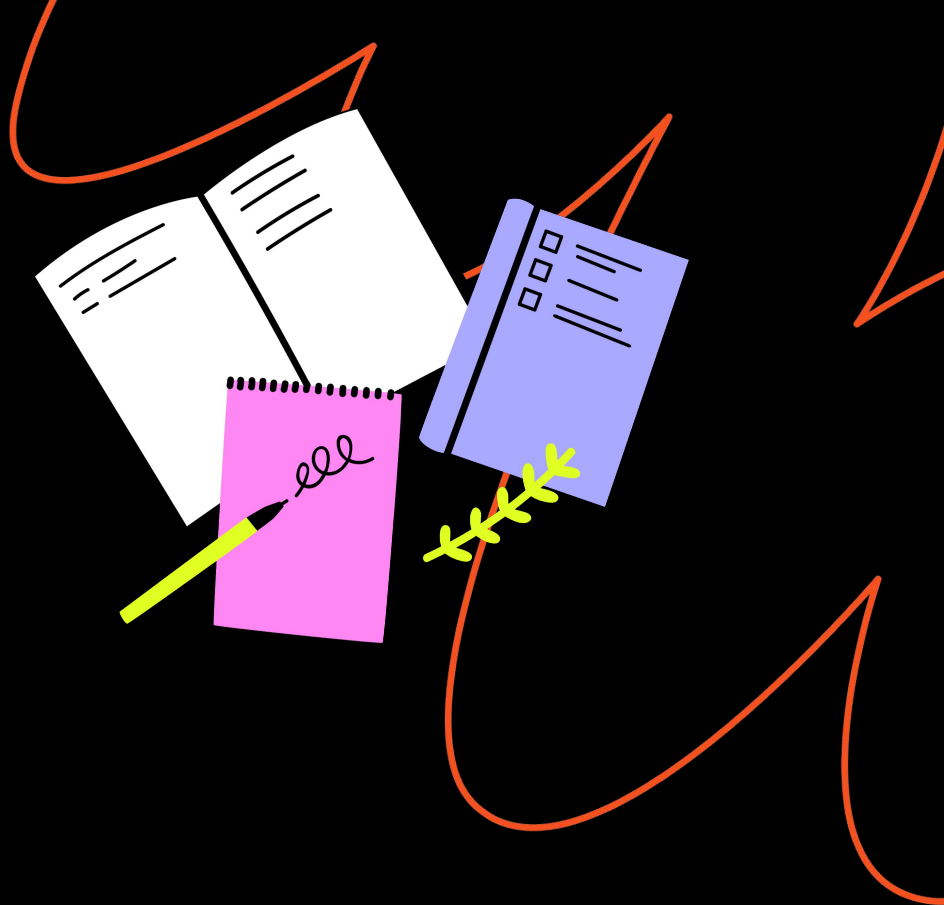
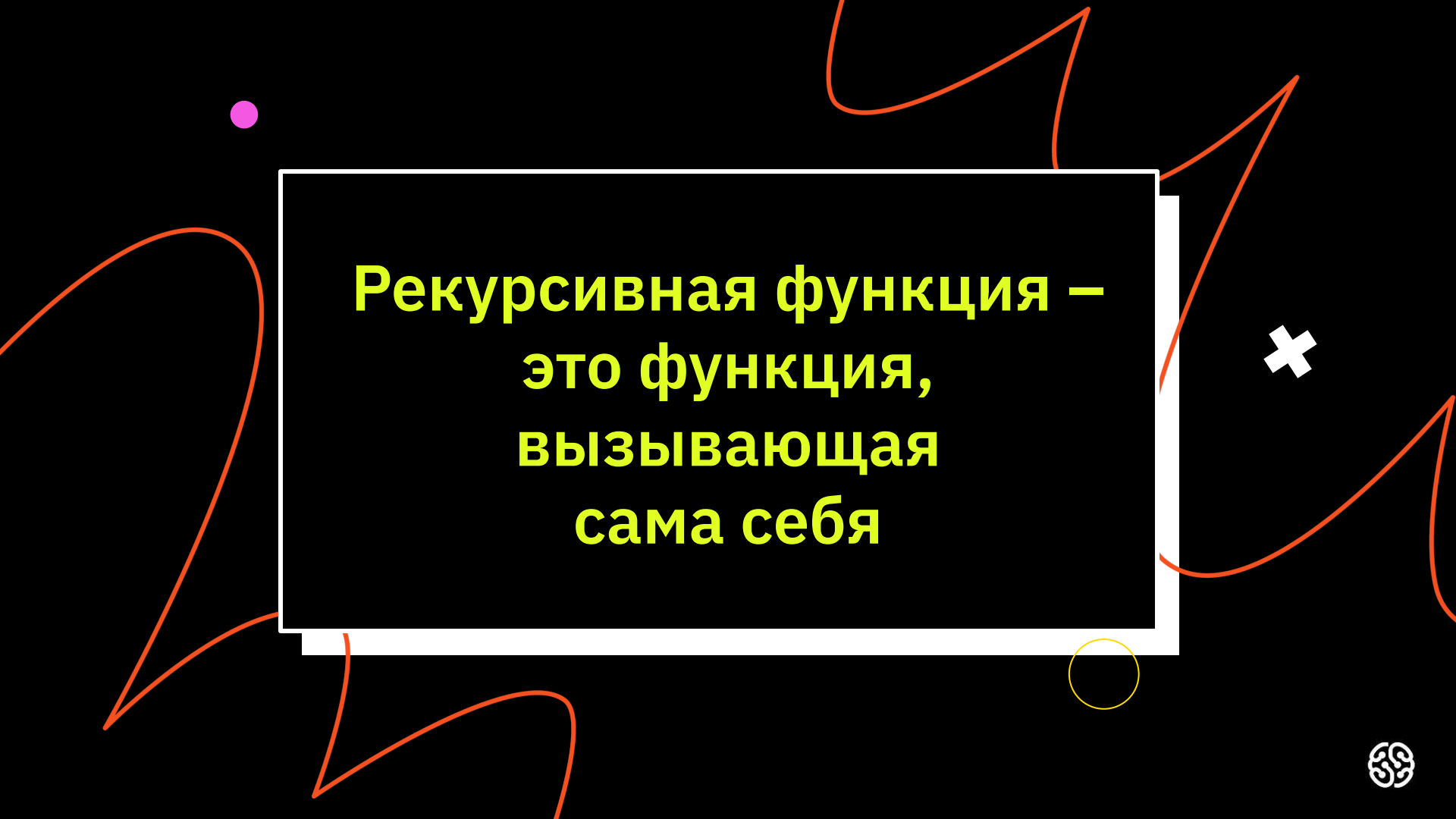




Рекурсия: продолжение





**Рекурсивная функция –
это функция,
вызывающая
сама себя**



Решение некоторых задач



Решение некоторых задач

Сегодня будет код



Решение некоторых задач

Сегодня будет код

Много кода



Решение некоторых задач

Сегодня будет код

Много кода

Очень много кода



Что важно при описании рекурсии?



Что важно при описании рекурсии?

Описать условие выхода!



Решение некоторых задач

Собрать строку с числами от a до b , $a \leq b$



Решение некоторых задач

Собрать строку с числами от a до b, $a \leq b$

```
string NumbersFor(int a, int b)
{
    string result = String.Empty;
    for (int i = a; i <= b; i++)
    {
        result += $"{i} ";
    }
    return result;
}
```



Решение некоторых задач

Собрать строку с числами от a до b, $a \leq b$

```
string NumbersFor(int a, int b)
{
    string result = String.Empty;
    for (int i = a; i <= b; i++)
    {
        result += $"{i} ";
    }
    return result;
}

string NumbersRec(int a, int b)
{
    if (a <= b) return $"{a} " + NumbersRec(a + 1, b);
    else return String.Empty;
}

Console.WriteLine(NumbersFor(1, 10)); // 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Console.WriteLine(NumbersRec(1, 10)); // 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
```



Решение некоторых задач

Собрать строку с числами от a до b , $a \geq b$



Решение некоторых задач

Собрать строку с числами от a до b, $a \geq b$

```
string NumbersFor(int a, int b)
{
    string result = String.Empty;
    for (int i = a; i >= b; i--)
    {
        result += $"{i} ";
    }
    return result;
}
```



Решение некоторых задач

Собрать строку с числами от a до b, $a \geq b$

```
string NumbersFor(int a, int b)
{
    string result = String.Empty;
    for (int i = a; i >= b; i--)
    {
        result += $"{i} ";
    }
    return result;
}
```

```
string NumbersRec(int a, int b)
{
    if (a <= b) return NumbersRec(a + 1, b) + $"{a} ";
    else return String.Empty;
}
```

```
Console.WriteLine(NumbersFor(1, 10)); // 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
Console.WriteLine(NumbersRec(1, 10)); // 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
```



Решение некоторых задач

Сумма чисел от 1 до n



Решение некоторых задач

Сумма чисел от 1 до n

```
int SumFor(int n)
{
    int result = 0;
    for (int i = 1; i <= n; i++) result += i;
    return result;
}
```



Решение некоторых задач

Сумма чисел от 1 до n

```
int SumFor(int n)
{
    int result = 0;
    for (int i = 1; i <= n; i++) result += i;
    return result;
}

int SumRec(int n)
{
    if (n == 0) return 0;
    else return n + SumRec(n - 1);
}

Console.WriteLine(SumFor(10)); // 55
Console.WriteLine(SumRec(10)); // 55
```



Решение некоторых задач

Факториал числа



Решение некоторых задач

Факториал числа

```
int FactorialFor(int n)
{
    int result = 1;
    for (int i = 1; i <= n; i++) result *= i;
    return result;
}
```



Решение некоторых задач

Факториал числа

```
int FactorialFor(int n)
{
    int result = 1;
    for (int i = 1; i <= n; i++) result *= i;
    return result;
}

int FactorialRec(int n)
{
    if (n == 1) return 1;
    else return n * FactorialRec(n - 1);
}

Console.WriteLine(FactorialFor(10)); // 3628800
Console.WriteLine(FactorialRec(10)); // 3628800
```



Решение некоторых задач

Вычислить a^n



Решение некоторых задач

Вычислить a^n

```
int PowerFor(int a, int n)
{
    int result = 1;
    for (int i = 1; i <= n; i++) result *= a;
    return result;
}
```



Решение некоторых задач

Вычислить a^n

```
int PowerFor(int a, int n)
{
    int result = 1;
    for (int i = 1; i <= n; i++) result *= a;
    return result;
}

int PowerRec(int a, int n)
{
    //return n == 0 ? 1 : PowerRec(a, n - 1) * a;
    if (n == 0) return 1;
    else return PowerRec(a, n - 1) * a;
}
```

```
Console.WriteLine(PowerFor(2, 10)); // 1024
Console.WriteLine(PowerRec(2, 10)); // 1024
```



Флешбеки

Базовая математика, которая пригодится всем

Степени

$$2^{28} = 2 \times 2$$

27 операций умножения

$$2^{28} = \{2\} = (2^{14})^2 = \{2\} = ([2^7]^2)^2 = \{1\} = ([2^6 \times 2^1]^2)^2 = \{2\} =([(2^3)^2 \times 2^1]^2)^2 = \{1\} = 268\,435\,456$$

6 операций



Флешбеки

Базовая математика, которая пригодится всем

Степени

$$2^3 * 2^5 = 2^8$$

$$a^m * a^n = a^{(m+n)} \quad \{1\}$$

$$2^{12} = (2^2)^6$$

$$(a^m)^n = a^{(m*n)} \quad \{2\}$$

$$2^{28} = 2 \times 2$$

27 операций умножения

$$2^{28} = \{2\} = (2^{14})^2 = \{2\} = ([2^7]^2)^2 = \{1\} = ([2^6 \times 2^1]^2)^2 = \{2\} = (((2^3)^2 \times 2^1)^2)^2 = \{1\} = 268\,435\,456$$

6 операций



Решение некоторых задач

Вычислить a^n

```
int PowerFor(int a, int n)
{
    int result = 1;
    for (int i = 1; i <= n; i++) result *= a;
    return result;
}
```

```
int PowerRec(int a, int n)
{
    return n == 0 ? 1 : PowerRec(a, n - 1) * a;
    if (n == 0) return 1;
    else return PowerRec(a, n - 1) * a;
}
```

```
Console.WriteLine(PowerFor(2, 10)); // 1024
Console.WriteLine(PowerRec(2, 10)); // 1024
```



Решение некоторых задач

Вычислить a^n

```
int PowerFor(int a, int n)
{
    int result = 1;
    for (int i = 1; i <= n; i++) result *= a;
    return result;
}
```

```
int PowerRec(int a, int n)
{
    return n == 0 ? 1 : PowerRec(a, n - 1) * a;
    if (n == 0) return 1;
    else return PowerRec(a, n - 1) * a;
}
```

```
int PowerRecMath(int a, int n)
{
    if (n == 0) return 1;
    else if (n % 2 == 0) return PowerRecMath(a * a, n / 2);
    else return PowerRecMath(a, n - 1) * a;
}
```

```
Console.WriteLine(PowerFor(2, 10)); // 1024
Console.WriteLine(PowerRec(2, 10)); // 1024
Console.WriteLine(PowerRecMath(2, 10)); // 1024
```



Решение некоторых задач

Перебор слов

В некотором машинном алфавите имеются четыре буквы «а», «и», «с» и «в». Покажите все слова, состоящие из 7 букв, которые можно построить из букв этого алфавита



Решение некоторых задач

Перебор слов

```
char[] s = { 'a', 'и', 'с', 'в' };
```



Решение некоторых задач

Перебор слов

```
char[] s = { 'a', 'и', 'с', 'в' };  
  
int count = s.Length;  
  
int n = 1;  
  
for (int i = 0; i < count; i++)  
{  
    Console.WriteLine($"{n++,-5}{s[i]}");  
}
```



Решение некоторых задач

Перебор слов

```
char[] s = { 'a', 'и', 'с', 'в' };

int count = s.Length;

int n = 1;

for (int i = 0; i < count; i++)
{
    for (int j = 0; j < count; j++)
    {
        Console.WriteLine($"{n++,-5}{s[i]}{s[j]}");
    }
}
```



Решение некоторых задач

Перебор слов

```
char[] s = { 'a', 'и', 'с', 'в' };

int count = s.Length;

int n = 1;

for (int i = 0; i < count; i++)
{
    for (int j = 0; j < count; j++)
    {
        for (int k = 0; k < count; k++)
        {
            Console.WriteLine($"{n++,-5}{s[i]}{s[j]}{s[k]}");
        }
    }
}
```



Решение некоторых задач

Перебор слов

```
char[] s = { 'a', 'и', 'с', 'в' };

int count = s.Length;

int n = 1;

for (int i = 0; i < count; i++)
{
    for (int j = 0; j < count; j++)
    {
        for (int k = 0; k < count; k++)
        {
            for (int l = 0; l < count; l++)
            {
                Console.WriteLine($"{n++,-5}{s[i]}{s[j]}{s[k]}{s[l]}");
            }
        }
    }
}
```



Решение некоторых задач

Перебор слов

```
char[] s = { 'a', 'и', 'c', 'в' };

int count = s.Length;

int n = 1;

for (int i = 0; i < count; i++)
{
    for (int j = 0; j < count; j++)
    {
        for (int k = 0; k < count; k++)
        {
            for (int l = 0; l < count; l++)
            {
                for (int m = 0; m < count; m++)
                {
                    Console.WriteLine($"{n++,-5}{s[i]}{s[j]}{s[k]}{s[l]}{s[m]}");
                }
            }
        }
    }
}
```



Решение некоторых задач

Общее решение

Без рекурсии?

ГРОМКО ПИШЕМ КОММЕНТАРИИ (:



Флешбеки

Что ты такое?

Базовая математика, которая пригодится всем

Есть 5 игроков

Нужно показать все разбиения игроков на две команды

0 - игрок попадает в первую команду

1 - игрок попадает во вторую команду

попробуйте адаптировать



Решение некоторых задач

Общее решение



Решение некоторых задач

Общее решение

```
void FindWords(string alphabet, char[] word, int length = 0)
{
    if (length == word.Length)
    {
        Console.WriteLine($"{n++} {new String(word)}"); return;
    }

    for (int i = 0; i < alphabet.Length; i++)
    {
        char c = alphabet[i];
        if (c == word[length])
        {
            FindWords(alphabet, word, length + 1);
        }
    }
}

FindWords("аисв", new char[5]);
```



Решение некоторых задач

Общее решение

```
void FindWords(string alphabet, char[] word, int length = 0)
{
    if (length == word.Length)
    {
        Console.WriteLine($"{n++} {new String(word)}"); return;
    }
    for (int i = 0; i < alphabet.Length; i++)
    {
        word[length] = alphabet[i];
        FindWords(alphabet, word, length + 1);
    }
}

FindWords("аисв", new char[5]);
```



Решение некоторых задач

Общее решение

```
void FindWords(string alphabet, char[] word, int length = 0)
{
    if (length == word.Length)
    {
        Console.WriteLine($"{n++} {new String(word)}"); return;
    }
    for (int i = 0; i < alphabet.Length; i++)
    {
        word[length] = alphabet[i];
        FindWords(alphabet, word, length + 1);
    }
}

FindWords("аисв", new char[5]);
```



Решение некоторых задач

Ещё рекурсия



Решение некоторых задач

Как посмотреть содержимое папки?



Решение некоторых задач

Как посмотреть содержимое папки?

```
void CatalogInfo(string path, string indent = "")
{
    DirectoryInfo catalogs = new DirectoryInfo(path);

    foreach (var currentCatalog in catalogs.GetDirectories())
    {
        Console.WriteLine($"{indent}{currentCatalog.Name}");
        CatalogInfo(currentCatalog.FullName, indent + "  ");
    }

    foreach (var item in catalogs.GetFiles())
    {
        Console.WriteLine($"{indent}{item.Name}");
    }
}

string path = @"Users/sergejkamaneckij/Projects/HelloCode";
CatalogInfo(path);
```



Решение некоторых задач

Игра в пирамидки



Решение некоторых задач

Игра в пирамидки

<http://rebus1.com/index.php?item=tower>



Решение некоторых задач

Игра в пирамидки

```
void Towers(string with = "1", string on = "3", string some = "2", int count = 3)
{
    if (count > 1) Towers(with, some, on, count - 1);
    Console.WriteLine($"{with} >> {on}");
    if (count > 1) Towers(some, on, with, count - 1);
}
```



Решение некоторых задач

Обход разных структур



Решение некоторых задач

Обход разных структур

$((4 - 2) * (1 + 3)) / 10$



Решение некоторых задач

Обход разных структур

/

$((4 - 2) * (1 + 3)) \quad 10$



Решение некоторых задач

Обход разных структур

$$\frac{(4 - 2) * (1 + 3)}{10}$$



Решение некоторых задач

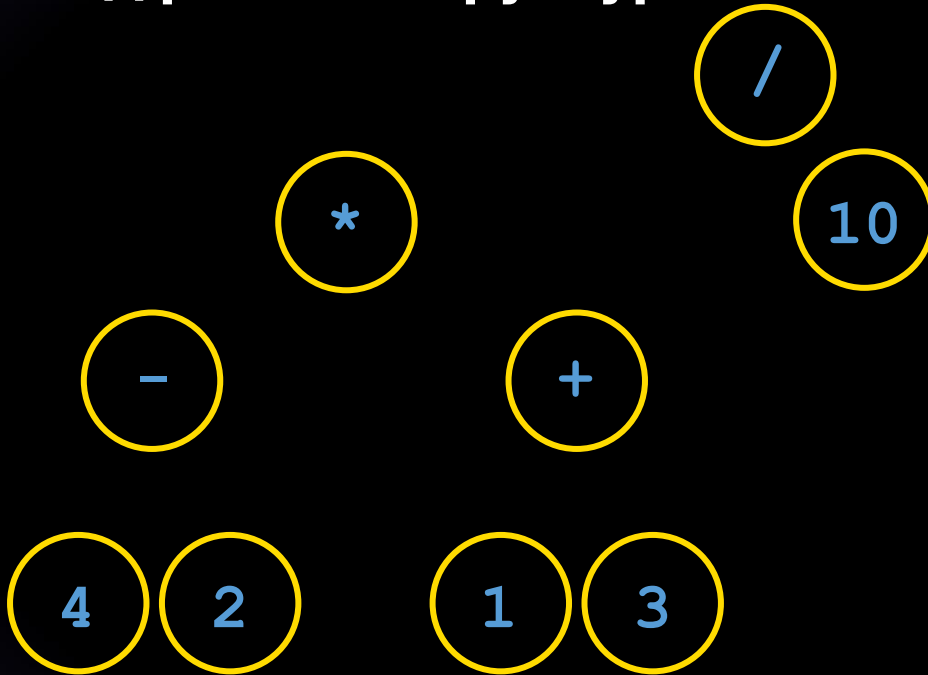
Обход разных структур

$$\begin{array}{ccccccc} & & & & / & & \\ & & * & & & 10 & \\ - & & & + & & & \\ 4 & 2 & & 1 & 3 & & \end{array}$$



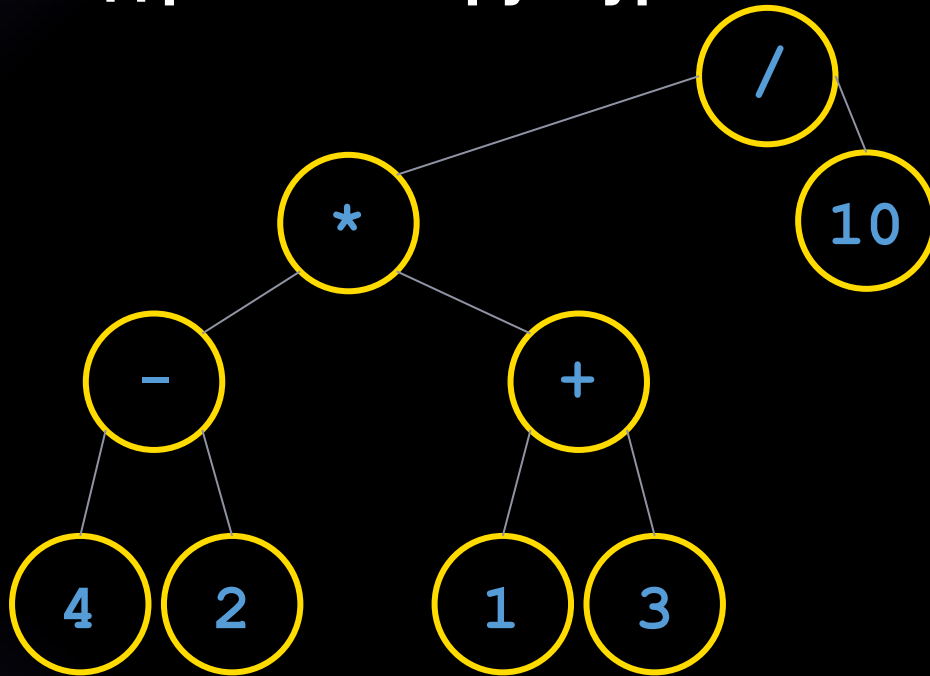
Решение некоторых задач

Обход разных структур



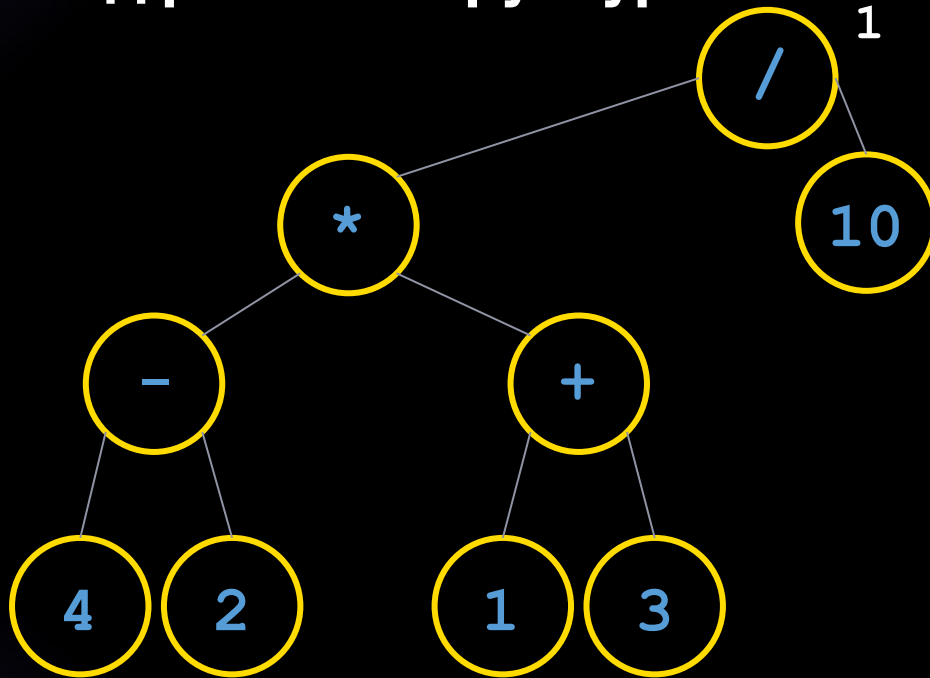
Решение некоторых задач

Обход разных структур



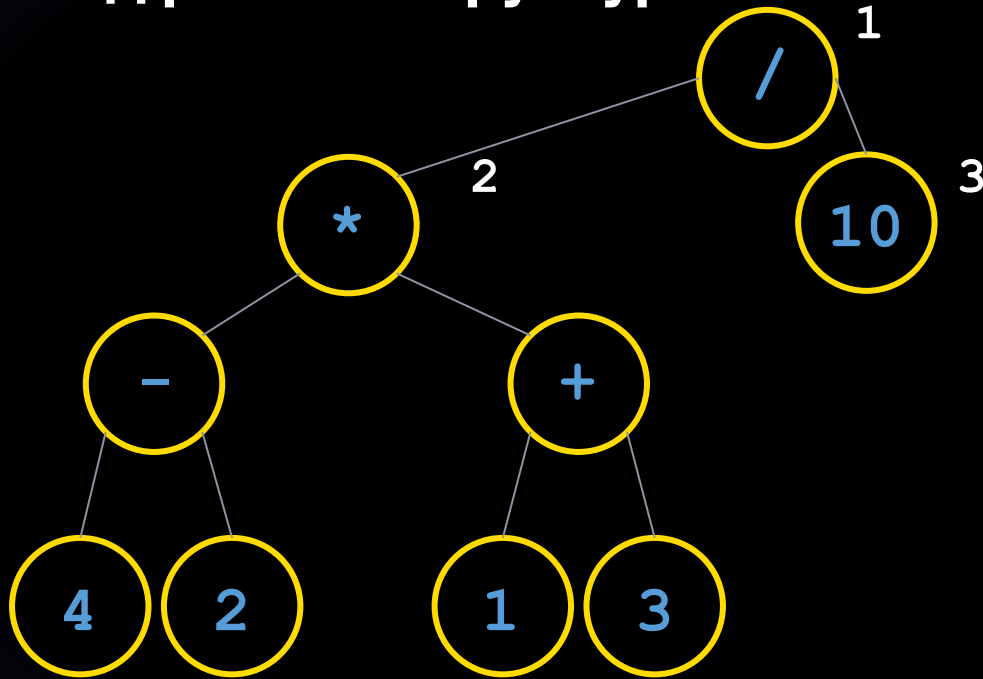
Решение некоторых задач

Обход разных структур



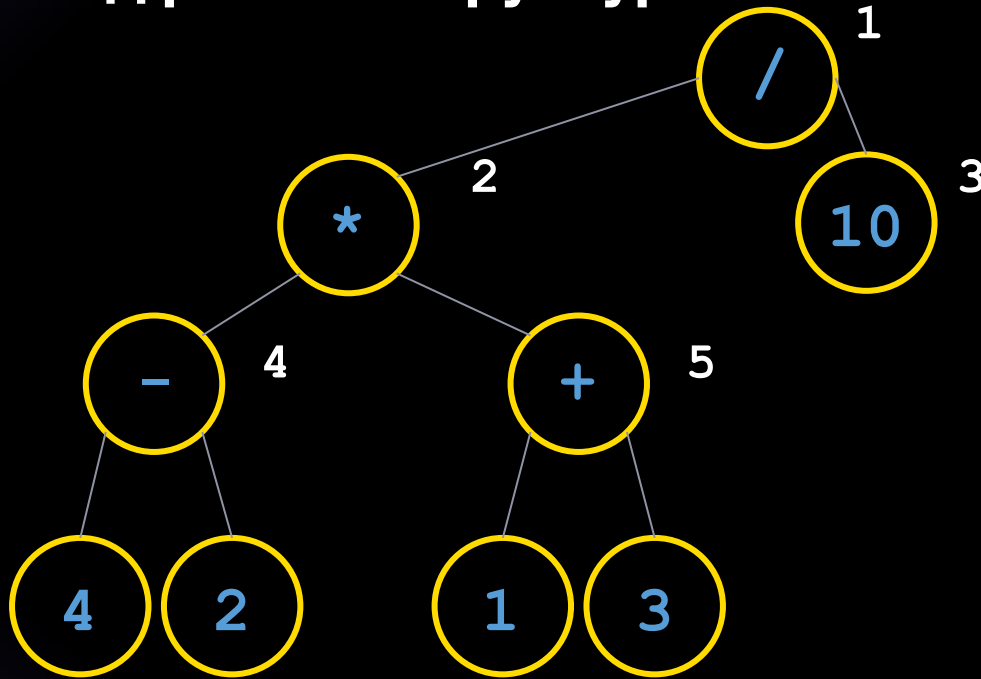
Решение некоторых задач

Обход разных структур



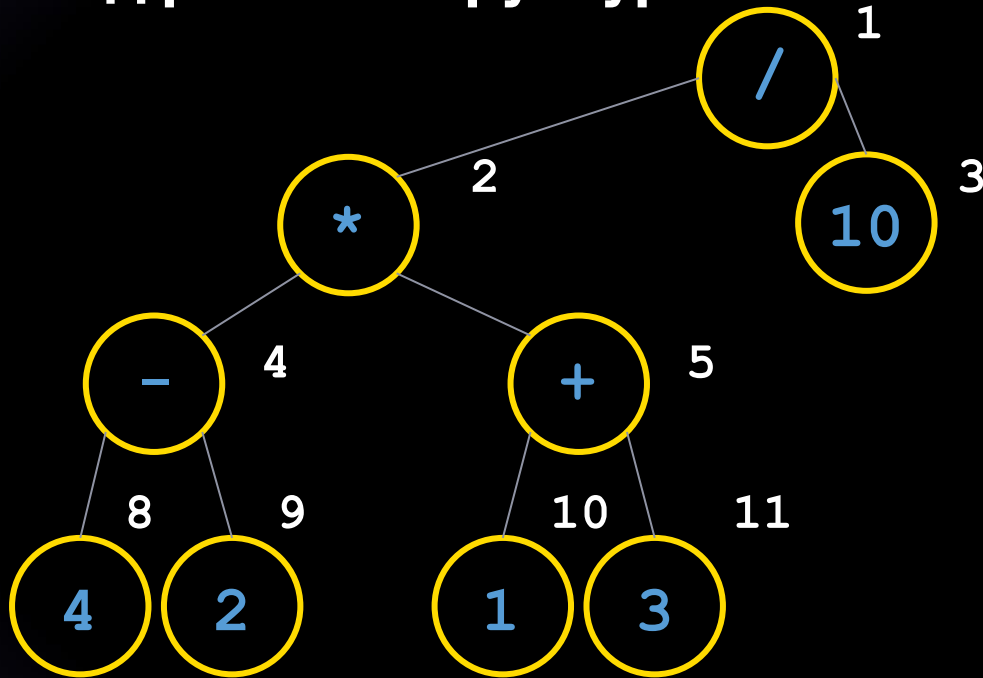
Решение некоторых задач

Обход разных структур



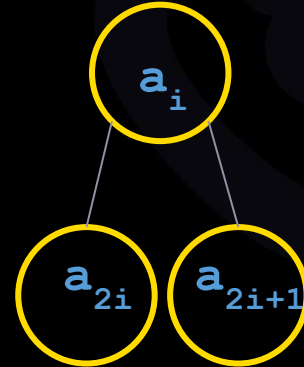
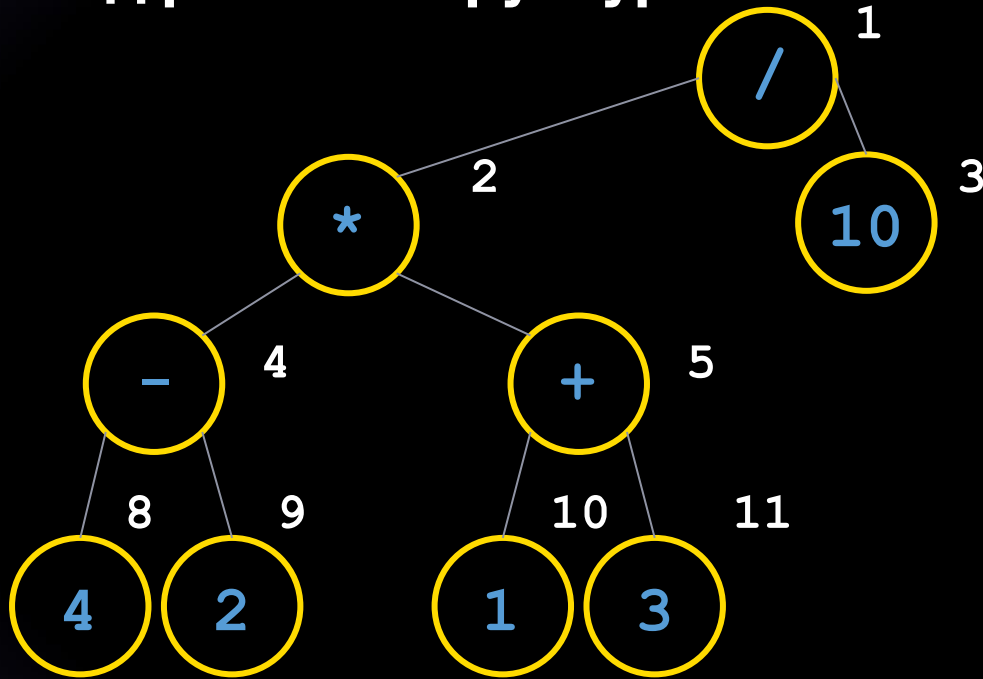
Решение некоторых задач

Обход разных структур



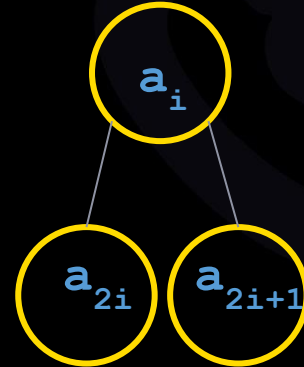
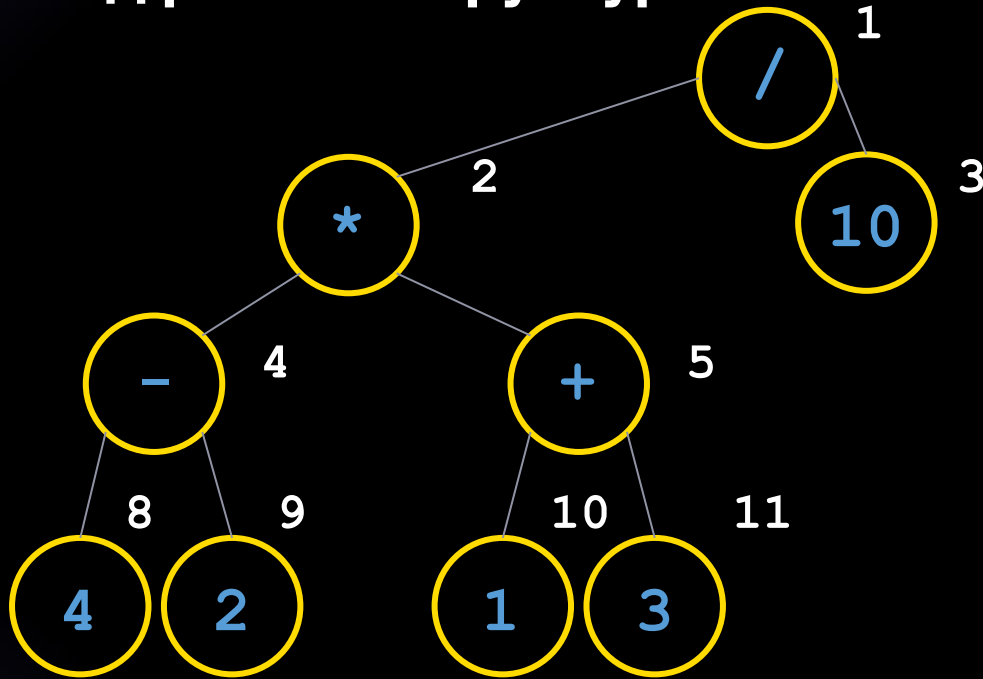
Решение некоторых задач

Обход разных структур



Решение некоторых задач

Обход разных структур



Решение некоторых задач

Обход разных структур

```
string[] tree = { emp, "/", "*", "10", "-", "+", emp, emp, "4", "2", "1", "3" };  
//              0   1   2   3   4   5   6   7   8   9   10  11
```



Решение некоторых задач

Обход разных структур

```
string[] tree = { emp, "/", "*", "10", "-", "+", emp, emp, "4", "2", "1", "3" };  
//           0   1   2   3   4   5   6   7   8   9   10  11  
void InOrderTraversal(int pos = 1)  
{  
    if (pos < tree.Length)  
    {  
        int left = 2 * pos;  
        int right = 2 * pos + 1;  
        if (left < tree.Length && !String.IsNullOrEmpty(tree[left])) InOrderTraversal(left);  
        Console.WriteLine(tree[pos]);  
        if (right < tree.Length && !String.IsNullOrEmpty(tree[right])) InOrderTraversal(right);  
    }  
}
```



Решение некоторых задач

Обход разных структур

Про деревья [[url](#)]

Про обходы [[url](#)]

Книги по алгоритмам из рекомендованного списка

Пример [[1](#) | [2](#)]



Решение некоторых задач

HTML

JSON

XML

Разбор выражений

Анализ текста

Обход графа

и т.д.



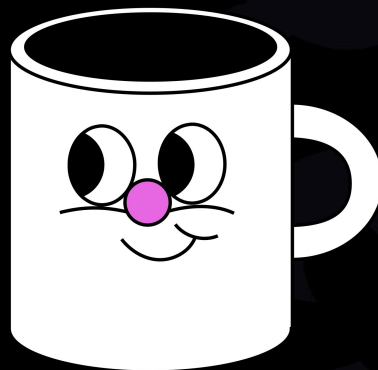
Решение некоторых задач

Обратная сторона медали - ошибки



Ошибочки

- OutMemory
- StackOverflow
- Slowly




Ошибочки

```
int[,] pic = new int[1000, 1000];  
for (int i = 0; i < 1000; i++)  
{  
    pic[0, i] = 1;  
    pic[i, 0] = 1;  
    pic[i, 999] = 1;  
    pic[999, i] = 1;  
}
```





**Спасибо
за внимание**

A yellow smiley face is drawn over the text. It has two vertical lines for eyes and a curved line for a mouth.