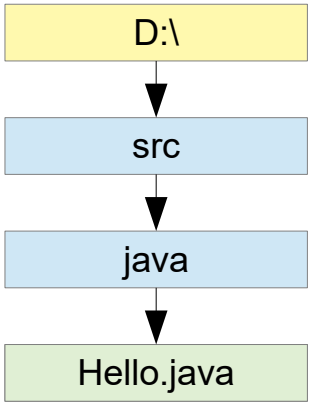
УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Программирование. 2 семестр

Файлы (IO / NIO.2)

ITMO re than a UNIVERSITY

Работа с файлами



- ☑ java.nio.file.Path — путь к файлу
  - абсолютный / относительный
  - пустой — текущая директория
- ☑ java.nio.file.Paths

```
Path p = Paths.get("java","Hello.java");
```

Java

java.io.File ↔ java.nio.file.Path


```
Path File.toPath()
File Path.toFile()
```

Файловые системы

- ☑ java.nio.file.FileSystem — файловая система
- ☑ Методы:

```
Iterable<Path> getRootDirectories()
Path getPath(String first, String... more)
String getSeparator()
```

- ☑ java.nio.file.FileSystems

```
FileSystem getdDefault()
```

Работа с файлами: проверки

- ☑ Класс Files

```
boolean Files.exists(Path)
boolean Files.notExists(Path)
boolean Files.isReadable(Path)
boolean Files.isWritable(Path)
boolean Files.isExecutable(Path)
```

Работа с файлами: create/delete

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

```
Path Files.createFile(Path)
Path Files.createTempFile(String prefix, String suffix)

void Files.delete(Path)
boolean Files.deleteIfExists(Path)
```

Java

Работа с файлами: чтение и запись


```
byte[] Files.readAllBytes(Path)
List<String> Files.readAllLines(Path)

Files.write(Path, byte[])
Files.write(Path, Iterable<CharSequence>)
```

Работа с файлами: чтение и запись

java.io

```
FileInputStream / FileReader / FileOutputStream / FileWriter
new BufferedXXX(new FileXXX(File/String))
```

java.nio

```
Files.newInputStream(Path, OpenOptions...)
Files.newOutputStream(Path, OpenOptions...)
Files.newBufferedReader(Path, Charset, OpenOptions...)
Files.newBufferedWriter(Path, Charset, OpenOptions...)
```

чтение

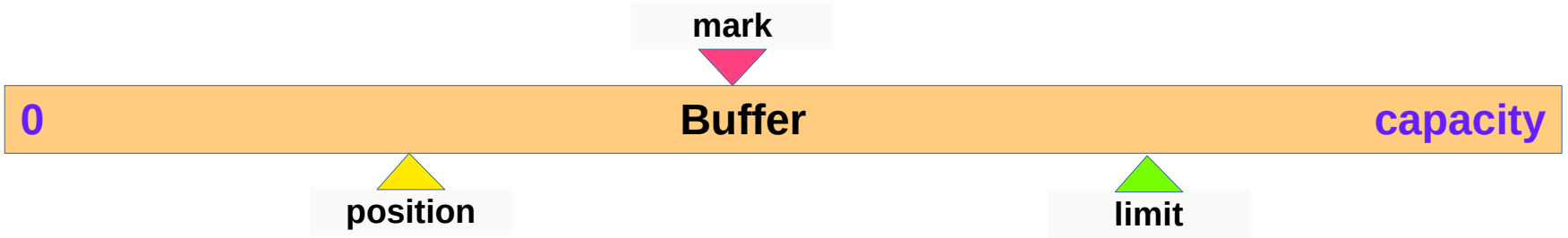
```
String line;
while ((line = reader.readLine()) != null) { }
```

запись

```
String text;
writer.write(s, 0, s.length());
```


УНИВЕРСИТЕТ ИТМО
Программирование. 2 семестр
Ввод-вывод (NIO)
ITMO more than a UNIVERSITY

java.nio - Buffer

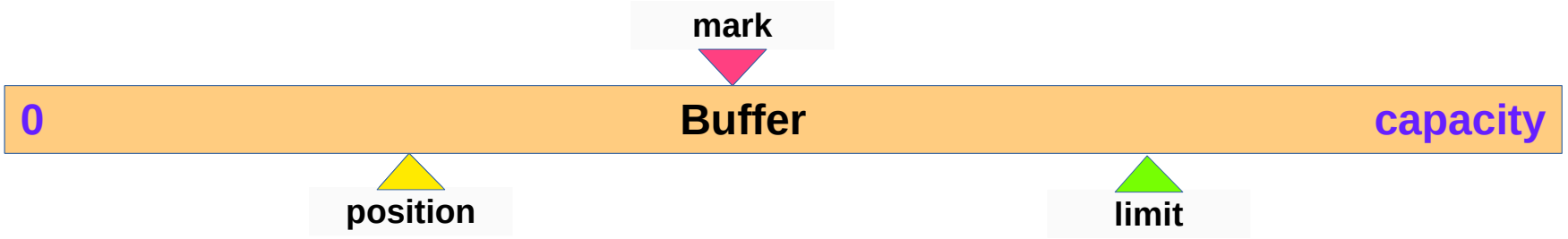


- ☑ java.nio.Buffer — контейнер для хранения данных

- ☑ capacity - емкость (макс. размер)
- ☑ limit - сколько можно записать (не больше емкости) или прочитать (не больше, чем записано)
- ☑ position - текущая позиция

Java

java.nio - Buffer



- ☑ Buffer — контейнер для хранения данных
- ☑ Создание буфера:
  - allocate(capacity)
  - allocateDirect(capacity)
  - wrap(array[])

- ☑ Методы:
  - limit(lim) и position(pos)
  - mark() и reset() mark <-> position
  - clear() - limit = capacity, position = 0
  - compact - все недочитанное - в начало буфера
  - flip() - limit = position, position = 0
  - rewind() - position = 0

Java

Запись и чтение данных

- ☑ методы get и put
  - get - чтение из буфера
  - put - запись в буфер

- ☑ Абсолютная индексация (явное указание индекса)
  - позиция не меняется
  - только одиночные операции

- ☑ Относительная индексация (по текущей позиции)
  - позиция смещается после операции
  - одиночные и групповые

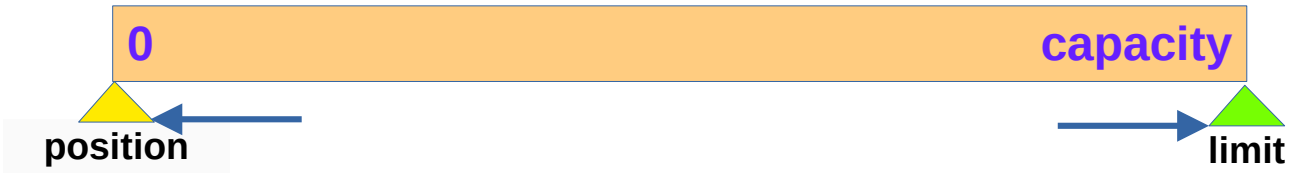
Запись и чтение данных

- ☑ **запись**

```
clear();
while () { put(byte); }
```

- ☑ чтение

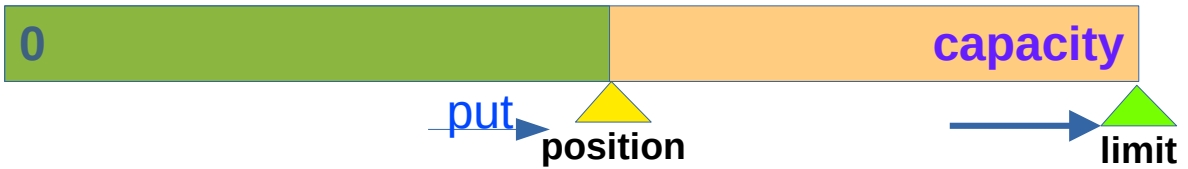
```
flip();
while(hasRemaining()) { get(); }
```



Запись и чтение данных

- ☑ **запись**

```
clear();
while () { put(byte); }
```



- ☑ чтение

```
flip();
while(hasRemaining()) { get(); }
```

Запись и чтение данных

☑ **запись**

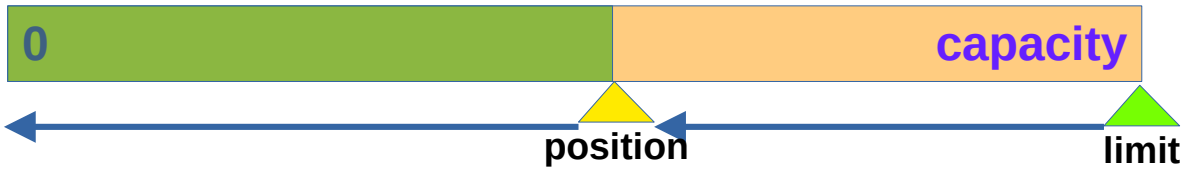
clear();

while () { **put(byte);** }

☑ чтение

flip();

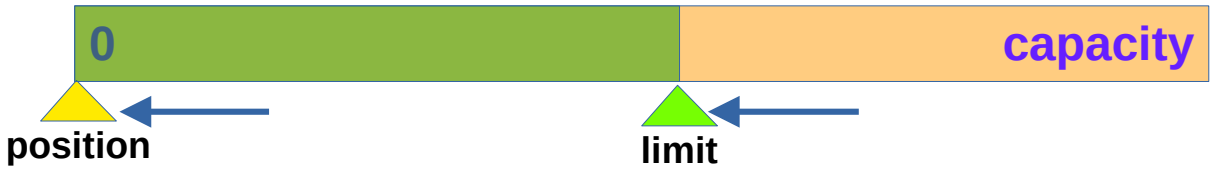
while(hasRemaining()) { get(); }



Запись и чтение данных

- ☑ **запись**

```
clear();
while () { put(byte); }
```



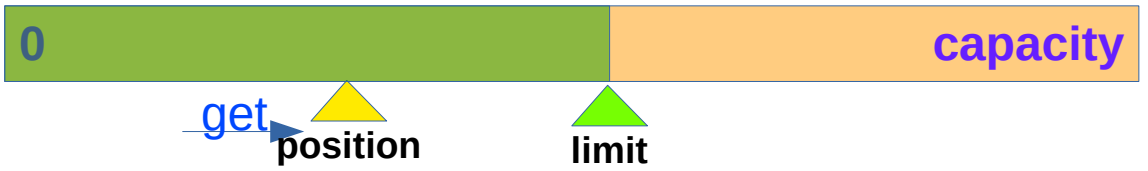
- ☑ чтение

```
flip();
while(hasRemaining()) { get(); }
```

Запись и чтение данных

- ☑ запись

```
clear();
while () { put(byte); }
```



- ☑ **чтение**

```
flip();
while(hasRemaining()) { get(); }
```

Классы-потомки Buffer

- ☑ ByteBuffer
- ☑ CharBuffer
- ☑ IntBuffer, ShortBuffer, LongBuffer, FloatBuffer, DoubleBuffer

java.nio.charset

- ☑ Класс Charset
  - методы
  - CharBuffer decode(ByteBuffer b)
  - ByteBuffer encode(CharBuffer c)

Каналы

- ☑ java.nio.channels
- ☑ **Файловые каналы** и сетевые каналы
- ☑ Отличие от потоков
  - один канал для чтения и записи
  - поддержка неблокирующего ввода-вывода
  - поддержка асинхронного ввода-вывода
  - чтение и запись целого буфера

Java

Шаблон Factory Method

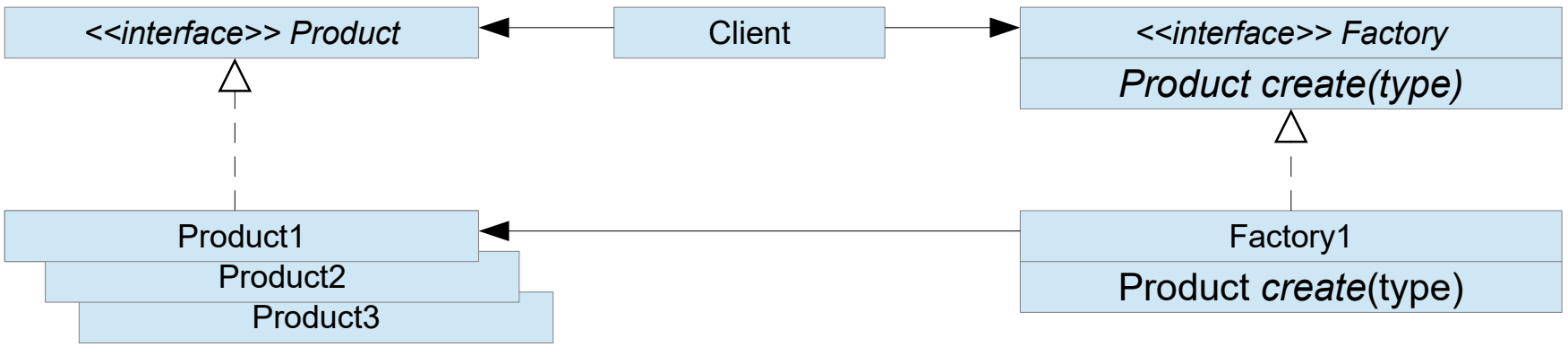
- ☑ Опять Теремок
  - Блин с ветчиной и сыром
  - Блин с куриной грудкой
  - Блин с маслом
  - Блин Фермерский

```
class PancakeFactory {
    getCheeseHamPancake()
    getPancake("CheeseHam")

    getChickenPancake()
    getButterPancake()
    getFarmerPancake()
}
```

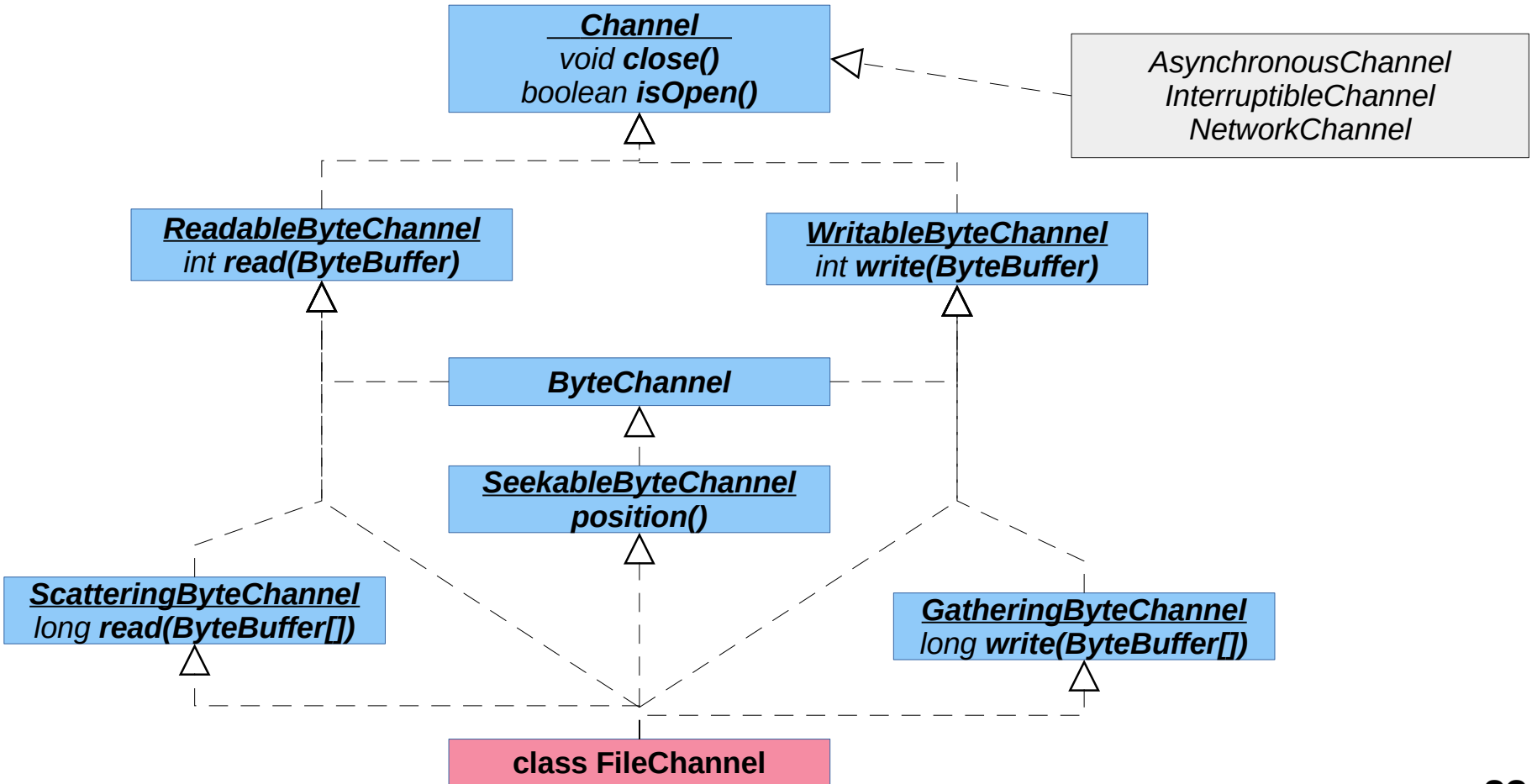
Шаблон Factory Method

- ☑ Создание объектов разных классов независимо от реализации



Каналы - интерфейсы

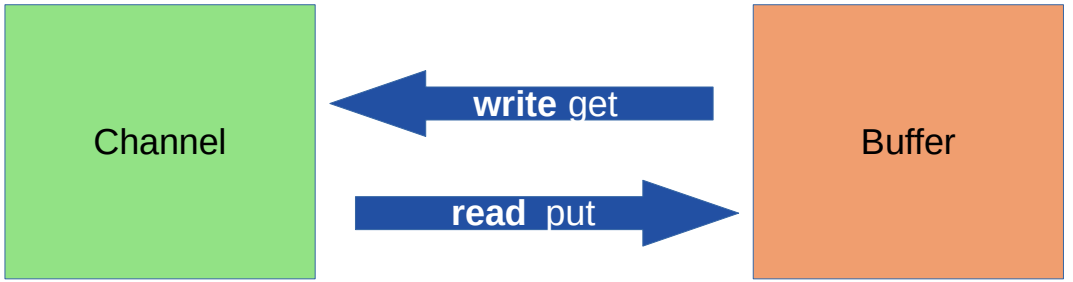
УНИВЕРСИТЕТ ИТМО



Java

☑ Канал FileChannel

- ☑ фабричные методы:
  - FileChannel.open()
  - FileInputStream.getChannel()
- ☑ write(ByteBuffer b)
  - запись в канал из буфера
- ☑ read(ByteBuffer b)
  - чтение из канала в буфер



Java

Каналы

☑ Чтение из файла

```
ByteBuffer buffer =
ByteBuffer.allocate(1000);
Path path = Paths.get("in.txt");
FileChannel channel =
  FileChannel.open(path);
buffer.clear();
int nBytes = channel.read(buffer);
```

☑ Запись в файл

```
Path path = Paths.get("out.txt");
FileChannel channel =
  FileChannel.open(path);
buffer.flip();
int nBytes = channel.write(buffer);
```

Каналы

- ☑ Передача данных из канала в канал

  transferFrom(ReadableByteChannel, long position, long count)

  transferTo(long position, long count, WritableByteChannel)

- ☑ ScatteringByteChannel / GatheringByteChannel

```
ByteBuffer bufferArray = new ByteBuffer[3];
for (ByteBuffer buf : bufferArray) { buf.allocate(256); }
scatteringChannel.read(bufferArray);
gatheringChannel.write(bufferArray);
```

Java

Каналы

- ☑ FileChannel
  - map() - получение MappedByteBuffer
  - отображение файла в память
- ☑ MappedByteBuffer
  - boolean isLoaded()
  - load()
  - force()

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

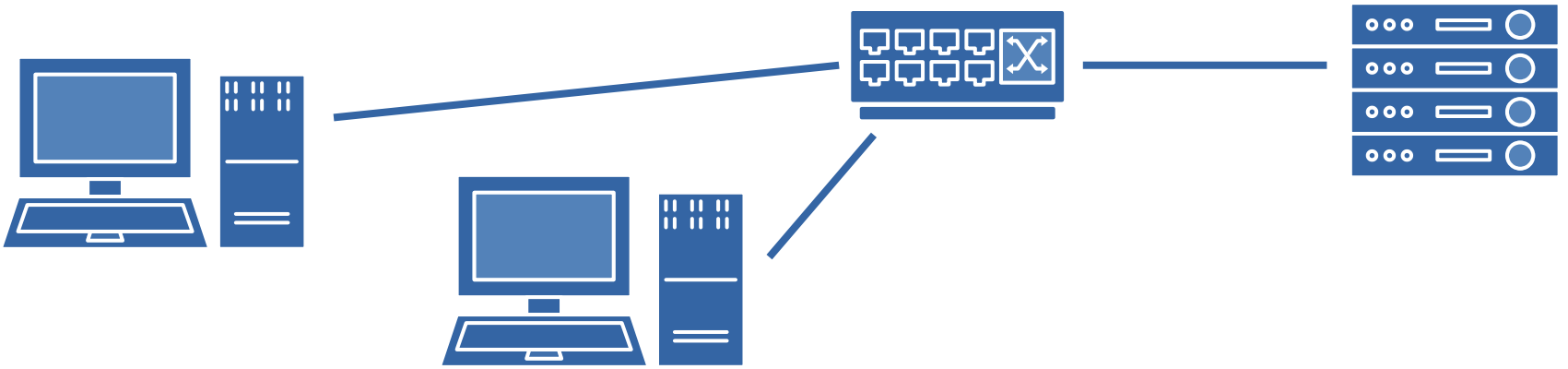
Программирование. 2 семестр

Сетевое взаимодействие

ITMO more than a UNIVERSITY

Терминология

- ☑ *Вычислительная сеть* — система для передачи данных между *узлами сети*.
- ☑ *Хост* — компьютер, подключенный к сети и имеющий сетевой адрес.
- ☑ *Протокол* — набор правил, определяющих порядок действий и формат данных при сетевом обмене.



Java

Сетевая архитектура

- ☑ *Клиент-серверная* архитектура
  - Централизованное управление и обмен данными
  - Сервер предоставляет сервисы в режиме ожидания запроса
  - Клиент получает результат от сервера по запросу
  - Надежность зависит от сервера — критический узел
- ☑ *Одноранговая* архитектура (пиринговая)
  - Децентрализованное управление и обмен данными
  - Все узлы (pears) равноправны, могут быть клиентом и сервером
  - Нет критического узла

Модель передачи данных

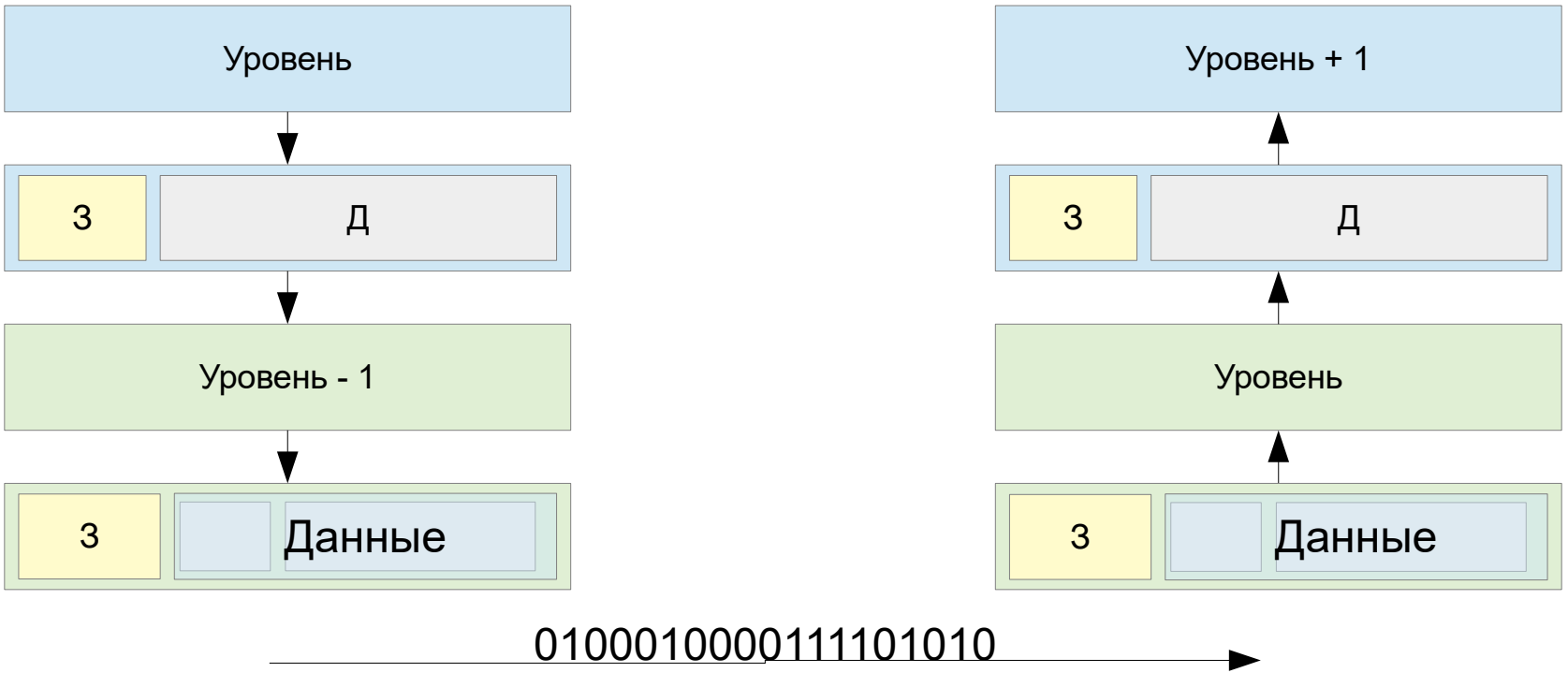
- ☑ модель ISO/OSI
- ☑ стек TCP/IP

TCP/IP	OSI	Пример
Прикладной	Прикладной	HTTP
	Представительский	
	Сеансовый	
Транспортный	Транспортный	TCP, UDP
Сетевой	Сетевой	IP
Канальный	Канальный	Ethernet
	Физический	витая пара

Java

Пакеты

☑ Пакет = заголовок + данные



Сетевое взаимодействие в Java

☑ TCP

- устанавливается соединение
- подтверждение доставки
- надежность передачи данных

☑ UDP

- без установление соединения
- без подтверждения доставки
- скорость передачи данных

☑ Протокол прикладного уровня - HTTP

IP-адрес

- ☑ Идентифицирует связь между роутером и хостом
- ☑ ID сети (префикс) + ID хоста (суффикс)
- ☑ IPv4 — 32 бита (194.85.160.55)
  - Класс A: префикс 8 бит (0...) + суффикс 24 бита
  - Класс B: префикс 16 бит (10...) + суффикс 16 бит
  - Класс C: префикс 24 бита (110...) + суффикс 8 бит
  - Маска подсети: 192.85.160.55
    - 192.168.0.5/255.255.255.240
    - 192.168.0.5/28
- ☑ IPv6 — 128 бит [FC05::4429:0:AC02]
- ☑ Loopback (localhost - 127.0.0.1 / [::1]

DNS

- ☑ DNS — Domain Name Service
- ☑ Преобразование между доменным именем и IP-адресом
- ☑ www.google.com ↔ 172.217.23.132

Порт

- ☑ IP-адрес идентифицирует хост
- ☑ порт идентифицирует процесс (приложение)
- ☑ *Сокет* — интерфейс для обмена — адрес и порт

- ☑ Для обмена данными нужно знать:
  - протокол
  - IP-адрес и порт отправителя
  - IP-адрес и порт получателя

Java

InetAddress

- ☑ Класс InetAddress
  - Inet4Address Inet6Address
- ☑ Методы InetAddress (статические)
  - InetAddress getLocalHost()
  - InetAddress getByAddress(byte[] addr)
  - InetAddress getByName(String name) — обращение к DNS
- ☑ Нестатические методы
  - byte[] getAddress
  - String getHostName()

InetSocketAddress

- ☑ InetSocketAddress(InetAddress addr, int port)
- ☑ InetSocketAddress(int port)
- ☑ InetSocketAddress(String hostname, int port)

Сетевой обмен

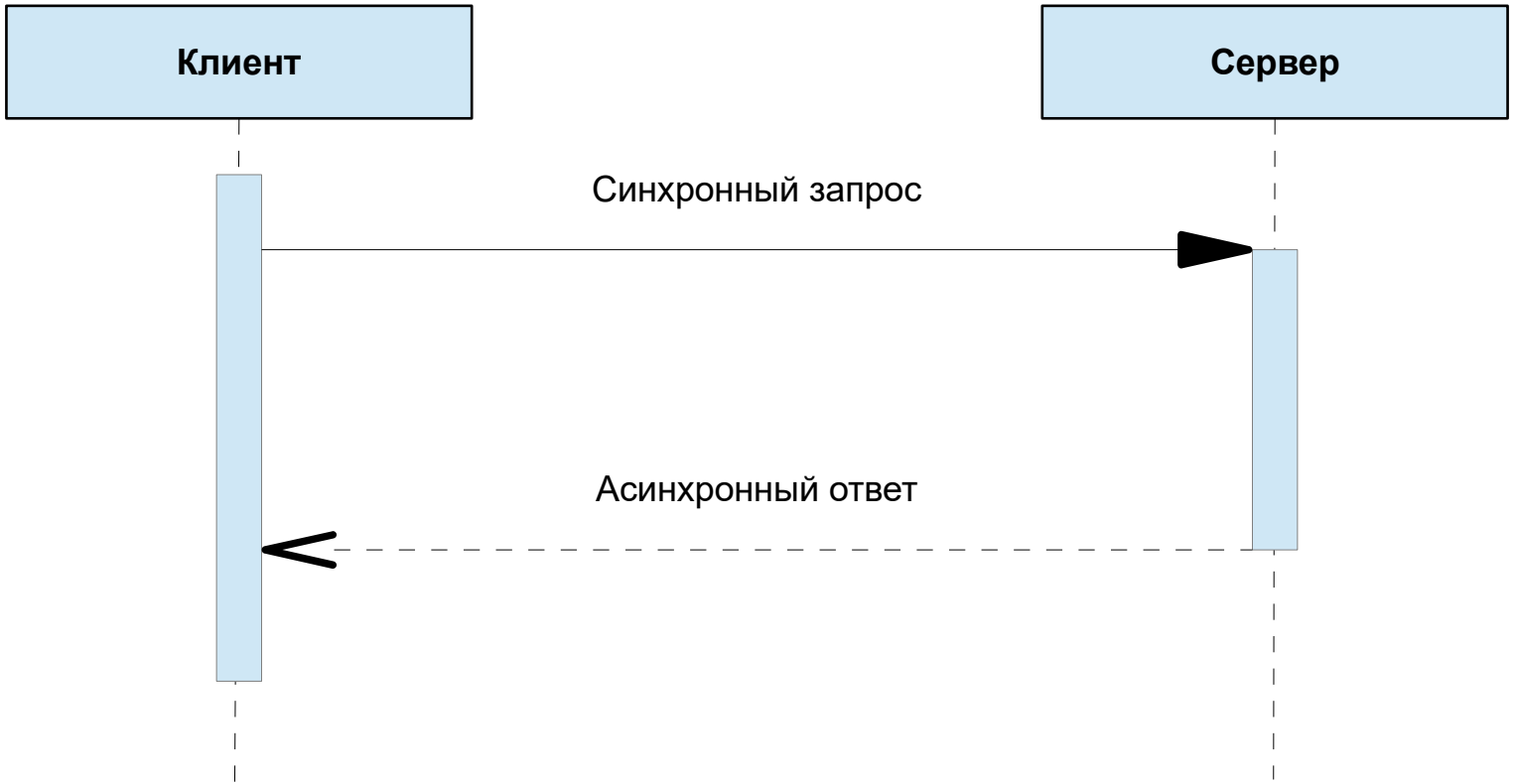
☑ Клиент
- Работает на любом хосте (сервер не знает, где именно)
- Свободный порт выбирается при отправлении запроса
- Посылает запрос серверу, ждет ответ

☑ Запрос
- Содержит данные и информацию о клиенте

☑ Сервер
- Работает на известном хосте (известный IP-адрес)
- Прослушивает известный порт (зависит от сервиса)
- Ждет запрос от клиента, посылает ответ

☑ Ответ
- Содержит данные

Диаграмма последовательностей



Java

Обмен по протоколу UDP

- ☑ java.net.DatagramPacket — дейтаграмма (передаваемые данные + служебная информация)
  - Адрес буфера
  - Длина буфера
  - Адрес получателя (при отправлении)
- ☑ java.net.DatagramSocket — сокет для обмена
  - Порт для прослушивания (для получения)
  - Адрес и порт (для отправления)

Пример обмена по протоколу UDP

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

```
// клиент

byte arr[] = {0,1,2,3,4,5,6,7,8,9};
int len = arr.length;
DatagramSocket ds; DatagramPacket dp;
InetAddress host; int port;

ds = new  DatagramSocket();

host = InetAddress.get...();
port = 6789;
dp = new DatagramPacket(arr,len,host,port);
ds.send(dp);

dp = new DatagramPacket(arr,len);
ds.receive(dp);

for (byte j : arr) {
    System.out.println(j);
}
```

```
// сервер

byte arr[] = new byte[10];
int len = arr.length;
DatagramSocet ds; DatagramPacket dp;
InetAddress host; int port = 6789;

ds = new DatagramSocket(port);

dp = new DatagramPacket(arr,len);
ds.receive(dp);

for (int j = 0; j < len; j++) {
    arr[j] *= 2;
}

host = dp.getAddress();
port = dp.getPort();
dp = new DatagramPacket(arr,len,host,port);
ds.send(dp);
```

Java

Обмен по протоколу TCP

- ☑ java.net.Socket — сокет для обмена (клиент и сервер)
  - new Socket (адрес + порт — для отправления)
  - Socket ServerSocket.accept() - для получения
- ☑ java.net.ServerSocket — фабрика сокетов
  - new ServerSocket(порт) — на стороне сервера
- ☑ обмен данными через потоки ввода-вывода
  - Socket.getInputStream()
  - Socket.getOutputStream()

Java

Пример обмена по протоколу TCP

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

```
// клиент

byte arr[] = {0,1,2,3,4,5,6,7,8,9};
int len = arr.length;
Socket sock;
OutputStream os; InputStream is;
InetAddress host; int port;

port = 6789;
sock = new Socket(host,port);

os = sock.getOutputStream();
os.write(arr);

is = sock.getInputStream();
is.read(arr);

for (byte j : arr) {
    System.out.println(j);
}
```

```
// сервер

byte arr[] = new byte[10];
int len = arr.length;
Socket sock; ServerSocket serv;
OutputStream os; InputStream is;
InetAddress host; int port = 6789;

serv = new ServerSocket(port);
sock = serv.accept();

is = sock.getInputStream();
is.read(arr);

for (int j = 0; j < len; j++) {
    arr[j] *= 2;
}

os = sock.getOutputStream();
os.write(arr);
```

Java

Использование каналов и java.nio

- ☑ Протокол UDP — DatagramChannel
  - open()
  - bind(SocketAddress local)
  - send(ByteBuffer, SocketAddress)
  - receive(ByteBuffer)

Пример обмена по протоколу UDP (NIO)

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

```
// клиент

byte arr[] = {0,1,2,3,4,5,6,7,8,9};
int len = b.length;
DatagramChannel dc; ByteBuffer buf;
InetAddress host; int port;
SocketAddress addr;

addr = new InetSocketAddress(host,port);
dc = DatagramChannel.open();

buf = ByteBuffer.wrap(arr);
dc.send(buf, addr);

buf.clear();
addr = dc.receive(buf);

for (byte j : arr) {
    System.out.println(j);
}
```

```
// сервер

byte arr[] = new byte[10];
int len = arr.length;
DatagramChannel dc; ByteBuffer buf;
InetAddress host; int port = 6789;
SocketAddress addr;

addr = new InetSocketAddress(port);
dc = DatagramChannel.open();
dc.bind(addr);

buf = ByteBuffer.wrap(arr);
addr = dc.receive(buf);

for (int j = 0; j < len; j++) {
    arr[j] *= 2;
}

buf.flip();
dc.send(buf, addr);
```

Java

Использование каналов и java.nio

- ☑ Протокол TCP
  - ServerSocketChannel
    - open()
    - bind(SocketAddress local)
    - SocketChannel accept()
  - SocketChannel
    - open(SocketAddress remote)
    - write(ByteBuffer)
    - read(ByteBuffer)

Пример обмена по протоколу TCP (NIO)

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

```
// клиент

byte arr[] = {0,1,2,3,4,5,6,7,8,9};
int len = arr.length;
InetAddress host; int port;
SocketAddress addr; SocketChannel sock;

port = 6789;
addr = new InetSocketAddress(host,port);
sock = SocketChannel.open();
sock.connect(addr);

buf = ByteBuffer.wrap(arr);
sock.write(buf);

buf.clear();
sock.read(buf);

for (byte j : arr) {
    System.out.println(j);
}
```

```
// сервер

byte arr[] = new byte[10];
int len = arr.length;
InetAddress host; int port = 6789;
SocketAddress addr; SocketChannel sock;
ServerSocketChannel serv;

serv = ServerSocketChannel.open;
serv.bind(port);
sock = serv.accept();

buf = ByteBuffer.wrap(arr);
sock.read(buf);

for (int j = 0; j < len; j++) {
    arr[j] *= 2;
}

buf.flip();
sock.write(buf);
```

Java

Режимы обмена

- ☑ Блокирующий режим
  - Можно ли выполнить операцию = попытаться выполнить
- ☑ Неблокирующий режим
  - Проверка возможности - отдельно от самой операции

Неблокирующий ввод-вывод

- ☑ SocketChannel.configureBlocking(false)
  - Методы read и write возвращают int — количество прочитанных байт, или -1, если данных больше нет.
- ☑ ServerSocketChannel.configureBlocking(false)
  - Метод accept() возвращает SocketChannel или null, если соединение не установлено

Селекторы

☑ abstract class Selector

- select()
- Set<SelectionKey> selectionKeys()

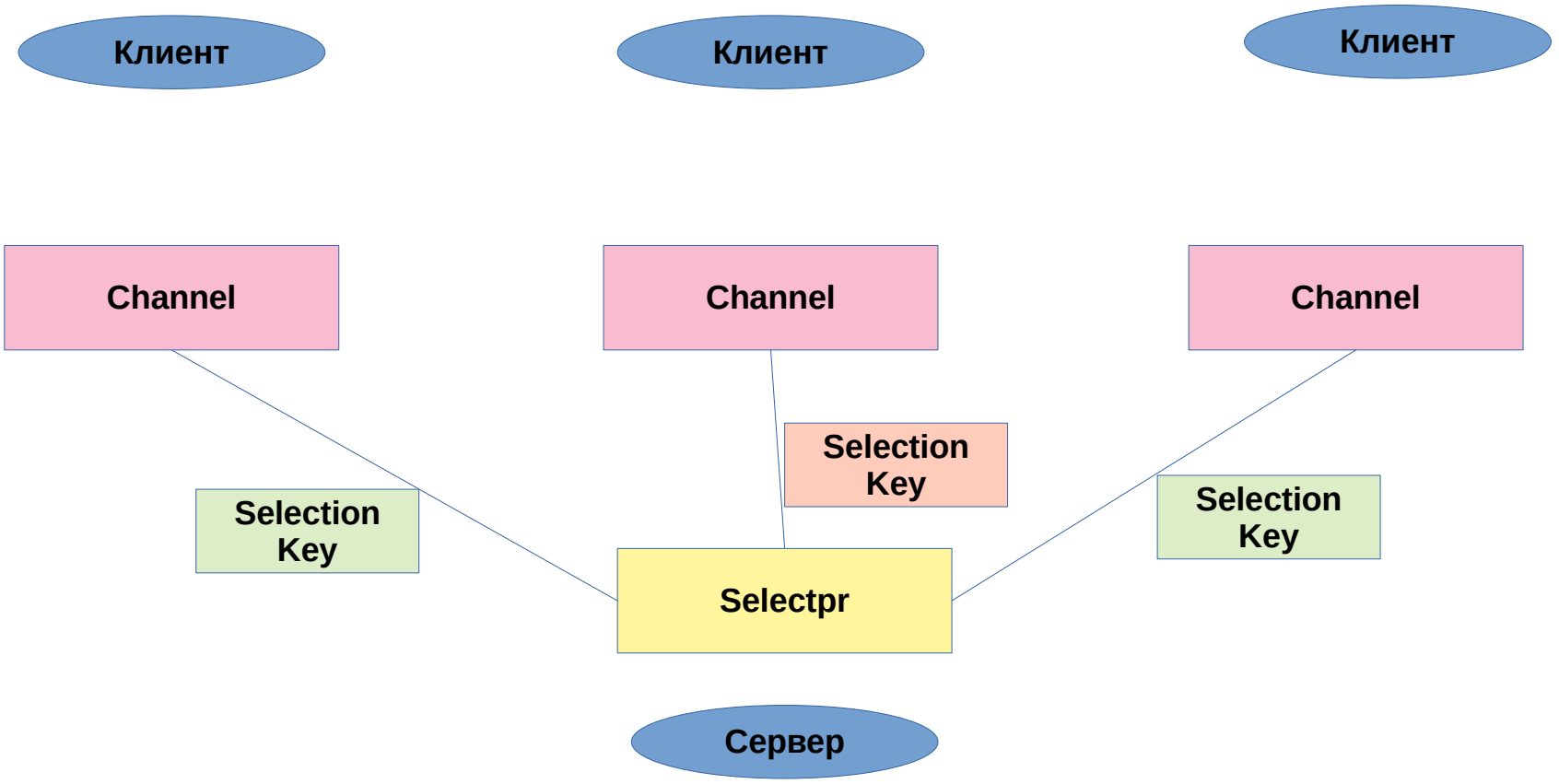
☑ abstract class SelectableChannel

- SelectonKey register(Selector, int Ops)
- SocketChannel
- ServerSocketChannel
- DatagramChannel

☑ abstract class SelectionKey

- interestOps(), readyOps()
- OP_CONNECT, OP_ACCEPT, OP_READ, OP_WRITE
- isConnectable(), isAcceptable(), isReadable(), isWriteable()
- channel(), selector()

Селекторы и каналы



Пример


```
Selector sel = Selector.open();
servChan.configureBlocking(false);
SelectionKey key = servChan.register(sel, OP_ACCEPT);
while(true) {
  sel.select()
  Set<SelectionKey> keys = sel.selectedKeys();
  for (iter = keys.iterator(); it.hasNext(); );
    SelectionKey key = it.next();
    it.remove();
    if (key.isValid()) {
      if (key.isAcceptable() { } // accept
      if (key.isReadable() { } // read
      if (key.isWriteable() { } // write
    }
  }
}
sel.close();
```

accept, read, write


```
// accept
ServerSocketChannel serv = key.channel();
SocketChannel sock = serv.accept()
sock.configureBlocking(false);
sock.register(key.selector(), OP_READ)
```

```
// read
SocketChannel sock = key.channel();
int data = sock.read(...)
sock.configureBlocking(false);
sock.register(key.selector(), OP_WRITE)
```

```
// write
SocketChannel sock = key.channel();
int data = sock.write(...)
sock.configureBlocking(false);
sock.register(key.selector(), OP_ACCEPT)
```

Протокол HTTP

- ☑ URI — Unified Resource Identifier
  - URL — Unified Resource Locator
  - URN — Unified Resource Name

Класс URL


```
URL url = new URL("http://www.google.com");

InputStream is = url.openStream();
is.read();
is.close();

Object o = url.getContent();
```

Класс URLConnection


```
URL url = new URL("http://www.google.com");
URLConnection uc = url.getConnection();
uc.connect();

InputStream is = uc.getInputStream();
// is.read();

uc.setDoOutput(true);
OutputStream os = uc.getOutputStream();
// os.write();

is.close();
os.close();
uc.close()
```

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Программирование. 2 семестр

Функциональное программирование

ITMO more than a UNIVERSITY

Функциональное программирование

- ☑ Функции высшего порядка
- ☑ Нет побочных эффектов
- ☑ Нет состояния
- ☑ Ленивые вычисления
- ☑ Достоинства:
  - Автоматическая многопоточность
  - Более надежный код — простота тестирования
  - Оптимизация

Java

Функциональное программирование

- ☑ Итерация → Рекурсия
- ☑ Проблема — ограничение стека
  - Вызов функции — параметры и адрес возврата — в стек
  - Во время работы функции локальные переменные в стеке
  - Возврат — очистка стека и переход по адресу возврата
- ☑ Решение — хвостовая рекурсия
  - Рекурсивный вызов функции — последняя команда
  - Вместо повторных рекурсивных вызовов — замена параметров и возврат к началу (фактически - итерация)

Факториал (рекурсия)

☑ Итерация

```
public int fact(int n) {
  int result = 1;
  int i = 1
  while (i <= n) {
    result *= i;
    i += 1;
  }
  return result;
}
```

Факториал (рекурсия)

☑ Итерация

```
public int fact(int n) {
  int result = 1;
  int i = 1;
  while (i <= n) {
    result *= i;
    i += 1;
  }
  return result;
}
```

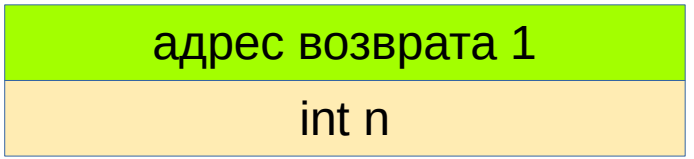
☑ Рекурсия

```
public int fact(int n) {
  if (n <= 1) {
    return 1;
  } else {
    return fact(n–1) * n;
  }
}
```

- проще код
- проблема стека вызовов

Стек вызовов при рекурсии

- ☑ При вызове метода - в стек помещаются параметры и адрес возврата
- ☑ При работе метода - в стек помещаются локальные переменные
- ☑ Перед возвратом - очистка локальных переменных
- ☑ Во время возврата - очистка от параметров и возврат

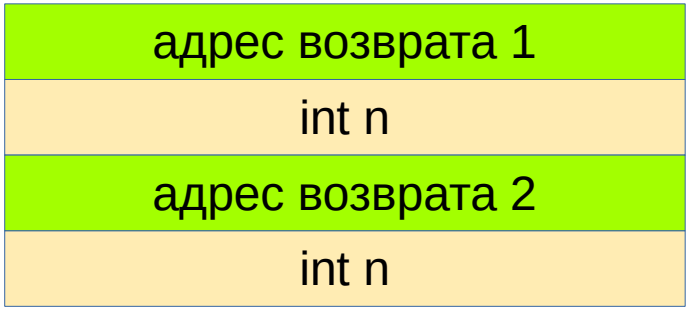



```
public int fact(int n) {
  if (n <= 1) {
    return 1;
  } else {
    return fact(n–1) * n;
  }
}
```

Java

Стек вызовов при рекурсии

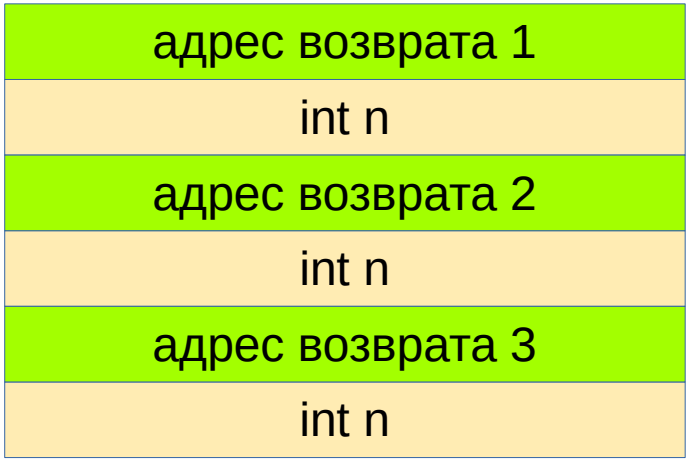
- ☑ При вызове метода - в стек помещаются параметры и адрес возврата
- ☑ При работе метода - в стек помещаются локальные переменные
- ☑ Перед возвратом - очистка локальных переменных
- ☑ Во время возврата - очистка от параметров и возврат




```
public int fact(int n) {
  if (n <= 1) {
    return 1;
  } else {
    return fact(n–1) * n;
  }
}
```

Стек вызовов при рекурсии

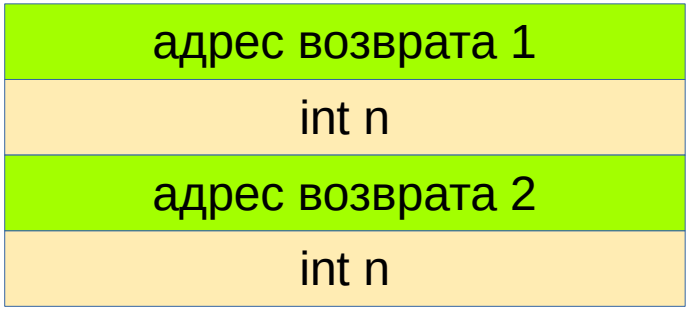
- ☑ При вызове метода - в стек помещаются параметры и адрес возврата
- ☑ При работе метода - в стек помещаются локальные переменные
- ☑ Перед возвратом - очистка локальных переменных
- ☑ Во время возврата - очистка от параметров и возврат




```
public int fact(int n) {
  if (n <= 1) {
    return 1;
  } else {
    return fact(n–1) * n;
  }
}
```

Стек вызовов при рекурсии

- ☑ При вызове метода - в стек помещаются параметры и адрес возврата
- ☑ При работе метода - в стек помещаются локальные переменные
- ☑ Перед возвратом - очистка локальных переменных
- ☑ Во время возврата - очистка от параметров и возврат




```
public int fact(int n) {
  if (n <= 1) {
    return 1;
  } else {
    return fact(n–1) * n;
  }
}
```

Факториал (хвостовая рекурсия)

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

☑ Хвостовая рекурсия

```
public int fx(int n, int f) {
  if (n <= 1) {
    return f;
  } else {
    return fx(n–1, f * n);
  }
}
```

```
public int fact(int n) {
  return fx(n, 1);
}
```

☑ Рекурсия

```
public int fact(int n) {
  if (n <= 1) {
    return 1;
  } else {
    return fact(n–1) * n;
  }
}
```

Java

Факториал (хвостовая рекурсия)

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

☑ Хвостовая рекурсия

```
public int fx(int n, int f) {
  if (n <= 1) {
    return f;
  } else {
    return fx(n–1, f * n);
  }
}
```

```
public int fact(int n) {
  return fx(n, 1);
}
```

адрес возврата 1
int n
int f

Java

Факториал (хвостовая рекурсия)

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

☑ Хвостовая рекурсия

```
public int fx(int n, int f) {
  if (n <= 1) {
    return f;
  } else {
    return fx(n–1, f * n);
  }
}
```

```
public int fact(int n) {
  return fx(n, 1);
}
```

адрес возврата 1
адрес возврата 2
int n
int f

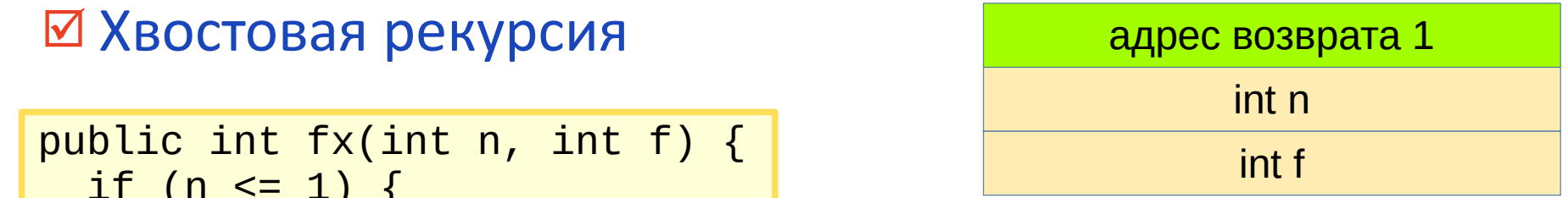
Java

Стек при хвостовой рекурсии

☑ Хвостовая рекурсия

```
public int fx(int n, int f) {
  if (n <= 1) {
    return f;
  } else {
    return fx(n–1, f * n);
  }
}
```

```
public int fact(int n) {
  return fx(n, 1);
}
```



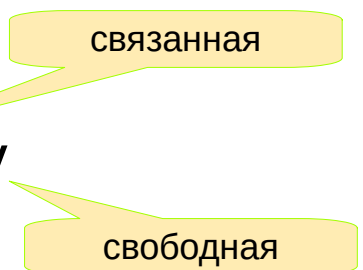
λ-исчисления

- ☑ Алонзо Чёрч (Alonzo Church)
- ☑ â.a+1 → ʌa.a+1 → Λa.a+1 → λa.a+1
  - â — аргумент выражения a+1
- ☑ Переменная: x
- ☑ Операции:
  - Абстракция: λx.f (связывание x с функцией f)
  - Аппликация (применение): f g (применение f к аргументу g)

Пример

- ☑ inc(x) = x + 1 inc(3)
- ☑ f(x) = x + 1 f(3)
- ☑ (x) → x + 1 ((x) → x + 1) (3)
- ☑ λx.x+1

- ☑ Свободные и связанные переменные
- ☑ λx.x+y
- ☑ (x) → x + y



Функции обратного вызова (callback)

- ☑ Передача функции с целью ее дальнейшего вызова
  - реализация действия разными способами, выбираемыми во время исполнения
  - реализация асинхронной реакции на события
- ☑ Варианты реализации
  - указатели на функцию (C, C++)
  - делегаты (C#)
  - объект интерфейса с методом / анонимный класс (Java < 8)
  - λ-выражения (Java 8+)

Пример - список студентов


```
class Student {

  public String getName() { ... }
  public double getAge() { ... }
  public double getAvgMark() { ... }
  public int getGroup() { ... }
  public String getEmail() { ... }

  static List<Student> students;

  public static void printAll() {
    for (Student st : students) {
      System.out.println(st.getName());
    }
  ]
}
```

Список отличников группы

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

```
class Student {
  ...

  public static void printAll() { ... }

  public static void printExcellentFromGroup(int grp) {
    for (Student st : students) {
      if ((st.getGroup() == grp) && (st.getAvgMark() > 4.75)) {
        System.out.println(st.getName());
      }
    }
  }
}
```

Java

Список молодых отличников


```
class Student {
  ...

  public static void printAll() { ... }

  public static void printExcellentFromGroup(int grp) {...}

  public static void printExcellentAndYoung() {
    for (Student st : students) {
      if ((st.getAvgMark() > 4.75) && (st.getAge() < 20)) {
        System.out.println(st.getName());
      }
    }
  }
}
```

Список избранных :)

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

```
interface Checker {
  abstract public boolean test(Student st);
}

class Student {
  ...
  public void printSelected(Checker ch) {
    for (Student st : students) {
      if (ch.test(st)) {
        System.out.println(st.getName());
      }
    }
  }
}
```

Java

Интерфейс и класс для отбора


```
interface Checker {
  abstract public boolean test(Student st);
}
class Student {
  ...
  public void printSelected(Checker ch) {...}
}

class ExcellentAndYoungChecker implements Checker {
  public boolean test(Student st) {
    return (st.getAge() < 20) && (st.getAvgMark() > 4.75));
  }
}
Student.printSelected(new ExcellentAndYoungChecker());
```

Анонимный класс


```
interface Checker {
  abstract public boolean test(Student st);
}
class Student {
  ...
  public void printSelected(Checker ch) {...}
}

Student.print(new Checker() {
  public boolean test(Student st) {
    return (st.getAge() < 20) && (st.getAvgMark() > 4.75));
  }});
```

Функциональный интерфейс


```
@FunctionalInterface
interface Checker {
  abstract public boolean test(Student st);
}
class Student {
  ...
  public void print(Checker ch) {...}
}

Student.print(new Checker() {
  public boolean test(Student st) {
    return (st.getAge() < 20) && (st.getAvgMark() > 4.75));
  });
```

Лямбда-выражение


```
@FunctionalInterface
interface Checker {
  abstract public boolean test(Student st);
}
class Student {
  ...
  public void print(Checker ch) {...}
}

Student.print(new Checker() {
  public boolean test(Student st) {
    return (st.getAge() < 20) && (st.getAvgMark() > 4.75));
  });
```

```
(Student st) -> (st.getAge() < 20) &&
(st.getAvgMark() > 4.75))
```

Лямбда-выражение

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

```
@FunctionalInterface
interface Checker {
  abstract public boolean test(Student st);
}
class Student {
  ...
  public void print(Checker ch) {...}
}

Student.print(
  (Student st) -> (st.getAge() < 20) && (st.getAvgMark() > 4.75))
);
```

Java

Список группы


```
@FunctionalInterface
interface Checker {
  abstract public boolean test(Student st);
}
class Student {
  ...
  public void print(Checker ch) {...}
}

Student.print(
  st -> (st.getAge() < 20) && (st.getAvgMark() > 4.75))
);

Student.print(st -> st.getGroup() == 3145);
```

Стандартные функц. интерфейсы


```
import java.util.function.*;
interface Predicate<T> {
  abstract public boolean test(T t);
}
class Student {
  ...
  public void print(Predicate<Student> ch) {...}
}

Student.print(
  st -> (st.getAge() < 20) && (st.getAvgMark() > 4.75))
);

Student.print(st -> st.getGroup() == 3145);
```

Predicate


```
import java.util.function.*;

class Student {
  ...
  public void print(Predicate<Student> ch) {
    for (Student st : students) {
      if (ch.test(st)) {
        System.out.println(st.getName());
      }
    }
  }
}

Student.print(st -> st.getGroup() == 3145);
```

+ Consumer


```
import java.util.function.*;

class Student {
  ...
  public void handle(Predicate<Student> p, Consumer<Student> c) {
    for (Student st : students) {
      if (p.test(st)) {
        c,accept(st));
      }
    }
  }
}

Student.handle(st -> st.getGroup() == 3145,
               st -> System.out.println(st));
```

+ Iterable - универсальный обработчик


```
import java.util.function.*;

class Student {
  ...
  public <X> void handle(Iterable<X> coll, Predicate<X> p,
                         Consumer<X> c) {
    for (X e : coll) {
      if (p.test(st)) { c,accept(st)); }
    }
  }
}

Student.handle(Student.students,
               st -> st.getGroup() == 3145,
               st -> System.out.println(st));
```

Функциональные интерфейсы

- ☑ λ-выражение — блок кода для объявления анонимной функции.
- ☑ λ-выражение имеет целевой тип функционального интерфейса
- ☑ Функциональный интерфейс - только один абстрактный метод
  - не считая default и методов Object
- ☑ λ-выражение можно присвоить переменной
- ☑ λ-выражение можно передать методу
- ☑ λ-выражение можно вернуть из метода

Java

Синтаксис λ-выражений


```
параметр -> выражение

(параметры) -> { инструкции; }

(int x, int y) -> x + y

(x, y) -> x * y

() -> 42

(String s) -> System.out.println(s)

x -> x / 2

c -> { int s = c.size(); c.clear(); return s; }
```

Захват переменных

- ☑ Область видимости λ-выражения = область видимости окружающего блока
- ☑ В λ-выражении можно использовать только эффективно финальные переменные из окружающего его блока
- ☑ λ-выражение захватывает значения переменных из окружающего блока.
- ☑ λ-выражение + значения захваченных переменных = замыкание (closure)

```
public static void repeatMessage(int count, String s) {
  Runnable r = () -> {
    for (int i = 0; i < count; i++) { println(s); }
  }
new Thread(r).start();
}
```

Ссылка на метод


```
class Test {
  Test(int x) { }
  static void staticMethod(int x) { }
  void instanceMethod(int x) { }
}
Test t = new Test(1);
```

`x -> Test.staticMethod(x)`	`Test::staticMethod`
`x -> t.instanceMethod(x)`	`t::instanceMethod`
`(t,x) -> t.instanceMethod(x)`	`Test::instanceMethod`
`x -> new Test(x)`	`Test::new`

Функциональные интерфейсы

- ☑ java.lang.Runnable

```
void run();
new Thread(() -> { ... }).start();
```

- ☑ java.util.Comparator<T>

```
int compare(T o1, T o2);
Collections.sort(list, (x,y) -> y - 2 * x);
```

- ☑ java.util.function.* - набор функциональных интерфейсов общего назначения для разных случаев

Пакет java.util.function

- ☑ `Supplier<R> { R get() }`
- ☑ `Consumer<T> { void accept(T t) }`
- ☑ `Predicate<T> { boolean test(T t) }`
- ☑ `Function<T,R> { R apply(T t) }`
  - `UnaryOperator<T> { T apply(T t) }`
- ☑ `BiFunction<T,U,R> { R apply(T t, U u) }`
  - `BinaryOperator<T> { T apply(T t1, T t2) }`

Supplier


```
Supplier<R> {
  R get()
}
```

- IntSupplier { int getAsInt() }
- LongSupplier { long getAsLong() }
- DoubleSupplier { double getAsDouble() }
- BooleanSupplier { boolean getAsBoolean() }

Consumer


```
Consumer<T> {
   void accept(T t)
   default Consumer andThen(Consumer after)
}
```

- `IntConsumer { void accept(int v) }`
- `LongConsumer { void accept(long v) }`
- `DoubleConsumer { void accept(double v) }`

Predicate


```
Predicate<T> {
  boolean test(T t)
  default Predicate and(Predicate other)
  default Predicate or(Predicate other)
  default Predicate negate()
}
```

- `IntPredicate { boolean test(int v) }`
- `LongPredicate { boolean test(long v) }`
- `DoublePredicate { boolean test(double v) }`

Function


```
Function<T,R> {
  R apply(T t)
  default Function andThen(Function after)
  default Function compose(Function before)
  default Function identity()
}
```

- IntFunction<R> { R apply(int v) }
- doubleFunction<R> { R apply(double v) }
- ToLongFunction<T> { long applyAsLong(T t) }
- IntToLongFunction { long applyAsLong(int v)
- …

UnaryOperator


```
UnaryOperator<T> {
  T apply(T t)
  default UnaryOperator andThen(UnaryOperator after)
  default UnaryOperator compose(UnaryOperator before)
  default UnaryOperator identity()
}
```

- IntUnaryOperator { int apply(int v) }
- LongUnaryOperator { long apply(long v) }
- DoubleUnaryOperator { double apply(double v) }

BiConsumer


```
BiConsumer<T, U> {
  void accept(T t, U u)
  default BiConsumer andThen(BiConsumer after)
}
```

```
ObjIntConsumer<T> { void accept(T t, int v) }
ObjLongConsumer<T> { void accept(T t, long v) }
ObjDoubleConsumer<T> { void accept(T t, double v) }
```

BiPredicate


```
BiPredicate<T, U> {
  boolean test(T t, U u)
  default BiPredicate and(BiPredicate other)
  default BiPredicate or(BiPredicate other)
  default BiPredicate negate()
}
```

BiFunction


```
BiFunction<T,U,R> {
  R apply(T t, U u)
  default BiFunction andThen(BiFunction after)
}

ToIntBiFunction<T,U> { int applyAsInt(T t, U u) }
ToLongBiFunction<T,U> { long applyAsLong(T t, U u) }
ToDoubleBiFunction<T,U> { double applyAsDouble(T t, U u) }
```

BinaryOperator


```
BinaryOperator<T> {
  T apply(T t, T t)
  default BinaryOperator andThen(BinaryOperator after)
  static BinaryOperator maxBy(Comparator comp)
  static BinaryOperator minBy(Comparator comp)
}

IntBinaryOperator { int applyAsInt(int v1, int v2) }
LongBinaryOperator { long applyAsLong(long v1, long v2) }
DoubleBinaryOperator { double applyAsDouble(double v1, double v2) }
```

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Программирование. 2 семестр

Stream API

ITMO more than a UNIVERSITY

Пакет java.util.stream

- ☑ Конвейерная обработка данных
- ☑ Поток — последовательность элементов
- ☑ Поток может быть последовательным или параллельным
- ☑ Конвейер — последовательность операций

Конвейеры и коллекции

☑ Отличия конвейера от коллекции

- Элементы не хранятся
- Неявная итерация
- Функциональный стиль — операции не меняют источник
- Большинство операций работают с λ-выражениями
- Ленивое выполнение
- Возможность неограниченного числа элементов

Состав конвейера

- ☑ Конвейер =
  - Источник
  - Промежуточные операции (0 или больше)
  - Завершающая операция (одна)

Пример


```
List<String> words
```

```
long count = 0;
for (String s : words) {
  if (s.length() > 5) {
    count++;
  }
}
```

```
long count =
  words.stream()
       .filter(s -> s.length() > 5)
       .count();
```

Источники конвейера

- ☑ Collection.stream()
- ☑ Arrays.stream(Object[])
- ☑ Stream.of(Object[])
- ☑ IntStream.range(int, int)
- ☑ Files.lines(Path)
  - ☑ `Stream.empty()`
  - ☑ `Stream.generate(Supplier<T> s)`
  - ☑ `Stream.iterate(T seed, UnaryOperator<T> f)`

Промежуточные операции

- ☑ Возвращают поток
- ☑ Выполняются "лениво"
  - выполнение операции происходит, когда вызывается завершающая операция
- ☑ Делятся на:
  - Не хранящие состояние (stateless)
    - выполняются вне зависимости от других элементов
  - Хранящие состояние (stateful)
    - выполнение зависит от других элементов (сортировка)

Завершающие операции

- ☑ Возвращают результат
- ☑ Либо имеют побочное действие
- ☑ Поток прекращает существование.

Классы и интерфейсы

- ☑ интерфейс BaseStream
  - void close()
  - S parallel()
  - S sequential()
  - S unordered()
  - Iterator iterator()
  - Spliterator spliterator()

- ☑ Интерфейс Stream<T>
- ☑ Интерфейсы IntStream, LongStream, DoubleStream

Spliterator

☑ Параллельный Iterator

- Spliterator trySplit() — возвращает часть элементов как отдельный сплитератор
- boolean tryAdvance(Consumer action) — выполнить операцию для очередного элемента
- void forEachRemaining(Consumer action) — выполнить операцию для всех оставшихся элементов

Промежуточные операции

- ☑ Методы для промежуточных операций (stateless)
- ☑ **Stream<T> filter (Predicate<T> p)**
  - возвращает поток из элементов, соответствующих условию
- ☑ **Stream<R> map(Function<T,R> mapper)**
  - преобразует поток элементов T в поток элементов R
- ☑ Stream<R> flatMap(Function <T, Stream<R>> mapper)
  - преобразует каждый элемент потока T в поток элементов R
- ☑ Stream<T> peek(Consumer<T> action)
  - выполняет действие для каждого элемента потока T

Промежуточные операции

- ☑ Методы для промежуточных операций (stateful)
- ☑ Stream<T> distinct()
  - возвращает поток неповторяющихся элементов
- ☑ Stream<T> sorted(Comparator<T> comp)
  - возвращает отсортированный поток
- ☑ Stream<T> limit(long size)
  - возвращает усеченный поток из size элементов
- ☑ Stream<T> skip(long n)
  - возвращает поток, пропустив n элементов

Завершающие операции

- ☑ void forEach(Consumer<T> action)
- ☑ void forEachOrdered(Consumer<T> action)
  - выполняет действие для каждого элемента потока
  - второй вариант гарантирует сохранение порядка элементов
- ☑ Optional<T> min(), Optional<T> max()
  - возвращают минимальный и максимальный элементы,
- ☑ long count(), int (long, double) sum()
  - возвращают количество и сумму элементов

- ☑ OptionalInt, OptionalLong, OptionalDouble
  - int getAsInt(), long getAsLong(), double getAsDouble()

Класс java.util.Optional<T>

- ☑ Оболочка, которая может содержать или не содержать значение
- ☑ boolean isPresent() - true, если значение есть
- ☑ T get() - возвращает значение
- ☑ Optional<T> of(T value) — возвращает оболочку со значением
- ☑ T orElse(T other) — возвращает значение, если есть, other, если нет

Завершающие операции

- ☑ `reduce(BinaryOperator accumulator)`

```
.stream
.reduce((a, b) -> a * b)  // подсчет произведения
```

- ☑ `collect(Collector collector)`

```
.stream
.collect(Collectors.toList());
```

Завершающие операции

- ☑ класс Collectors
  - **toCollection**(Supplier factory), **toList**(), **toSet**()
  - **toMap**(Function k, Function v, *BinaryOperator merge, Supplier factory*)
  - **joining**(*String delimiter, String prefix, String suffix*)
  - **mapping**(Function<T,U> mapper, Collector<U> s)
  - **minBy**(Comparator), **maxBy**(Comparator)
  - **counting**(), **summingDouble**(), **averagingDouble**()
  - **reducing**(*identity, Function<T,U> mapper*, BinaryOperator op)
  - **groupingBy**(Function<T,K> classifier)
  - **partitioningBy**(Predicate<T> predicate)

Проверки

- ☑ boolean anyMatch(Predicate<T> p)
  - истина, если условие выполняется хотя бы для одного элемента
  - При нахождении первого совпадения прекращает проверку
- ☑ boolean allMatch(Predicate<T> p)
  - истина, если условие выполняется для всех элементов.
  - При нахождении первого несовпадения прекращает проверку
- ☑ boolean noneMatch(Predicate<T> p)
  - истина, если условие не выполняется ни для одного элемента.
  - При нахождении первого совпадения прекращает проверку

Пример


```
public static void main(String[] args) {
  Arrays.asList(args).stream()
    .filter(s -> s.length() < 5)
    .map(String::toUpperCase)
    .sorted()
    .forEachOrdered(System.out::println);
}
```