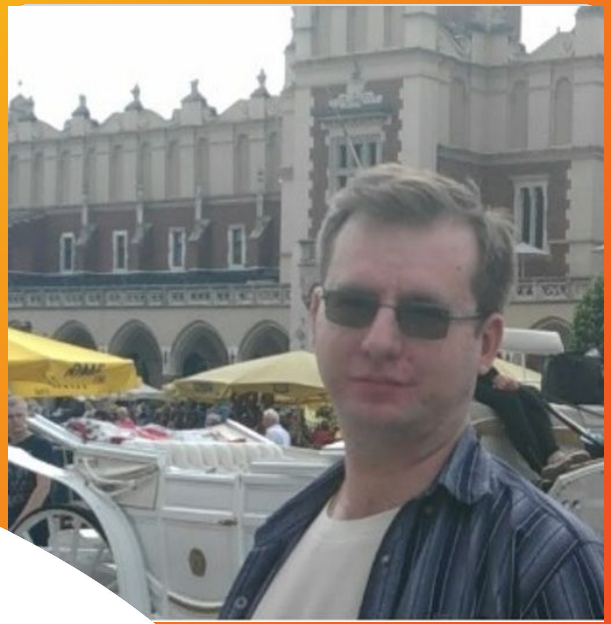
Algorithms 3

TEL-RAN
by Starta Institute

Рекурсия и итерация

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ



TEL-RAN
by Starta Institute

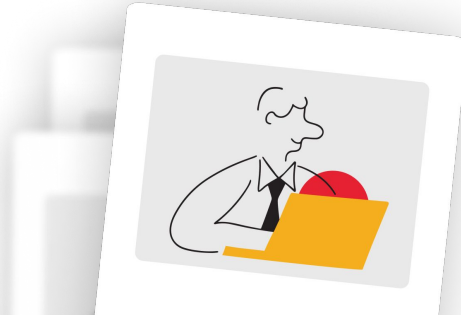
Артем Гордийчук

Full-stack software engineer

- Более 8 лет опыта работы
- Java, Spring, Hibernate, AWS, Oracle, PostgreSQL
- Проекты связанные с банковской, финансовой деятельность, e-commerce
-

artemsgor@gmail.com

www.linkedin.com/in/artem-g-48071a61



ВАЖНО:

- Камера должна быть включена на протяжении всего занятия.
- Если у Вас возник вопрос в процессе занятия, пожалуйста, поднимите руку и дождитесь, пока преподаватель закончит мысль и спросит Вас, также можно задать вопрос в чате или когда преподаватель скажет, что начался блок вопросов.
- Организационные вопросы по обучению решаются с кураторами, а не на тематических занятиях.
- Вести себя уважительно и этично по отношению к остальным участникам занятия.
- Во время занятия будут интерактивные задания, будьте готовы включить камеру или демонстрацию экрана по просьбе преподавателя.

TEL-RAN
by Starta Institute

ПЛАН ЗАНЯТИЯ

1. Повторение изученного
2. Вопросы по повторению
3. Разбор домашнего задания
4. Основной блок
5. Вопросы по основному блоку
6. Задание для закрепления
7. Оставшиеся вопросы

TEL-RAN
by Starta Institute

TEL-RAN
by Starta Institute

1 ПОВТОРЕНИЕ ИЗУЧЕННОГО

Повторение

TEL-RAN
by Starta Institute

Big-O notation

- Asymptotic analysis
- Growth Order
- Constant - O(1) (константная)
- Logarithmic - O(log n) (логарифмическая)
- Linear - O(n) (линейная)
- Linearithmetic - O(n log n) (линейно-логарифмическая)
- Quadratic - O(n 2) (квадратичная)
- O(n!) — (факториальная)
- Best, average and worst case
- What are we measuring

Повторение. Экспресс-опрос

TEL-RAN
by Starta Institute

Вопрос 1.

Как узнать, какой алгоритм из двух лучше для решения конкретной задачи?

Вопрос 2.

Как вы поняли, что описывает порядок роста?

Вопрос 3.

Почему скорость алгоритма измеряется в количестве операций, а не в секундах?

TEL-RAN
by Starta Institute

2 ВОПРОСЫ ПО ПОВТОРЕНИЮ

Введение

TEL-RAN
by Starta Institute

Рекурсия и итерация

- Что такое рекурсия
- Математическая интерпретация
- Как хранится в памяти
- Базовое условие в рекурсии
- Хвостовая и не хвостовая рекурсия
- Выделение памяти для разных вызовов
- Рекурсия VS Итерация
- Недостатки рекурсивного подхода по сравнению с итеративным
- Итоги

TEL-RAN
by Starta Institute

3 РАЗБОР ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ

Какова временная сложность?

task 1 = Best O(1), Worst O(n)

task 2 = O(n^2)

task 3 = O(n log n)

task 4 = O(log n)

Какова временная сложность?

Задание 1

TEL-RAN
by Starta Institute

Реализация на Java

```java
void test1(int n) {
    if (n == 1) {
        return;
    }
    for (int i = 1; i <= n; i++) { // cost = 3 times = n
        for (int j = 1; j <= n; j++) { // cost = 3 times = 1
            System.out.println("*");
            break;
        }
    }
} // best O(1), worst 3(n)*3+1 = O(n)
```

Реализация на Java Script

```javascript
function test1(n) {
    if (n === 1) {
        return;
    }
    for (let i = 1; i <= n; i++) { // cost = 3 times = n
        for (let j = 1; j <= n; j++) { // cost = 3 times = 1
            console.log("*");
            break;
        }
    }
} // best O(1), worst 3(n)*3+1 = O(n)
```

Какова временная сложность?

Задание 2

TEL-RAN
by Starta Institute

Реализация на Java

```java
void test2(int n) {
    int a = 0;
    int i;
    int j;
    for (i = 0; i < n; i++) { // cost = 3 times = n + 1
        for (j = n; j > i; j--) { // cost = 3 times = n - 1
            a = a + i + j;
        }
    }
} // (3+n)*(3+n-1) = n^2+5n+6 = O(n^2)
```

Реализация на Java Script

```javascript
function test2(n) {
    let a = 0;
    let i, j;
    for (i = 0; i < n; i++) { // cost = 3 times = n + 1
        for (j = n; j > i; j--) { // cost = 3 times = n - 1
            a = a + i + j;
        }
    }
} // (3+n)*(3+n-1) = n^2+5n+6 = O(n^2)
```

Какова временная сложность?

Задание 3

TEL-RAN
by Starta Institute

Реализация на Java

```java
void test3(int n) {
    int a = 0; int i; int j;
    for (i = n / 2; i <= n; i++) { // cost = 4 times = n/2
        for (j = 2; j <= n; j = j * 2) { // cost = 4 times = (n = 8) (j = 2,4,8) j^x = n = log(n)
            a = a + n / 2;
        }
    }
} // 4*n/2*log(n) = O(n log n)
```

Реализация на Java Script

```javascript
function test3(n) {
    let a = 0;
    let i, j;
    for (i = Math.floor(n / 2); i <= n; i++) { // cost = 4 times = n/2
        for (j = 2; j <= n; j = j * 2) { // cost = 4 times = (n = 8) (j = 2,4,8) j^x = n = log(n)
            a = a + Math.floor(n / 2);
        }
    }
} // 4n/2log(n) = O(n log n)
```

Какова временная сложность?

Задание 4

TEL-RAN
by Starta Institute

Реализация на Java

```java
void test4(int n) {
    int a = 0;
    int i = n;
    while (i > 0) { // cost = 1 times = i/2 = n^x (n = 32 = n/2 = 2^4 = 16)
        a += i;
        i /= 2;
    }
} // 1+n/2^x = O(log n)
```

Реализация на Java Script

```javascript
function test4(n) {
    let a = 0;
    let i = n;
    while (i > 0) { // cost = 1 times = i/2 = n^x (n = 32 = n/2 = 2^4 = 16)
        a += i;
        i = Math.floor(i / 2);
    }
} // 1+n/2^x = O(log n)
```

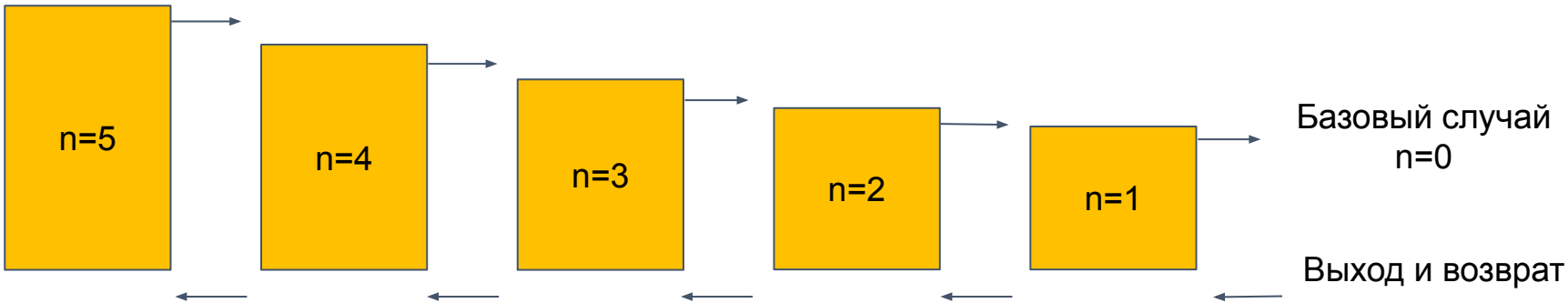
TEL-RAN
by Starta Institute

4 ОСНОВНОЙ БЛОК

What is Recursion

TEL-RAN
by Starta Institute

- Процесс, в котором функция прямо или косвенно вызывает сама себя, называется рекурсией, а соответствующая функция называется рекурсивной функцией.
- Важно! Мы должны обеспечить определенный случай, чтобы завершить этот процесс рекурсии.
- Каждый раз функция вызывает себя с более простой версией исходной задачи.



Задача сводится к конкретному значению

Recursion – математическая интерпретация

TEL-RAN
by Starta Institute

Подход №1

n = 5

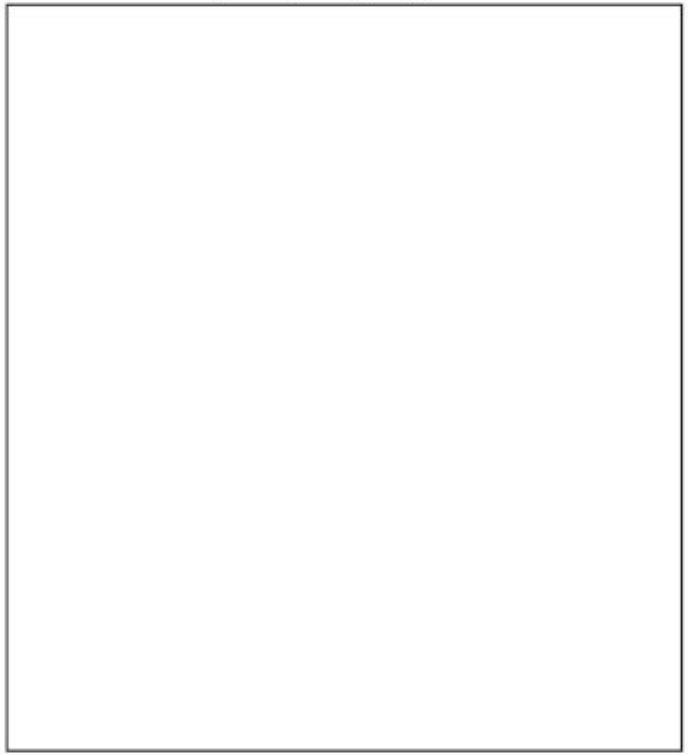
function(n) = for(1+2+3+4+...+n) → res = res+1, i<=n

Подход №2

n=5

function(n) = n+function(n-1) → n = 1

Пример подхода №2



Базовое условие

TEL-RAN
by Starta Institute

Рекурсия работает пока не достигнет базового случая.

```
int fanc(int n) {

If (n<=1) // base case

return 1;

else

return n*fanc(n-1);

}
```

```
int fanc(int n) {

If (n==100) // base case

return 1;

else

return n*fanc(n-1);

}
```

Вопрос: какой базовый случай сработает, если n = 30?

Типы рекурсии

TEL-RAN
by Starta Institute

Прямая рекурсия

Функция вызывает ту же функцию.

```
int directRec() {
// ... some code
directRec()
// ... some code
}
```

Косвенная рекурсия

Функция вызывает другую функцию, а другая функция прямо или косвенно вызывает первую.

```
int indirectRec1() {
// ... some code
indirectRec2()
// ... some code
}
```

```
int indirectRec2() {
// ... some code
indirectRec1()
// ... some code
}
```

Recursion VS Iteration

TEL-RAN
by Starta Institute

Рекурсия	Итерация
Прекращается, когда базовый случай становиться истинным	Прекращается когда условие становиться ложным
Используется с функциями	Используется с циклами
Каждому рекурсивному вызову требуется дополнительное место в памяти стека	Каждая итерация не требует дополнительного места
Меньший размер кода	Больший размер кода

Важно:

TEL-RAN
by Starta Institute

- В рекурсии есть два типа случаев: рекурсивный и базовый
- Базовый случай используется для завершения рекурсивной функции
- Каждый рекурсивный вызов создает новую копию этого метода в памяти стека
- Бесконечная рекурсия может привести к нехватке памяти (StackOverFlow)
- Примеры задач с использованием рекурсии:
    - сортировка слиянием,
    - быстрая сортировка,
    - Ханойская башня,
    - ряд Фибонначи,
    - Факториальная задача, ...

Memory and Stack

TEL-RAN
by Starta Institute

- Рекурсия использует больше памяти.
- Рекурсивная функция использует структуру LIFO (Last In First Out) - Stack
- Память для вызываемой функции выделяется поверх памяти, выделенной для вызывающей функции.
- Для каждого вызова функции создается другая копия локальных переменных.
- Когда базовый случай достигнут, функция возвращает свое значение функции, которой она вызывается, и память освобождается.

Экспресс-опрос

TEL-RAN
by Starta Institute

- **Вопрос 1.**

  Что такое рекурсия?

- **Вопрос 2.**

  Базовый случай - это?

Пример 1:

TEL-RAN
by Starta Institute

Реализация на Java итерационный путь:

```
private static int functionIteration(int n) {
    int res = 0;
    for (int i = 0; i <= n; i++) {
        res = res + i;
        System.out.println("res = " + res + "; n = " + n);
    }
    return res;
}
```

Реализация на Java рекурсивный путь:

```
private static int functionRecursion(int n) {
    if (n == 1) {
        return 1;
    }
    int res = n + functionRecursion(n - 1);
    System.out.println("res = " + res + "; n = " + n);
    return res;
}
```

Пример 1:

TEL-RAN
by Starta Institute

Реализация на JS итерационный путь:

```
function functionIteration(n) {
    let res = 0;
    for (let i = 0; i <= n; i++) {
        res = res + i;
        console.log(`res = ${res}; n = ${n}`);
    }
    return res;
}
```

Реализация на JS рекурсивный путь:

```
function recursiveFunction(n) {
    if (n === 1) {
        return 1;
    }
    let res = n + recursiveFunction( n: n - 1);
    console.log(`res = ${res}; n = ${n}`);
    return res;
}
```

TEL-RAN
by Starta Institute

5 ВОПРОСЫ ПО ОСНОВНОМУ БЛОКУ

TEL-RAN
by Starta Institute

6 ЗАДАНИЕ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ

Пример 2:

TEL-RAN
by Starta Institute

Реализация на Java

```java
private static int funRecursion(int x, int y) {
    if (x == 0) {
        return y;
    } else {
        int res = funRecursion(x - 1, x + y);
        System.out.println("res = " + res + "; x = " + x + "; y = " + y);
        return res;
    }
}
```

Реализация на Java Script

```javascript
function funRecursion(x, y) {
    if (x === 0) {
        return y;
    } else {
        let res = funRecursion(x - 1, x + y);
        console.log(`Res = ${res}; x = ${x}; y = ${y}`);
        return res;
    }
}
```

ЗАДАНИЕ

TEL-RAN
by Starta Institute

Задание для закрепления:

```
private static int funRecursion(int x, int y) {
  if (x == 0) {
     return y;
  } else {
     int res = funRecursion(x - 1, x + y);
     System.out.println("res = " + res + "; x = " + x + "; y = " + y);
     return res;
  }
}
```

Реализовать метод funIteration(x, y)
Для решения использовать итерационный подход

Реализация задания

TEL-RAN
by Starta Institute

Реализация на Java

```java
private static int funIteration(int x, int y) {
    for (int i = 0; i < x; i++) {
        System.out.println("x = " + (x - i) +" y = " + y);
        y = (x - i) + y;
    }
    return y;
}
```

Реализация на Java Script

```javascript
function funIteration(x, y) {
    for (let i = 0; i < x; i++) {
        console.log(`x = ${x - i} y = ${y}`);
        y = (x - i) + y;
    }
    return y;
}
```

Пример 3:

TEL-RAN
by Starta Institute

Реализация на Java

```java
public static int countConsonantIteration(String str) {
    int count = 0;
    for (int i = 0; i < str.length(); i++) {
        if (isConsonant(str.charAt(i))) {
            count++;
        }
    }
    return count;
}
```

```java
private static boolean isConsonant(char letter) {
    letter = Character.toUpperCase(letter);
    if (letter >= 65
            && letter <= 90
            && !(letter == 'A'
            || letter == 'E'
            || letter == 'I'
            || letter == 'O'
            || letter == 'U')) {
        return true;
    }
    return false;
}
```

Пример 3:

TEL-RAN
by Starta Institute

Реализация на Java Script

```
function countConsonantIteration(str) {
    let count = 0;
    for(let i = 0; i < str.length; i++) {
        if(isConsonant(str[i])) {
            count++;
        }
    }
    return count;
}
```

```
function isConsonant(letter) {
    letter = letter.toUpperCase();
    return letter.charCodeAt() >= 65
        && letter.charCodeAt() <= 90
        && !(letter === 'A'
            || letter === 'E'
            || letter === 'I'
            || letter === 'O'
            || letter === 'U');
}
```

ЗАДАНИЕ

TEL-RAN
by Starta Institute

Задание для закрепления:

```
public static int countConsonantIteration(String str) {
   int count = 0;
   for (int i = 0; i < str.length(); i++) {
      if (isConsonant(str.charAt(i))) {
         count++;
      }
   }
   return count;
}
```

Реализовать метод countConsonantRecursion(str, strLength)
Для решения использовать рекурсивный подход

Реализация задания

TEL-RAN
by Starta Institute

Реализация на Java

```java
public static int countConsonantRecursion(String str, int n) {
    int res = 0;
    if (n == 1) {
        res = isConsonant(str.charAt(0)) ? 1 : 0;
        System.out.println("Now res = " + res);
        return res;
    }
    if (isConsonant(str.charAt(n - 1))) {
        res = countConsonantRecursion(str, n - 1) + 1;
        System.out.println("Now res = " + res);
        return res;
    } else {
        res = countConsonantRecursion(str, n - 1);
        System.out.println("Now res = " + res);
        return res;
    }
}
```

Реализация на Java Script

```javascript
function countConsonantRecursion(str, n) {
    let res = 0;
    if (n === 1) {
        res = isConsonant(str[0]) ? 1 : 0;
        console.log(`Now res = ${res}`);
        return res;
    }
    if (isConsonant(str[n - 1])) {
        res = countConsonantRecursion(str, n - 1) + 1;
        console.log(`Now res = ${res}`);
        return res;
    } else {
        res = countConsonantRecursion(str, n - 1);
        console.log(`Now res = ${res}`);
        return res;
    }
}
```

TEL-RAN
by Starta Institute

7 ОСТАВШИЕСЯ ВОПРОСЫ

Домашнее задание

TEL-RAN
by Starta Institute

Ханойская башня

Задача заключается в следующем. Имеется три стержня — левый, средний и правый. На левом стержне находятся n дисков, диаметры которых различны. Диски упорядочены по размеру диаметра, сверху лежит наименьший, снизу — наибольший. Требуется перенести диски с левого стержня на правый, используя средний стержень как вспомогательный.

Головоломка имеет следующие два правила:

1. Вы не можете поместить больший диск на меньший диск.

2. За один раз можно перемещать только один диск.

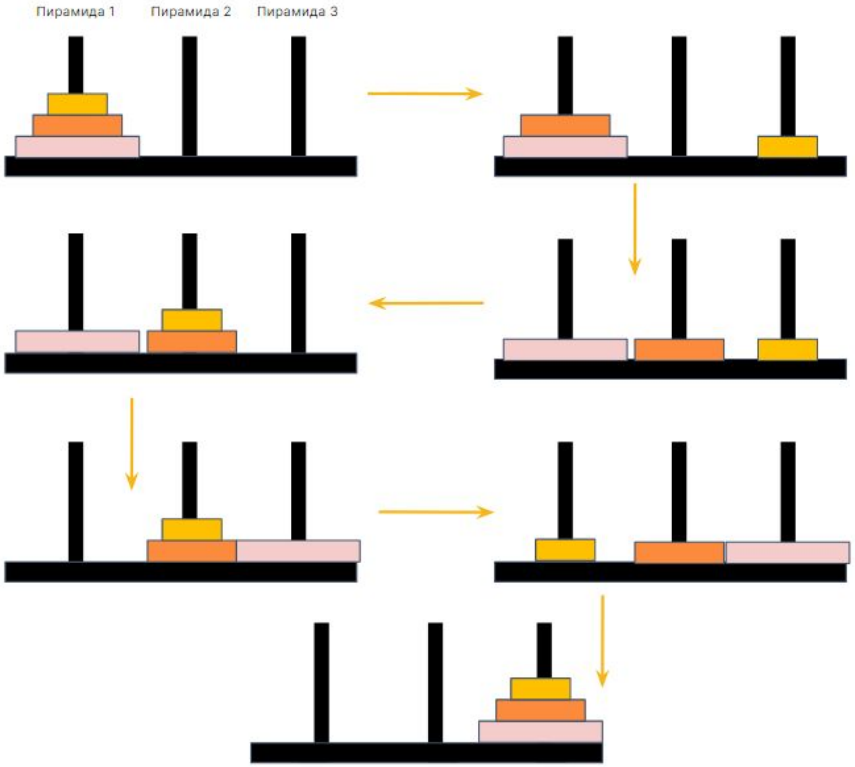
Реализуйте два подхода для решения.

- Итеративно
- Рекурсивно

Домашнее задание

TEL-RAN
by Starta Institute

Ханойская башня



Полезные ссылки

TEL-RAN
by Starta Institute

Recursion (computer science) - Wikipedia

RecursiveAction (Java Platform SE 8)

ХАНОЙСКАЯ БАШНЯ — игра для понимания

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

TEL-RAN
by Starta Institute