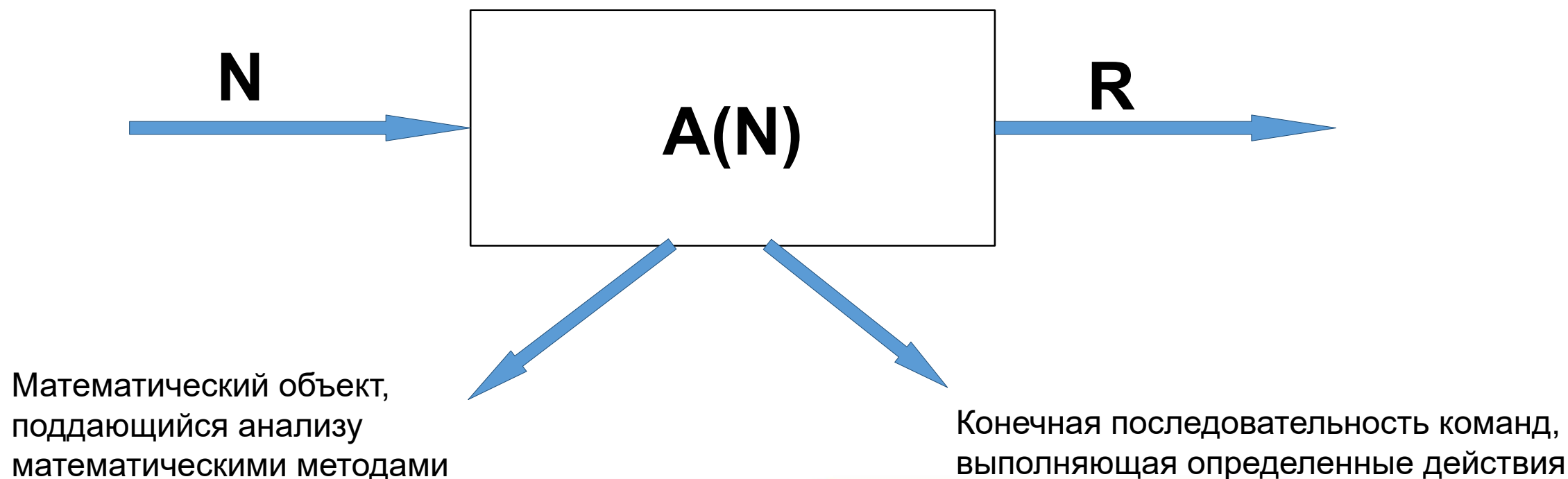
$$f(x)=$$

$$f(x)=$$

Результативность — завершение алгоритма определёнными результатами.



Результативность — завершение алгоритма определёнными результатами.



Демонстрационный вариант ЕГЭ 2025 г.

ИНФОРМАТИКА, 11 класс. 9 / 24

5

На вход алгоритма подаётся натуральное число N . Алгоритм строит по нему новое число R следующим образом.

1. Строится двоичная запись числа N .
2. Далее эта запись обрабатывается по следующему правилу:
 - а) если число чётное, то к двоичной записи числа слева дописывается 10;
 - б) если число нечётное, то к двоичной записи числа слева дописывается 1 и справа дописывается 01.

Полученная таким образом запись является двоичной записью искомого числа R .

3. Результат переводится в десятичную систему и выводится на экран.

Например, для исходного числа $4_{10} = 100_2$ результатом является число $20_{10} = 10100_2$, а для исходного числа $5_{10} = 101_2$ это число $53_{10} = 110101_2$.

Укажите максимальное число R , которое может быть результатом работы данного алгоритма, при условии, что N не больше 12. В ответе запишите это число в десятичной системе счисления.

Ответ: _____.

Подход 1: алгоритм как последовательность команд

1. Строится двоичная запись числа N .
 2. Далее эта запись обрабатывается по следующему правилу:
 - а) если число чётное, то к двоичной записи числа слева дописывается 10;
 - б) если число нечётное, то к двоичной записи числа слева дописывается 1 и справа дописывается 01.
- Полученная таким образом запись является двоичной записью искомого числа R .
3. Результат переводится в десятичную систему и выводится на экран.

Подход 1: алгоритм как последовательность команд

1. Строится двоичная запись числа N .
2. Далее эта запись обрабатывается по следующему правилу:
 - а) если число чётное, то к двоичной записи числа слева дописывается 10;
 - б) если число нечётное, то к двоичной записи числа слева дописывается 1 и справа дописывается 01.

Полученная таким образом запись является двоичной записью искомого числа R .

3. Результат переводится в десятичную систему и выводится на экран.

```
def A(n):  
    s=bin(n)[2:] ## Строится двоичная запись числа N  
    if n%2==0:   ## если число четное  
        s='10'+s ## то к двоичной записи слева дописывается 10  
    else:        ## если число нечетное  
        s='1'+s+'01' ## то к двоичной записи слева дописывается 1  
                    ## и справа дописывается 01  
    return int(s,2) ## Результат переводится в десятичную систему
```

Подход 1: алгоритм как последовательность команд

1. Строится двоичная запись числа N .
2. Далее эта запись обрабатывается по следующему правилу:
 - а) если число чётное, то к двоичной записи числа слева дописывается 10;
 - б) если число нечётное, то к двоичной записи числа слева дописывается 1 и справа дописывается 01.

Полученная таким образом запись является двоичной записью искомого числа R .

3. Результат переводится в десятичную систему и выводится на экран.

```
def A(n):  
    s=bin(n)[2:]  
    s= '10'+s if n%2==0 else '1'+s+'01'  
    return int(s,2)
```

Укажите максимальное число R , которое может быть результатом работы данного алгоритма, при условии, что N не больше 12. В ответе запишите это число в десятичной системе счисления.

```
maxr=0
for n in range(1,12+1):
    maxr=max(maxr,A(n))

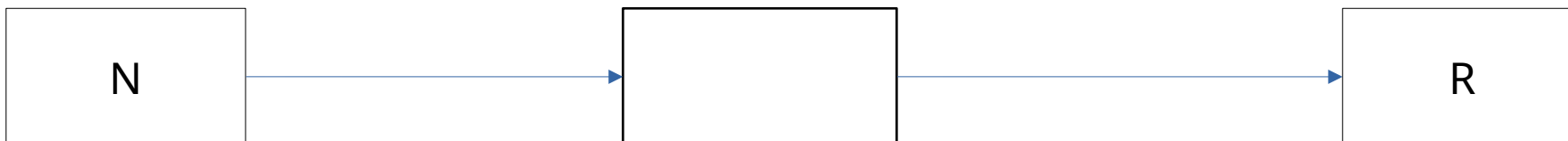
print(maxr)
|
```

Полный текст решения:

```
def A(n):  
    s=bin(n)[2:]  
    s= '10'+s if n%2==0 else '1'+s+'01'  
    return int(s,2)  
  
maxr=0  
for n in range(1,12+1):  
    maxr=max(maxr,A(n))  
  
print(maxr)
```

Ответ: 109

Подход 2: алгоритм как математический объект



Подход 2: алгоритм как математический объект

1. Строится двоичная запись числа N .
2. Далее эта запись обрабатывается по следующему правилу:
 - а) если число чётное, то к двоичной записи числа слева дописывается 10;
 - б) если число нечётное, то к двоичной записи числа слева дописывается 1 и справа дописывается 01.

Полученная таким образом запись является двоичной записью искомого числа R .

3. Результат переводится в десятичную систему и выводится на экран.

Подход 2: алгоритм как математический объект

1. Строится двоичная запись числа N .
2. Далее эта запись обрабатывается по следующему правилу:
 - а) если число чётное, то к двоичной записи числа слева дописывается 10;
 - б) если число нечётное, то к двоичной записи числа слева дописывается 1 и справа дописывается 01.

Полученная таким образом запись является двоичной записью искомого числа R .

3. Результат переводится в десятичную систему и выводится на экран.

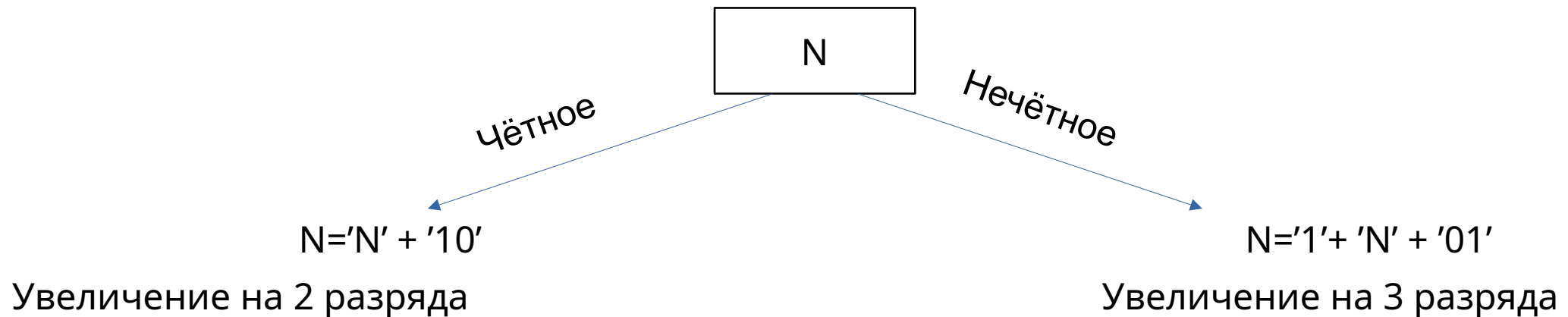
Наблюдение 1: функция $A(n)$ — возрастающая.

Вывод: с увеличением n - r также увеличивается

Подход 2: алгоритм как математический объект

1. Строится двоичная запись числа N .
 2. Далее эта запись обрабатывается по следующему правилу:
 - а) если число чётное, то к двоичной записи числа слева дописывается 10;
 - б) если число нечётное, то к двоичной записи числа слева дописывается 1 и справа дописывается 01.
- Полученная таким образом запись является двоичной записью искомого числа R .
3. Результат переводится в десятичную систему и выводится на экран.

Наблюдение 2: если n нечётное, то $A(n)$ возрастает быстрее



Наблюдение 1: функция $A(n)$ — возрастающая.

Вывод: с увеличением n - r также увеличивается

Наблюдение 2: если n нечётное, то $A(n)$ возрастает быстрее

Наблюдение 1: функция $A(n)$ — возрастающая.

Вывод: с увеличением n - r также увеличивается

Наблюдение 2: если n нечётное, то $A(n)$ возрастает быстрее

Наблюдение 1: функция $A(n)$ — возрастающая.

Вывод: с увеличением N - R также увеличивается

Наблюдение 2: если N нечётное, то $A(N)$ возрастает быстрее

Окончательный вывод: при заданных условиях, максимально возможное значение R может быть при максимальном нечетном $N \leq 12$, т. е. при **$N=11$**

Окончательный вывод: при заданных условиях, максимально возможное значение R может быть при максимальном нечетном $N \leq 12$, т. е. при **$N=11$**

Применим исходный алгоритм к числу 11:

Окончательный вывод: при заданных условиях, максимально возможное значение R может быть при максимальном нечетном $N \leq 12$, т. е. при **$N=11$**

Применим исходный алгоритм к числу 11:

1. Строится двоичная запись числа N .
2. Далее эта запись обрабатывается по следующему правилу:
 - а) если число чётное, то к двоичной записи числа слева дописывается 10;
 - б) если число нечётное, то к двоичной записи числа слева дописывается 1 и справа дописывается 01.

Полученная таким образом запись является двоичной записью искомого числа R .

3. Результат переводится в десятичную систему и выводится на экран.

Окончательный вывод: при заданных условиях, максимально возможное значение R может быть при максимальном нечетном $N \leq 12$, т. е. при **$N=11$**

Применим исходный алгоритм к числу 11:

1. Строится двоичная запись числа N .

$$1.11_{10} = 1011_2$$

2. Далее эта запись обрабатывается по следующему правилу:

- а) если число чётное, то к двоичной записи числа слева дописывается 10;
- б) если число нечётное, то к двоичной записи числа слева дописывается 1 и справа дописывается 01.

Полученная таким образом запись является двоичной записью искомого числа R .

3. Результат переводится в десятичную систему и выводится на экран.

Окончательный вывод: при заданных условиях, максимально возможное значение R может быть при максимальном нечетном $N \leq 12$, т. е. при **$N=11$**

Применим исходный алгоритм к числу 11:

1. Строится двоичная запись числа N .

$$1. 11_{10} = 1011_2$$

2. Далее эта запись обрабатывается по следующему правилу:

а) если число чётное, то к двоичной записи числа слева дописывается 10;

б) если число нечётное, то к двоичной записи числа слева дописывается 1 и справа дописывается 01.

$$2. \text{'1'} + \text{'1011'} + \text{'01'} = \text{'1101101'}$$

Полученная таким образом запись является двоичной записью искомого числа R .

3. Результат переводится в десятичную систему и выводится на экран.

Окончательный вывод: при заданных условиях, максимально возможное значение R может быть при максимальном нечетном $N \leq 12$, т. е. при **$N=11$**

Применим исходный алгоритм к числу 11:

1. Строится двоичная запись числа N .
2. Далее эта запись обрабатывается по следующему правилу:
 - а) если число чётное, то к двоичной записи числа слева дописывается 10;
 - б) если число нечётное, то к двоичной записи числа слева дописывается 1 и справа дописывается 01.

Полученная таким образом запись является двоичной записью искомого числа R .

3. Результат переводится в десятичную систему и выводится на экран.

$$1. 11_{10} = 1011_2$$

$$2. \text{'1'} + \text{'1011'} + \text{'01'} = \text{'1101101'}$$

Ответ: 109

5

На вход алгоритма подаётся натуральное число N . Алгоритм строит по нему новое число R следующим образом.

1. Строится двоичная запись числа N .
2. Далее эта запись обрабатывается по следующему правилу:
 - а) если число N делится на 3, то к этой записи дописываются её три последние двоичные цифры;
 - б) если число N на 3 не делится, то остаток от деления умножается на 3, переводится в двоичную запись и дописывается в конец числа.

Полученная таким образом запись является двоичной записью искомого числа R .

3. Результат переводится в десятичную систему и выводится на экран.

Например, для исходного числа $12_{10} = 1100_2$ результатом является число $1100100_2 = 100_{10}$, а для исходного числа $4_{10} = 100_2$ это число $10011_2 = 19_{10}$.

Укажите **минимальное** число N , после обработки которого с помощью этого алгоритма получается число R , не меньшее 200.

Ответ: _____.

1. Строится двоичная запись числа N .
2. Далее эта запись обрабатывается по следующему правилу:
 - а) если число N делится на 3, то к этой записи дописываются её три последние двоичные цифры;
 - б) если число N на 3 не делится, то остаток от деления умножается на 3, переводится в двоичную запись и дописывается в конец числа.Полученная таким образом запись является двоичной записью искомого числа R .
3. Результат переводится в десятичную систему и выводится на экран.

```
def A(n):  
    s=bin(n)[2:]  
    if n%3==0:  
        s=s+s[-3:]  
    else:  
        s=s+bin((n%3)*3)[2:]  
    return int(s,2)
```

Укажите **минимальное** число N , после обработки которого с помощью этого алгоритма получается число R , не меньшее 200.

```
minn=100
```

```
for n in range(1,51):  
    if A(n)>=200:  
        minn=min(minn,n)
```

```
print(minn)
```

Полный текст решения:

```
def A(n):  
    s=bin(n)[2:]  
    if n%3==0:  
        s=s+s[-3:]  
    else:  
        s=s+bin((n%3)*3)[2:]  
    return int(s,2)
```

```
minn=100
```

```
for n in range(1,51):  
    if A(n)>=200:  
        minn=min(minn,n)
```

```
print(minn)
```

Ответ: 26

Подход 2

5

На вход алгоритма подаётся натуральное число N . Алгоритм строит по нему новое число R следующим образом.

1. Строится двоичная запись числа N .
2. Далее эта запись обрабатывается по следующему правилу:
 - а) если число N делится на 3, то к этой записи дописываются её три последние двоичные цифры;
 - б) если число N на 3 не делится, то остаток от деления умножается на 3, переводится в двоичную запись и дописывается в конец числа.

Полученная таким образом запись является двоичной записью искомого числа R .

3. Результат переводится в десятичную систему и выводится на экран.

Например, для исходного числа $12_{10} = 1100_2$ результатом является число $1100100_2 = 100_{10}$, а для исходного числа $4_{10} = 100_2$ это число $10011_2 = 19_{10}$.

Укажите **минимальное** число N , после обработки которого с помощью этого алгоритма получается число R , не меньшее 200.

Ответ: _____.

Подход 2

1. Строится двоичная запись числа N .
2. Далее эта запись обрабатывается по следующему правилу:
 - а) если число N делится на 3, то к этой записи дописываются её три последние двоичные цифры;
 - б) если число N на 3 не делится, то остаток от деления умножается на 3, переводится в двоичную запись и дописывается в конец числа.Полученная таким образом запись является двоичной записью искомого числа R .
3. Результат переводится в десятичную систему и выводится на экран.

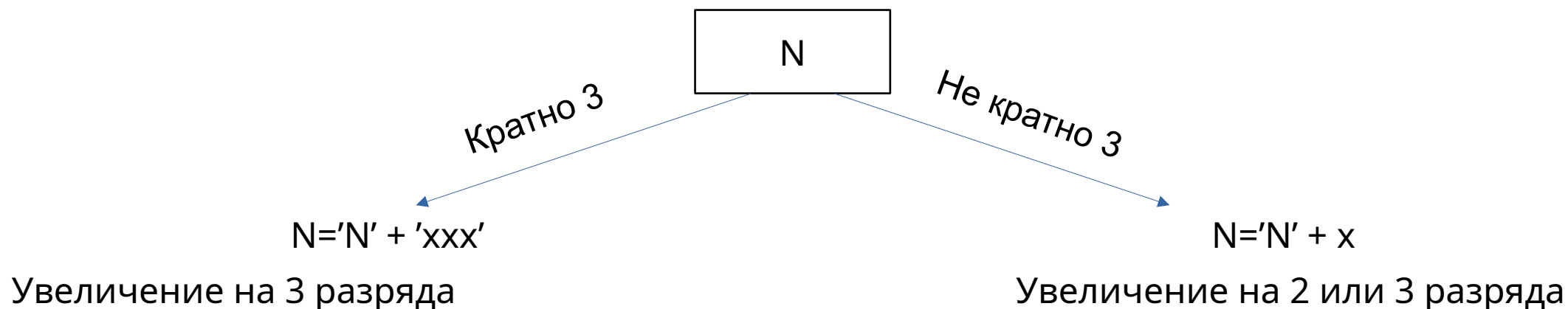
Наблюдение 1: функция $A(n)$ — возрастающая.

Вывод: с увеличением n - r также увеличивается

Подход 2

1. Строится двоичная запись числа N .
2. Далее эта запись обрабатывается по следующему правилу:
 - а) если число N делится на 3, то к этой записи дописываются её три последние двоичные цифры;
 - б) если число N на 3 не делится, то остаток от деления умножается на 3, переводится в двоичную запись и дописывается в конец числа.Полученная таким образом запись является двоичной записью искомого числа R .
3. Результат переводится в десятичную систему и выводится на экран.

Наблюдение 2: если n при делении на 3 дает остаток 1, то $A(n)$ возрастает медленнее



Наблюдение 1: функция $A(n)$ — возрастающая.

Вывод: с увеличением $n - r$ также увеличивается

Наблюдение 2: если n при делении на 3 дает остаток 1, то $A(n)$ возрастает медленнее

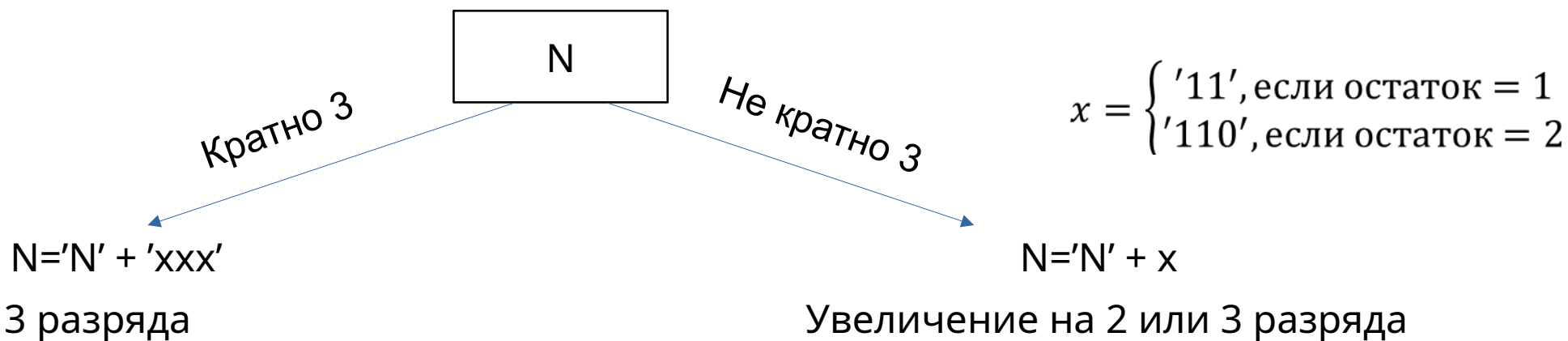
Промежуточный вывод: невозможно применить предыдущий метод, так как одинаковое увеличение разрядности возможно и на одной, и на другой ветке ветвления

Укажите **минимальное** число N , после обработки которого с помощью этого алгоритма получается число R , не меньшее 200.

Укажите **минимальное** число N , после обработки которого с помощью этого алгоритма получается число R , не меньшее 200.

При ограничении результата по нижнему пределу при минимальном N , функция должна **расти быстрее**

Укажите **минимальное** число N , после обработки которого с помощью этого алгоритма получается число R , не меньшее 200.



Мы не можем точно сказать, каким N должно быть, но мы можем увидеть, каким N **быть НЕ ДОЛЖНО!**
Если остаток от деления на 3 равен 1, $A(N)$ растет медленнее, так как добавляется 2 разряда, а не 3.

Подход 2

Что значит: к записи числа дописываются три разряда?

Пусть $x=15$

$$15_{10} = 1111_2$$

$15 : 3$, следовательно припишем 3 последние разряда

$$1111_2 \rightarrow 1111111_2$$

Можно представить как:

$$1111 \rightarrow 1111000: 15 \cdot 8$$

$$+ \dots\dots\dots 111: +7$$

$$\dots\dots\dots 1111111: = 127$$

Подход 2

1. Строится двоичная запись числа N .
2. Далее эта запись обрабатывается по следующему правилу:
 - а) если число N делится на 3, то к этой записи дописываются её три последние двоичные цифры;
 - б) если число N на 3 не делится, то остаток от деления умножается на 3, переводится в двоичную запись и дописывается в конец числа.Полученная таким образом запись является двоичной записью искомого числа R .
3. Результат переводится в десятичную систему и выводится на экран.

Пусть y — значение последних трех разрядов N

$$R = \begin{cases} 8 \cdot N + y, & \text{если } N : 3 \\ 4 \cdot N + 3, & \text{если } N \bmod 3 = 1 \\ 8 \cdot N + 6, & \text{если } N \bmod 3 = 2 \end{cases}$$

Подход 2

$$R = \begin{cases} 8 \cdot N + y, & \text{если } N : 3 \\ 4 \cdot N + 3, & \text{если } N \bmod 3 = 1 \\ 8 \cdot N + 6, & \text{если } N \bmod 3 = 2 \end{cases}$$

Очевидно, что функция $8N + \dots$ растет быстрее, чем $4N + 3$

$$200 \leq \begin{cases} 8 \cdot N + y, & \text{если } N : 3 \\ 8 \cdot N + 6, & \text{если } N \bmod 3 = 2 \\ N \rightarrow \min \end{cases}$$

Подход 2

$$200 \leq \begin{cases} 8 \cdot N + y, \text{ если } N : 3 \\ 8 \cdot N + 6, \text{ если } N \bmod 3 = 2 \\ N \rightarrow \min \end{cases}$$

Решим неравенство прикидочно:

$$200/8=25$$

$25 \bmod 3 = 1$ — данный вариант не подходит

$$24 \bmod 3 = 0$$

Проверим:

$$26 \bmod 3 = 2$$

Проверим:

Ответ: 26

Задание №398 из сборника К. Полякова

(Открытый вариант-2025) На вход алгоритма подается целое неотрицательное число N . Алгоритм строит по нему новое число R следующим образом:

- 1) Строится двоичная запись числа N .
- 2) К этой записи дописываются справа ещё два разряда по следующему правилу:
 - а) складываются все цифры двоичной записи, и остаток от деления суммы на 2 дописывается в конец числа (справа). Например, запись 11100 преобразуется в запись 111001;
 - б) над этой записью производятся те же действия – справа дописывается остаток от деления суммы цифр на 2.

Полученная таким образом запись является двоичной записью искомого числа R .

Например, для исходного числа $12 = 1100_2$ результатом является число $110000_2 = 48$, а для исходного числа $7 = 111_2$ результатом является число $11110_2 = 30$.

Укажите такое наименьшее число N , для которого результат работы алгоритма больше числа 253. В ответе запишите это число в десятичной системе счисления.

Алгоритм строит по нему новое число R следующим образом:

- 1) Строится двоичная запись числа N .
- 2) К этой записи дописываются справа ещё два разряда по следующему правилу:
 - а) складываются все цифры двоичной записи, и остаток от деления суммы на 2 дописывается в конец числа (справа). Например, запись 11100 преобразуется в запись 111001;
 - б) над этой записью производятся те же действия – справа дописывается остаток от деления суммы цифр на 2.

Данный алгоритм является алгоритмом контроля двойной четности, применяемым в обычных модемах еще в конце 80-х — начале 90-х годов XX века.

Суть алгоритма — в конец числа дописываются 2 бита таким образом, чтобы само число было чётным, и количество единиц в числе также было четным.

При приеме числа проверяется четность количества единиц и четность числа. Если количество единиц нечетно или нечетно само число — число передано с ошибкой.

Укажите такое наименьшее число N , для которого результат работы алгоритма больше числа 253. В ответе запишите это число в десятичной системе счисления.

Зная суть алгоритма достаточно найти первое четное число, большее 253, в двоичной записи которого четное количество единиц

$$253_{10} = 11111101_2 \text{ (нечетное число с нечетным количеством единиц)}$$

Среди 8-битных чисел не осталось четных чисел с четным количеством 1, которые были бы больше 253. Поэтому возьмем наименьшее 9-битное число, которое могло быть результатом работы алгоритма, помня, что дописываются последние 2 бита:

«Отщипываем» последние 2 бита и получаем:

Ответ: 64

Укажите такое наименьшее число N, для которого результат работы алгоритма больше числа 253. В ответе запишите это число в десятичной системе счисления.

Зная суть алгоритма достаточно найти первое четное число, большее 253, в двоичной записи которого четное количество единиц

```
n=252
while bin(n)[2:].count('1')%2!=0 or n<253:
    n+=2

print(n//4)
```

Ответ: 64

5

Алгоритм получает на вход натуральное число N и строит по нему новое число R следующим образом:

1. Строится двоичная запись числа N .
2. В полученной записи все нули заменяются на единицы, все единицы — на нули. Из полученного числа удаляются ведущие нули.
3. Результат переводится в десятичную систему счисления.
4. Результатом работы алгоритма становится разность исходного числа N и числа, полученного на предыдущем шаге.

Пример. Дано число $N = 22$. Алгоритм работает следующим образом:

1. Строим двоичную запись: $22_{10} = 10110_2$.
2. Заменяем цифры и удаляем ведущие нули: $10110 \rightarrow 01001 \rightarrow 1001$.
3. Переводим в десятичную систему: $1001_2 = 9_{10}$.
4. Вычисляем разность: $22 - 9 = 13$.

Результат работы алгоритма $R = 13$.

При каком наименьшем N в результате работы алгоритма получится $R = 999$?

Иные формулировки

1. Строится двоичная запись числа N .
2. В полученной записи все нули заменяются на единицы, все единицы на нули. Из полученного числа удаляются ведущие нули.
3. Результат переводится в десятичную систему счисления.
4. Результатом работы алгоритма становится разность исходного числа и числа, полученного на предыдущем шаге.

Иные формулировки

1. Строится двоичная запись числа N .
2. В полученной записи все нули заменяются на единицы, все единицы на нули. Из полученного числа удаляются ведущие нули.
3. Результат переводится в десятичную систему счисления.
4. Результатом работы алгоритма становится разность исходного числа и числа, полученного на предыдущем шаге.

Алгоритм получения дополнительного кода:

1. Строится двоичная запись числа
2. Дополняем нулями число до выбранной разрядной сетки (8, 16 и т. д. бит)
3. Инвертируем запись числа, т. е. заменяем все нули на единицы, а единицы на нули
4. К числу, полученному на шаге 3 добавляем единицу по правилам арифметического сложения
5. Полученная запись является дополнительным кодом исходного числа

Поиграем с дополнительным кодом:

Пусть A_2^n это двоичная запись числа N из n бит, а $\bar{A}_2^n$ это инвертированная запись записи
Наблюдение 1:

$A_2^n < \bar{A}_2^n$ - так как первая единица записи A_2^n превращается в 0 при инвертировании, то получившееся число будет меньше исходного

Наблюдение 2:

$$A_2^n + \bar{A}_2^n = 2^n - 1$$

Например:

$$\begin{array}{r} A_2^5 = 10101_2 = 21_{10} \\ \bar{A}_2^5 = 01010_2 = 10_{10} \\ \dots 10101 \\ +.01010 \\ \hline \dots 11111_2 = 31_{10} \\ = 2^5 - 1 \end{array}$$

Иные формулировки

1. Строится двоичная запись числа N .
2. В полученной записи все нули заменяются на единицы, все единицы на нули. Из полученного числа удаляются ведущие нули.
3. Результат переводится в десятичную систему счисления.
4. Результатом работы алгоритма становится разность исходного числа и числа, полученного на предыдущем шаге.

При каком наименьшем N в результате работы алгоритма получится $R = 999$?

Иные формулировки

1. Строится двоичная запись числа N .
2. В полученной записи все нули заменяются на единицы, все единицы на нули. Из полученного числа удаляются ведущие нули.
3. Результат переводится в десятичную систему счисления.
4. Результатом работы алгоритма становится разность исходного числа и числа, полученного на предыдущем шаге.

При каком наименьшем N в результате работы алгоритма получится $R = 999$?

$$\begin{cases} A_2^n + \bar{A}_2^n = 2^n - 1 \\ A_2^n - \bar{A}_2^n = 999 \end{cases}, \text{ где } A_2^n - \text{двоичная запись числа } N$$

Таким образом, нам необходимо только оценить количество бит n

При каком наименьшем N в результате работы алгоритма получится $R = 999$?

$$\begin{cases} A_2^n + \bar{A}_2^n = 2^n - 1 \\ A_2^n - \bar{A}_2^n = 999 \end{cases}, \text{ где } A_2^n - \text{двоичная запись числа } N$$

Чтобы N было наименьшим, оно должно содержать минимальное количество бит

$2^9 < 999 \leq 2^{10}$ - таким образом, минимально необходимое количество бит равно 10

Сложим уравнения системы

Так как положили, что A_2^{10} это двоичная запись числа N , то заменим ее на само значение N

Ответ: 1011

Задание №221 из сборника К. Полякова

Автомат обрабатывает трёхзначное натуральное число N по следующему алгоритму.

1. Из цифр, образующих десятичную запись N , строятся наибольшее и наименьшее возможные двузначные числа (числа не могут начинаться с нуля).
2. На экран выводится разность полученных двузначных чисел.

Пример. Дано число $N = 351$. Алгоритм работает следующим образом.

1. Наибольшее двузначное число из заданных цифр – 53, наименьшее – 13.
2. На экран выводится разность $53 - 13 = 40$.

Чему равно количество чисел N на отрезке $[900; 999]$, в результате обработки которых на экране автомата появится число 70?

Иные формулировки

Автомат обрабатывает трёхзначное натуральное число N по следующему алгоритму.

1. Из цифр, образующих десятичную запись N , строятся наибольшее и наименьшее возможные двузначные числа (числа не могут начинаться с нуля).
2. На экран выводится разность полученных двузначных чисел.

Автомат обрабатывает трёхзначное натуральное число N по следующему алгоритму.

1. Из цифр, образующих десятичную запись N , строятся наибольшее и наименьшее возможные двузначные числа (числа не могут начинаться с нуля).
2. На экран выводится разность полученных двузначных чисел.

Введем обозначения:

Пусть a , b и c — цифры трехзначной десятичной записи числа N такие, что $a > b > c > 0$

Тогда максимальное двузначное число будет иметь вид ab а минимальное — cb .

Разница между максимальным и минимальным числом будет иметь вид:

$$\begin{array}{r} ab \\ - \underline{cb} \\ d0 \end{array}$$

Где $d=a-c$.

Чему равно количество чисел N на отрезке $[900; 999]$, в результате обработки которых на экране автомата появится число 70?

Наблюдение 1: среди цифр десятичной записи числа N нет цифры 0 (покажем позднее)

Наблюдение 2: цифра $a=9$

Наблюдение 3: $d=a-c=7$. Отсюда $c=2$

Следствие: $b \in [2; 9]$

Вывод: возможные наборы значений цифр:

1. $a=9, b=2, c=2$: число удовлетворяющее условию $N=922$
2. $a=9, b=3, c=2$: числа удовлетворяющее условию $N:\{923, 932\}$
3. $a=9, b=4, c=2$: числа удовлетворяющее условию $N:\{924, 942\}$
4. $a=9, b=5, c=2$: числа удовлетворяющее условию $N:\{925, 952\}$
5. $a=9, b=6, c=2$: числа удовлетворяющее условию $N:\{926, 962\}$
6. $a=9, b=7, c=2$: числа удовлетворяющее условию $N:\{927, 972\}$
7. $a=9, b=8, c=2$: числа удовлетворяющее условию $N:\{928, 982\}$
8. $a=9, b=9, c=2$: числа удовлетворяющее условию $N:\{929, 992\}$

Ответ: 15

Введем обозначения:

Пусть **a**, **b** и **c** — цифры трехзначной десятичной записи числа N такие, что $a > b > c > 0$

Тогда максимальное двузначное число будет иметь вид **ab** а минимальное — **cb**.

Разница между максимальным и минимальным числом будет иметь вид:

$$\begin{array}{r} ab \\ - \underline{cb} \\ d0 \end{array}$$

Где **d=a-c**.

Рассмотрим иные варианты: $a > b > c = 0$

Минимальное число: b0

Так как по условию числа не могут начинаться с 0

$$\begin{array}{r} ab \\ - \underline{b0} \\ db \end{array}$$

Где **d=a-b**

$a > b = c = 0$

a0

$$\begin{array}{r} a0 \\ - \underline{a0} \\ 0 \end{array}$$

Список литературы

- 1) Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования. Утвержден приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 17 мая 2012 г. N 413
- 2) Минпросвещения России. Институт содержания и методов обучения им. В.С. Леднева. Федеральная рабочая программа среднего общего образования. Информатика (базовый уровень) (для 10-11 классов образовательных организаций). М.: 2025
- 3) Минпросвещения России. Институт содержания и методов обучения им. В.С. Леднева. Федеральная рабочая программа среднего общего образования. Информатика (углубленный уровень) (для 10-11 классов образовательных организаций). М.: 2025
- 4) ФИПИ, Демо-версия КИМ ЕГЭ по информатике 2026 года. Проект.
- 5) ЕГЭ по информатике (2025) [Электронный ресурс]. URL: <https://kpolyakov.spb.ru/school/ege.htm> (дата обращения: 12.11.2025)

Спасибо за внимание!