



# Spark. RDD

SELEZNEV ARTEM  
HEAD OF DATA SCIENCE @ SBER

# FUNCTIONAL PROGRAMMING

# APACHE SPARK





---

Быстрее Hadoop (?)

---

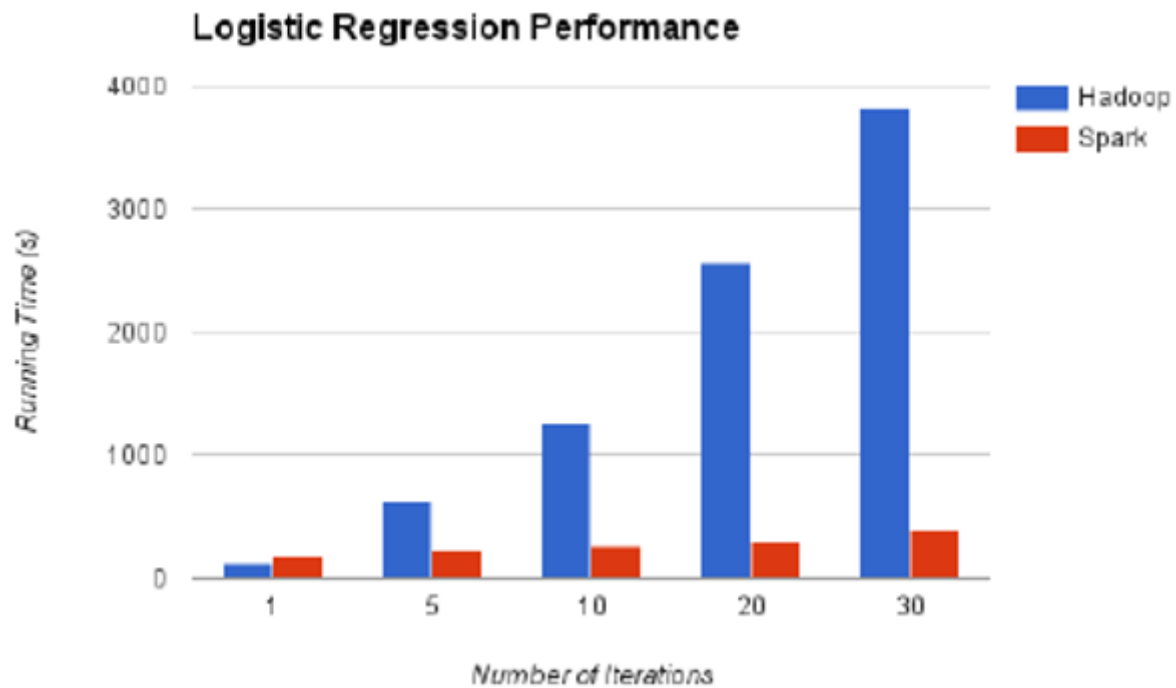
DAG

---

Использование In-Memory (ОЗУ)

---

Ленивые вычисления



---

Быстрее Hadoop (?)

---

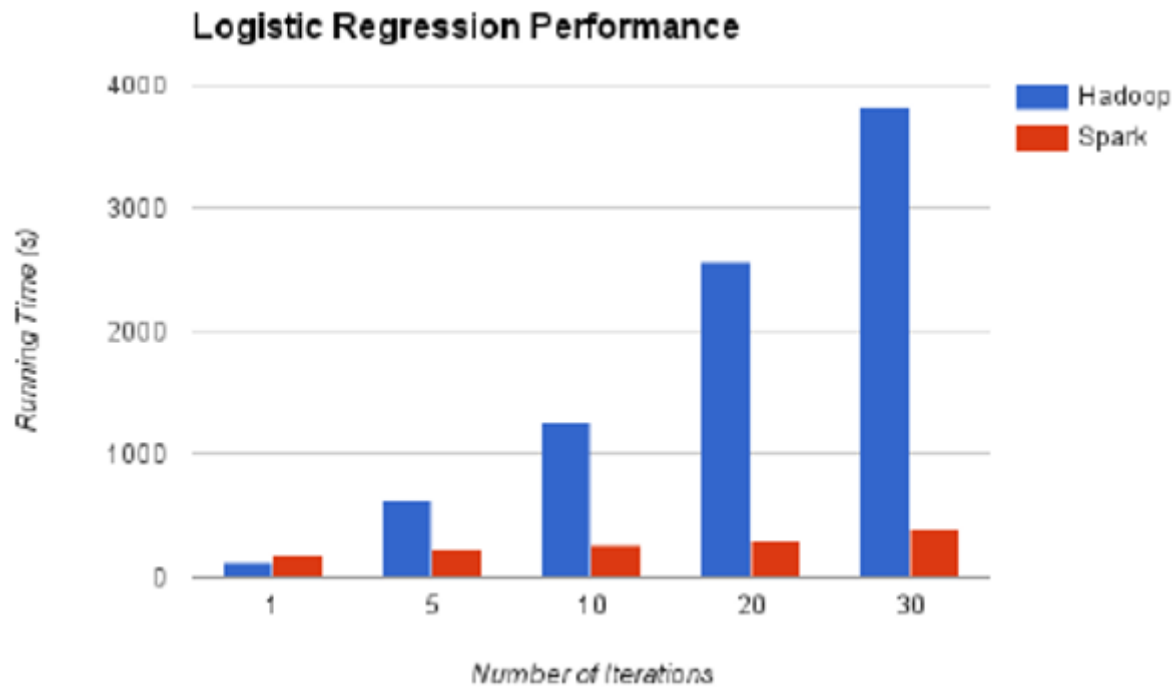
DAG

---

Использование In-Memory (ОЗУ)

---

Ленивые вычисления



---

Быстрее Hadoop

---

DAG

---

Использование In-Memory (ОЗУ)

---

Ленивые вычисления

---

Простое API

---

Модульность (библиотеки)

# ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ РАЗНИЦА



`map()`

`reduce()`

# ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ РАЗНИЦА



`map()`

`filter()`

`join()`

`first()`

`reduce()`

`sortBy()`

`groupByKey()`

`count()`

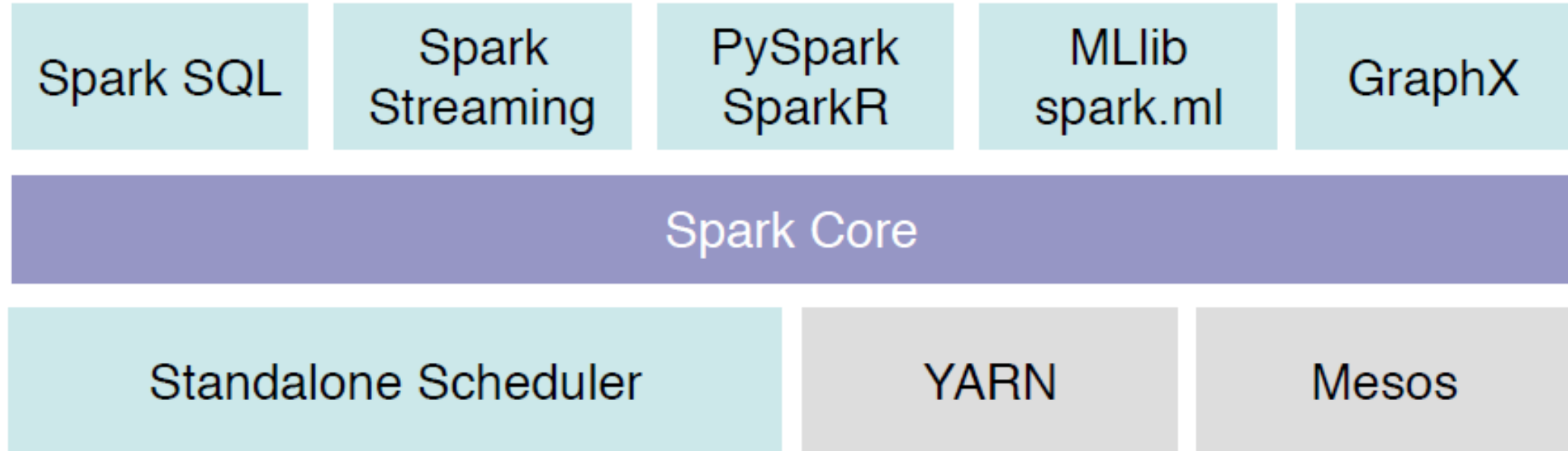


`map()`

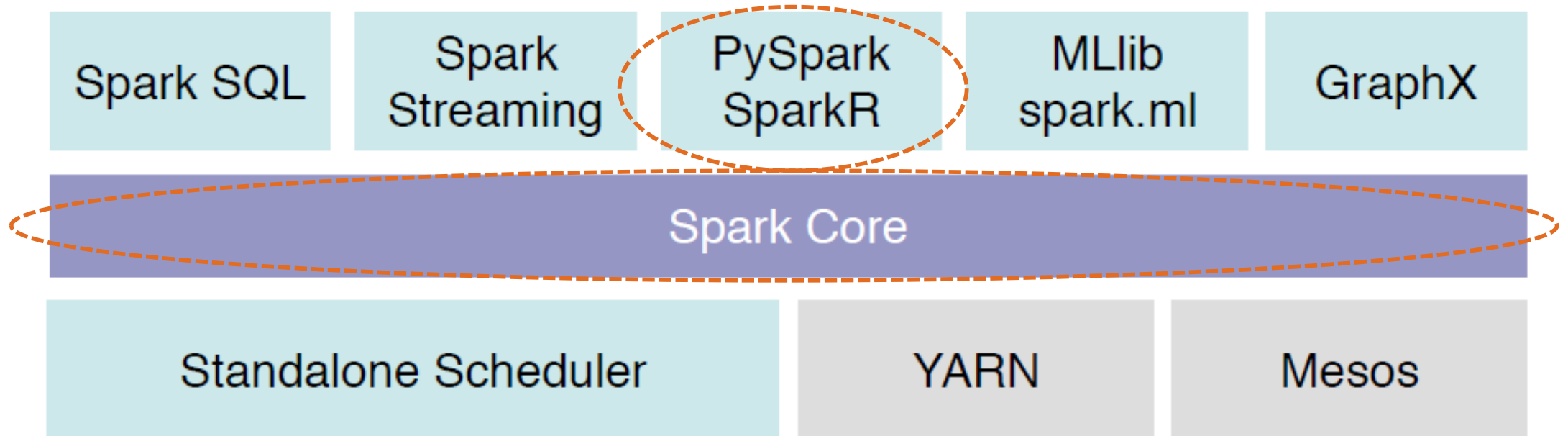
`reduce()`



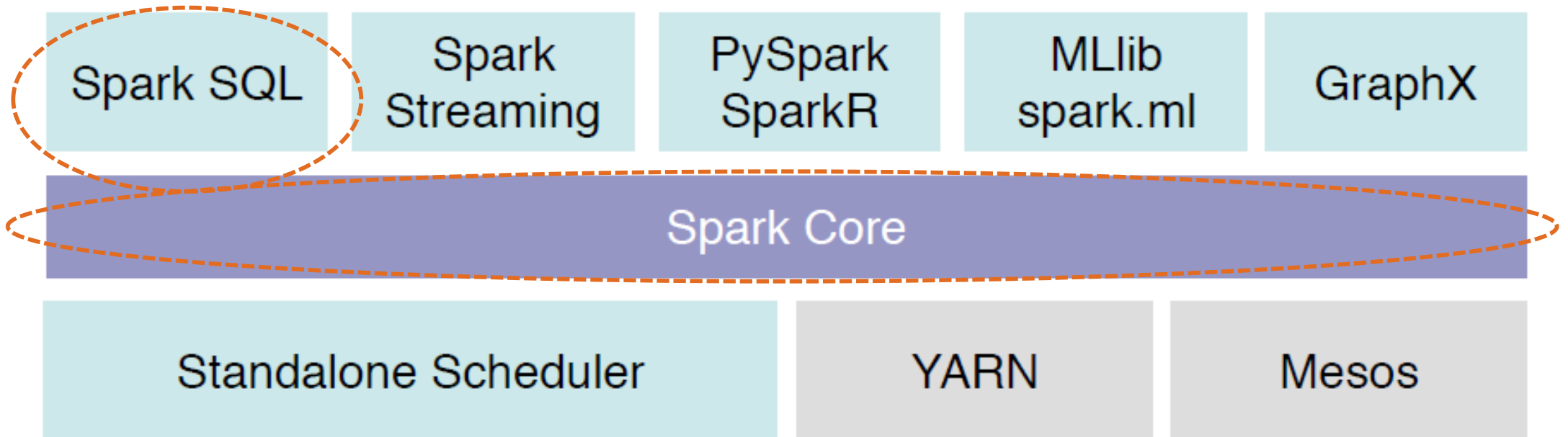
# APACHE SPARK



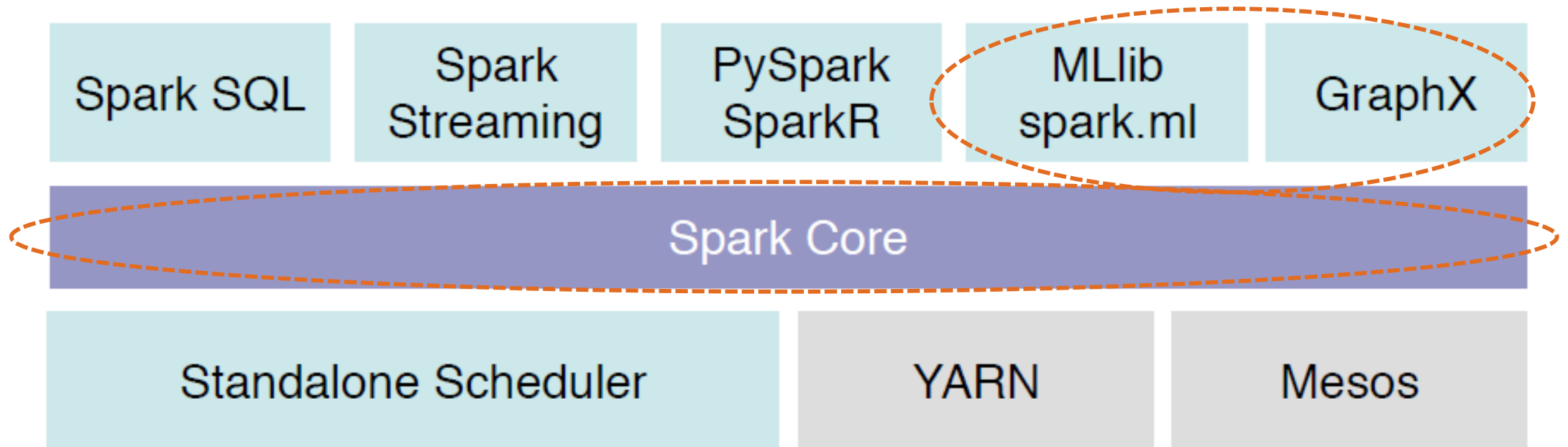
# APACHE SPARK - RDD



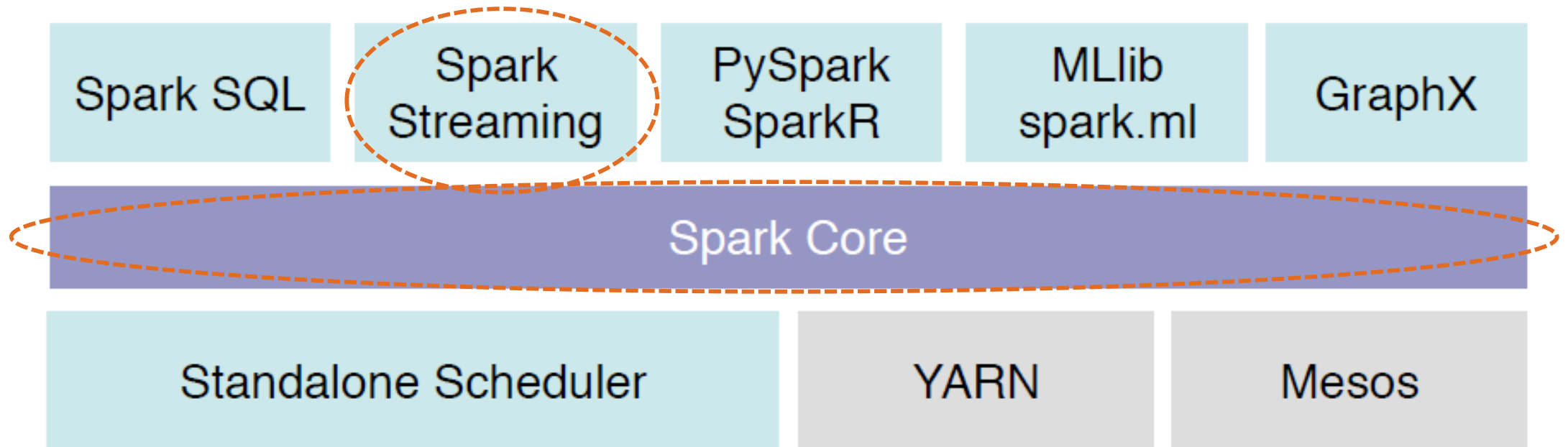
# APACHE SPARK - SQL



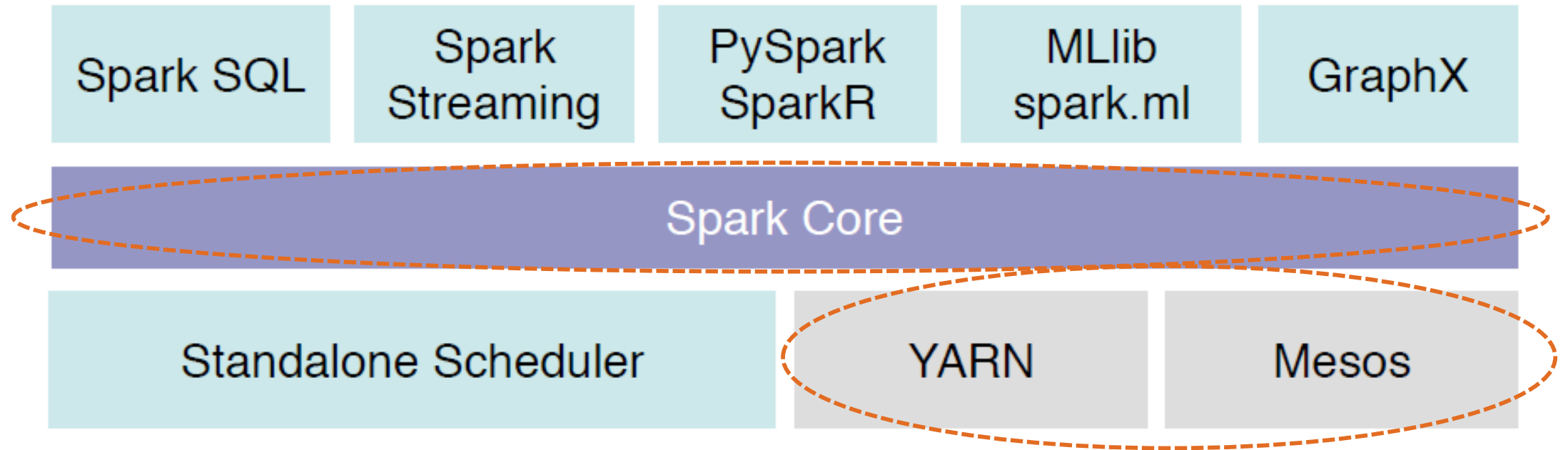
# APACHE SPARK - ML



# APACHE SPARK - STREAMING



# APACHE SPARK – DEPLOY/CLUSTER



# APACHE SPARK – ТЕРМИНЫ

DRIVER

WORKER

# APACHE SPARK – ТЕРМИНЫ

DRIVER

Процесс содержащий Spark Context

WORKER

Приложение (node) выполняющее код/команды



# APACHE SPARK – ТЕРМИНЫ

DRIVER

Процесс содержащий Spark Context

WORKER

Приложение (node) выполняющее код/команды

# APACHE SPARK – ТЕРМИНЫ (КЛАСТЕР)

DRIVER

Процесс содержащий Spark Context

MASTER

Процесс управляющий приложением  
на всем кластере

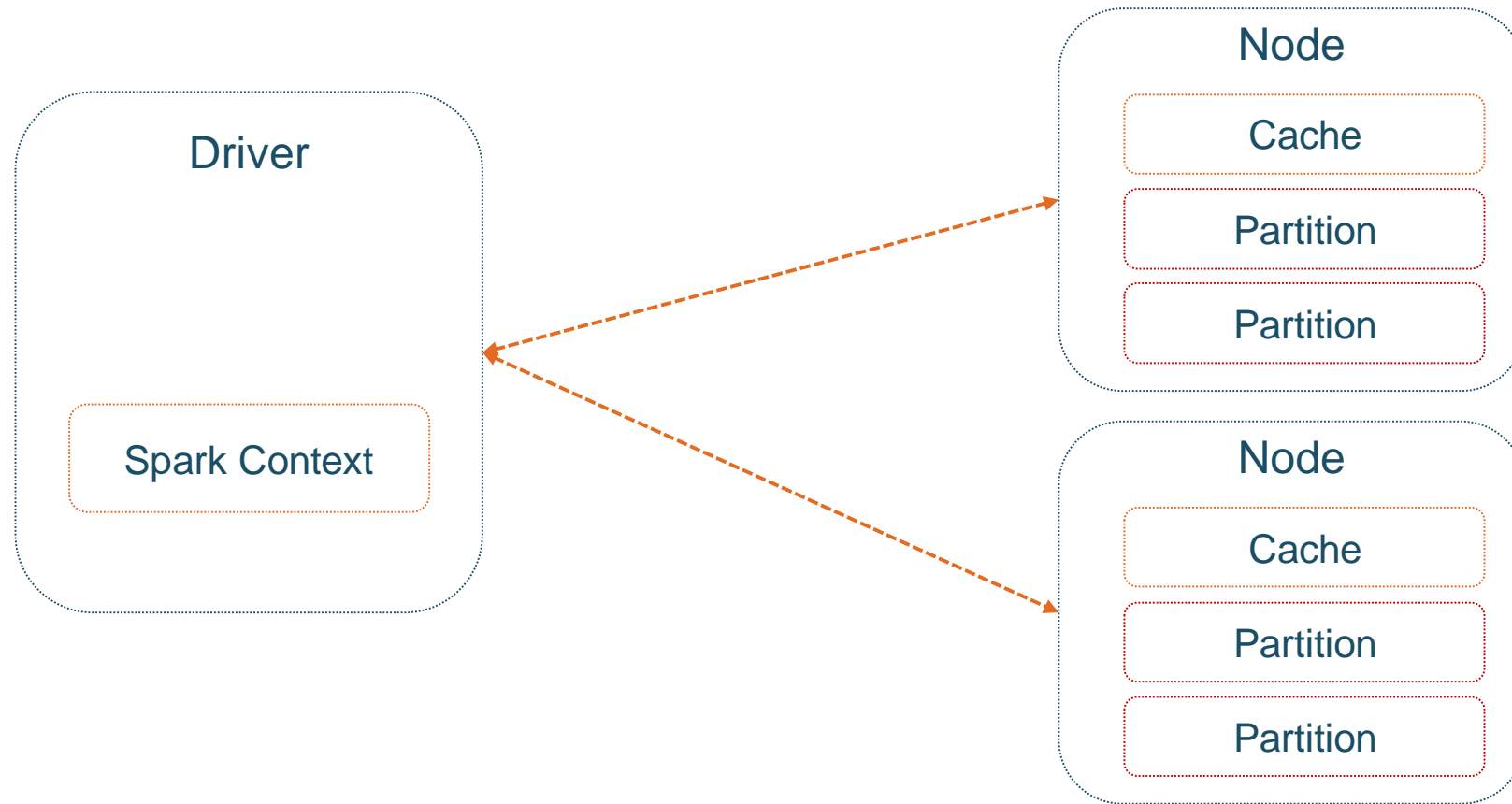
EXECUTOR

Процесс который выполняет Spark задачи

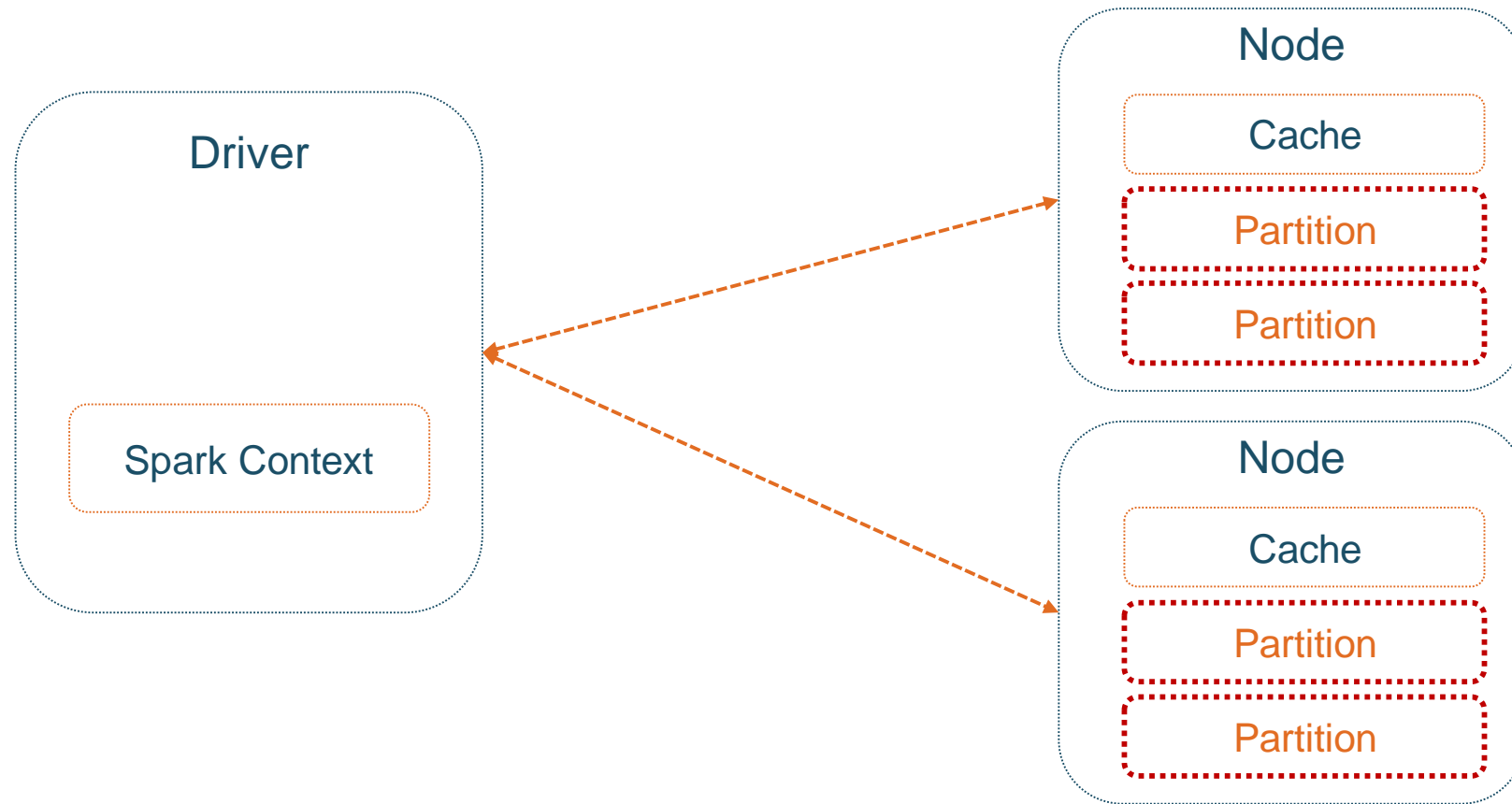
WORKER

Процесс управляющий Executor'ами  
на конкретной ноде кластера

# РАБОТА КОНТЕКСТА



# РАБОТА КОНТЕКСТА (?)



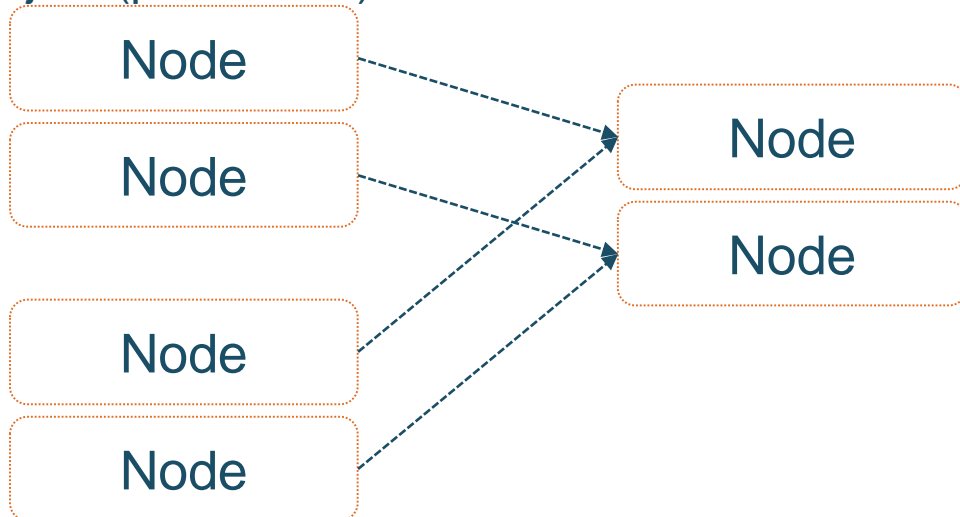
# ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ПАРТИЦИЙ

## (НЕ БОЛЬШАЯ)

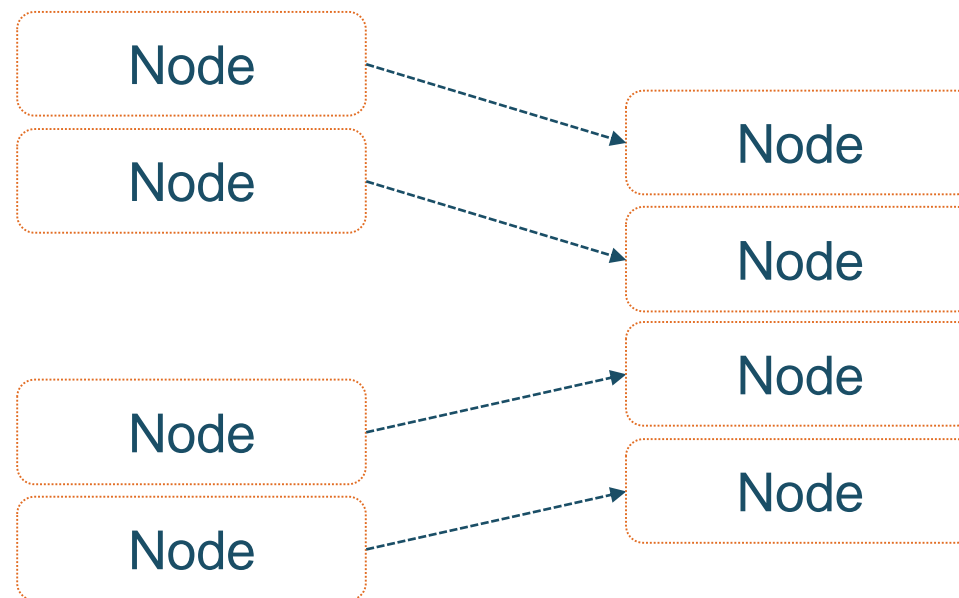
map, filter



join (partitioned)



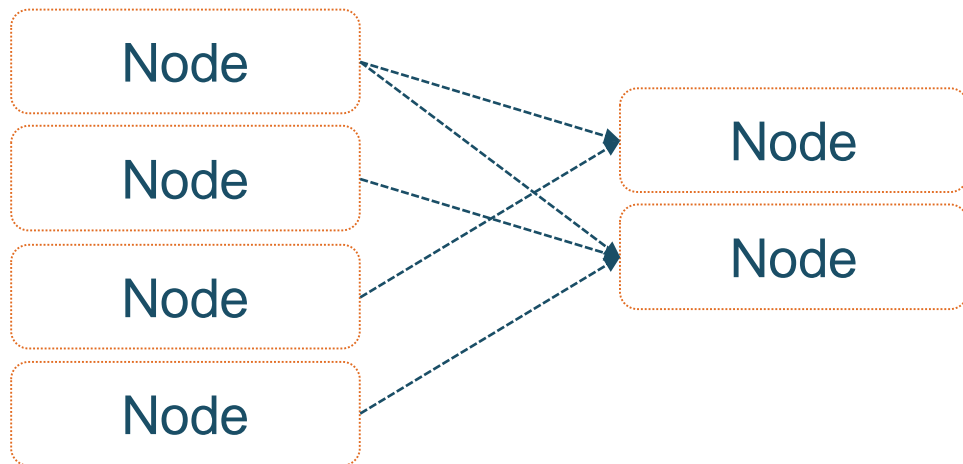
union



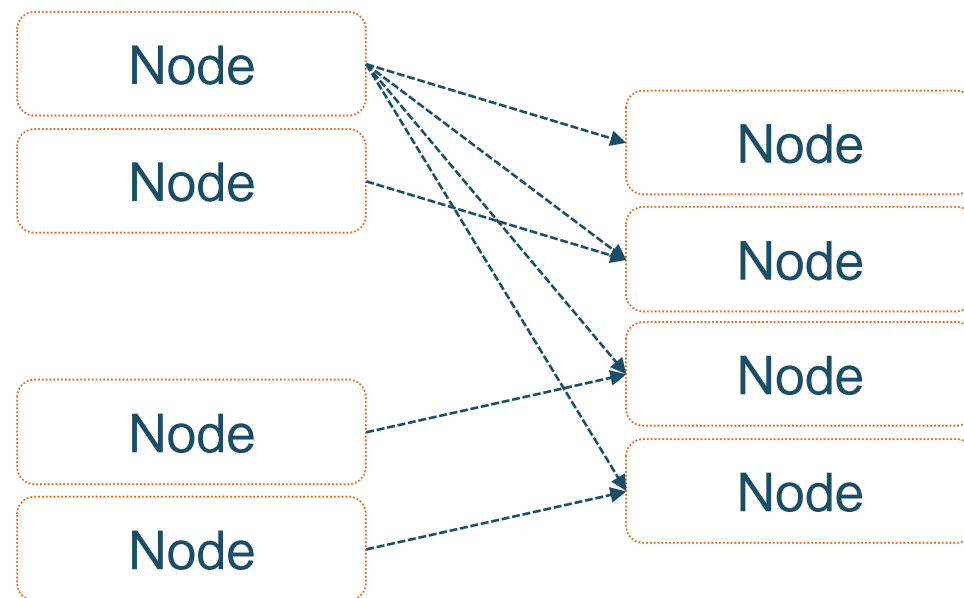
# ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ПАРТИЦИЙ

## (БОЛЬШАЯ)

groupByKey



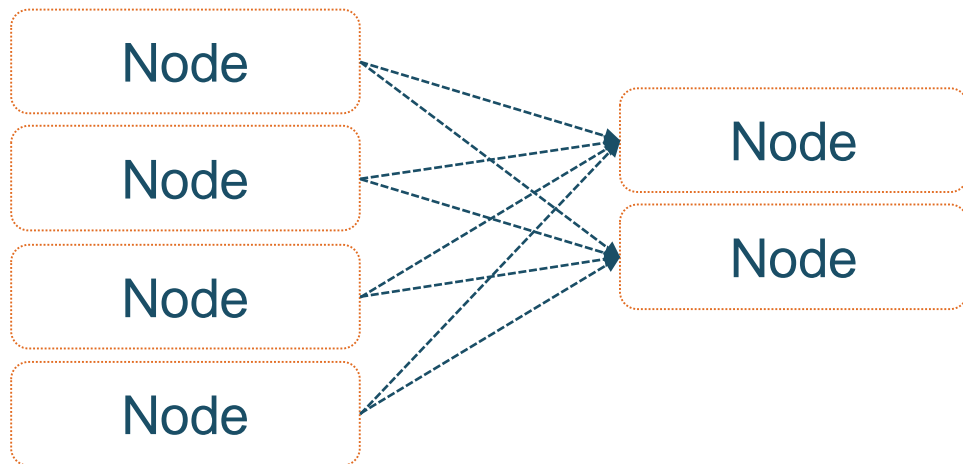
join (not partitioned)



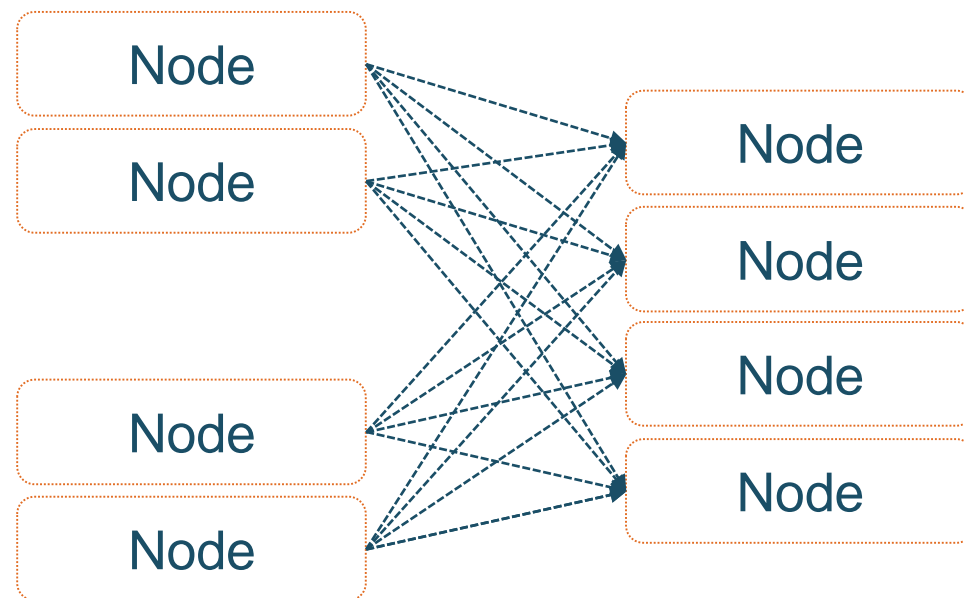
# ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ПАРТИЦИЙ

## (БОЛЬШАЯ)

groupByKey

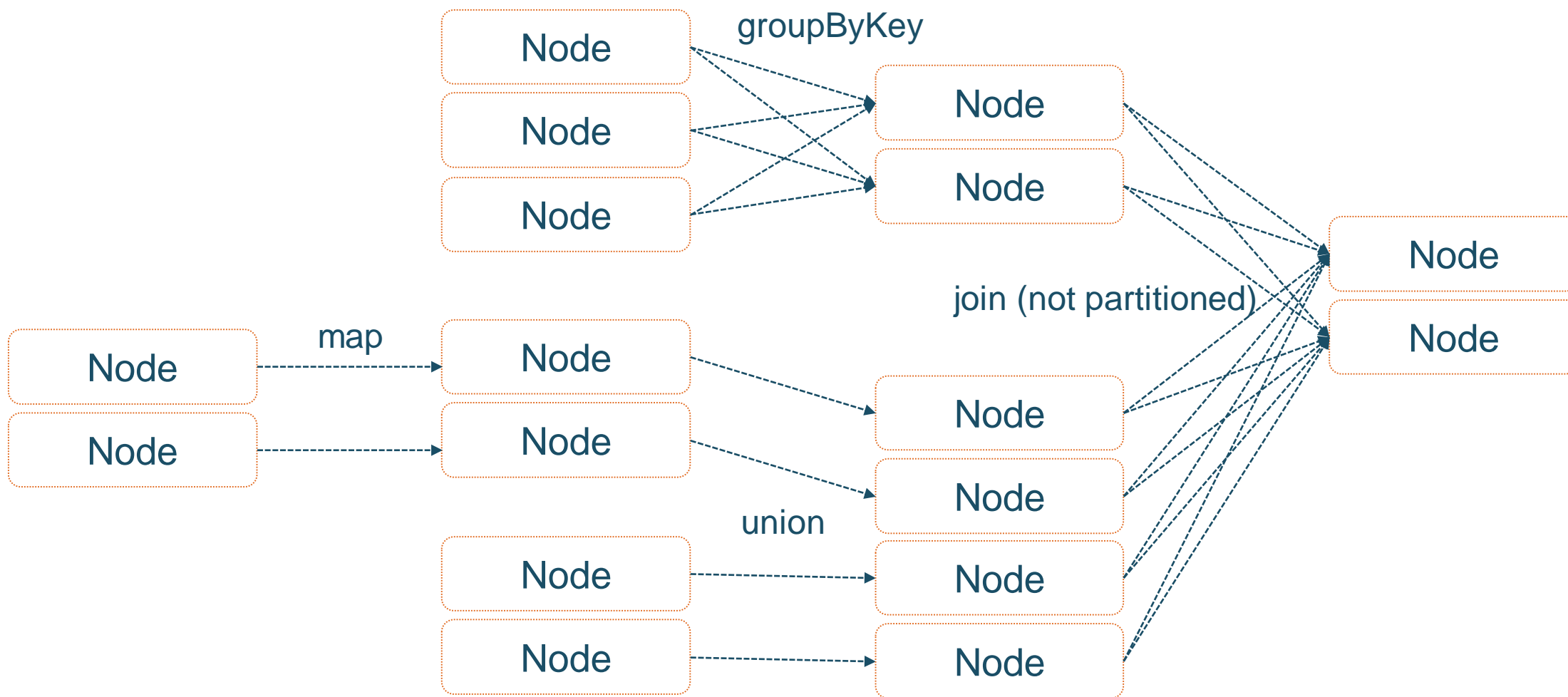


join (not partitioned)



# ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ПАРТИЦИЙ

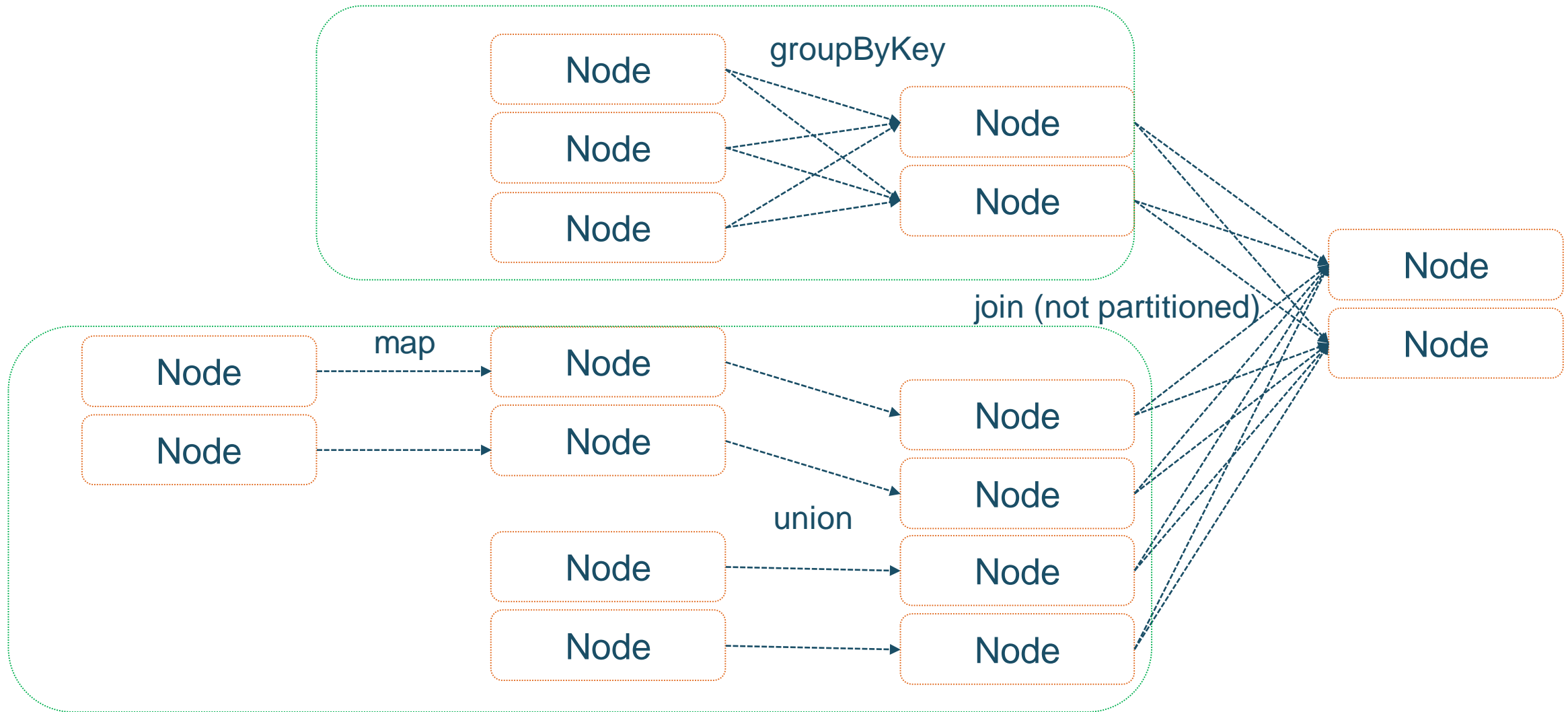
## (В ПРОЦЕССЕ ЗАДАЧИ)





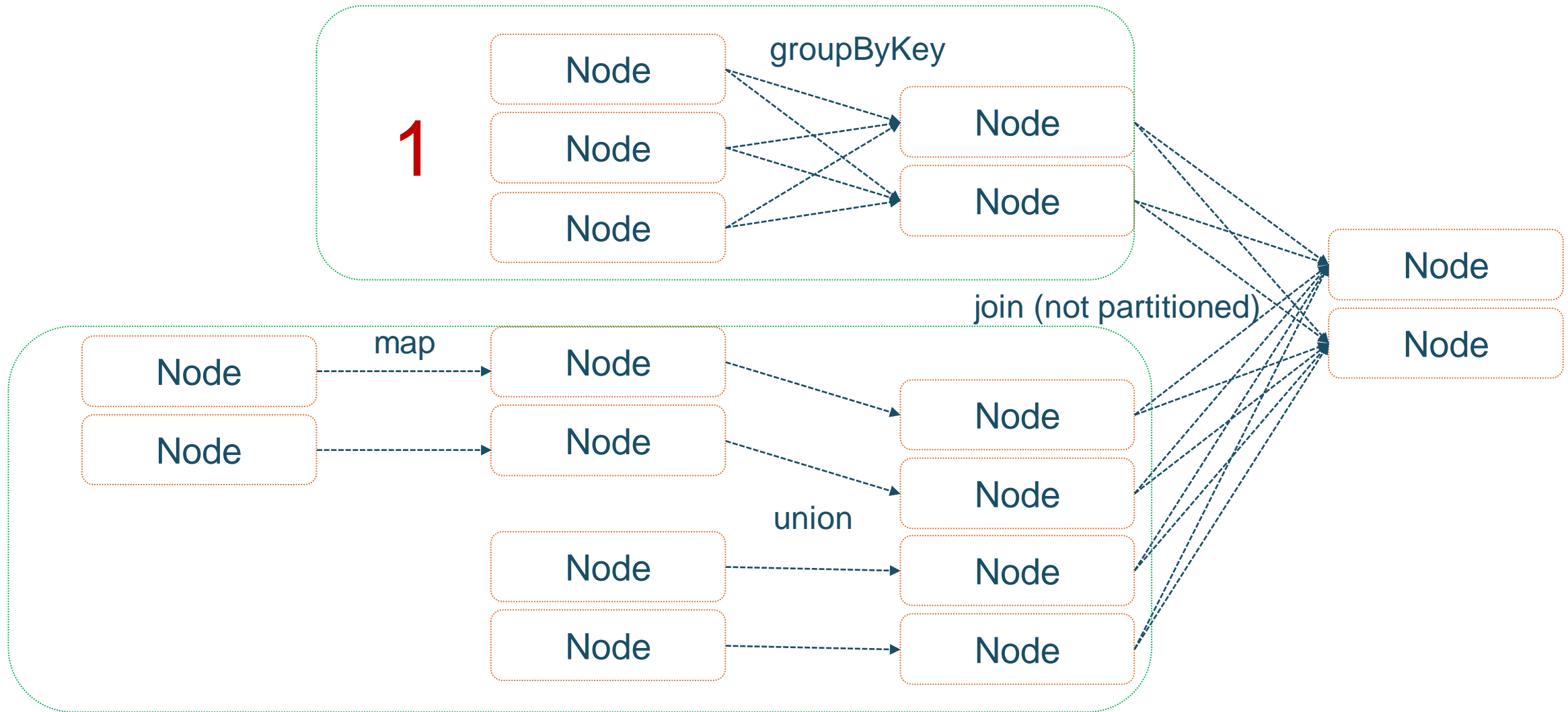
# ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ПАРТИЦИЙ

## (В ПРОЦЕССЕ ЗАДАЧИ)



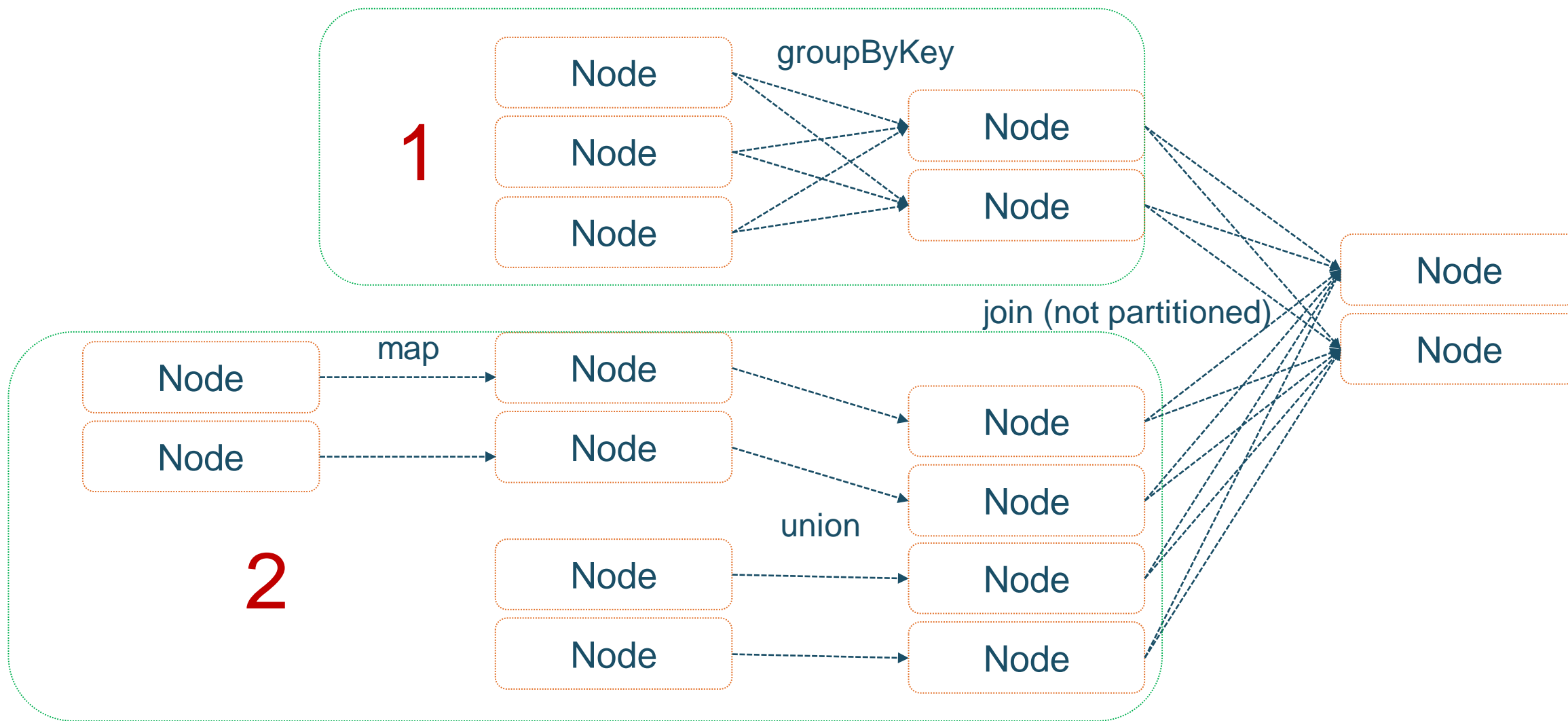
# ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ПАРТИЦИЙ

(В ПРОЦЕССЕ ЗАДАЧИ)



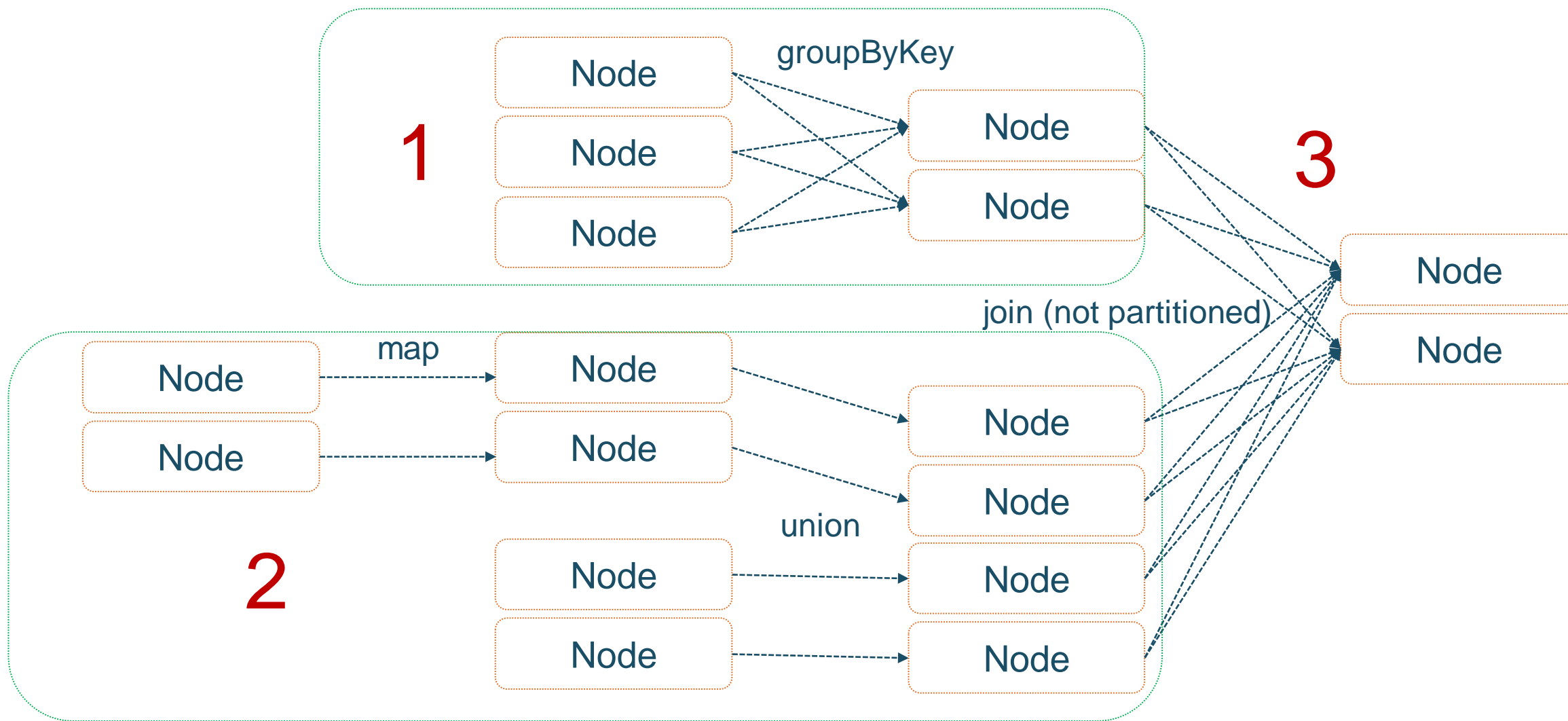
# ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ПАРТИЦИЙ

## (В ПРОЦЕССЕ ЗАДАЧИ)



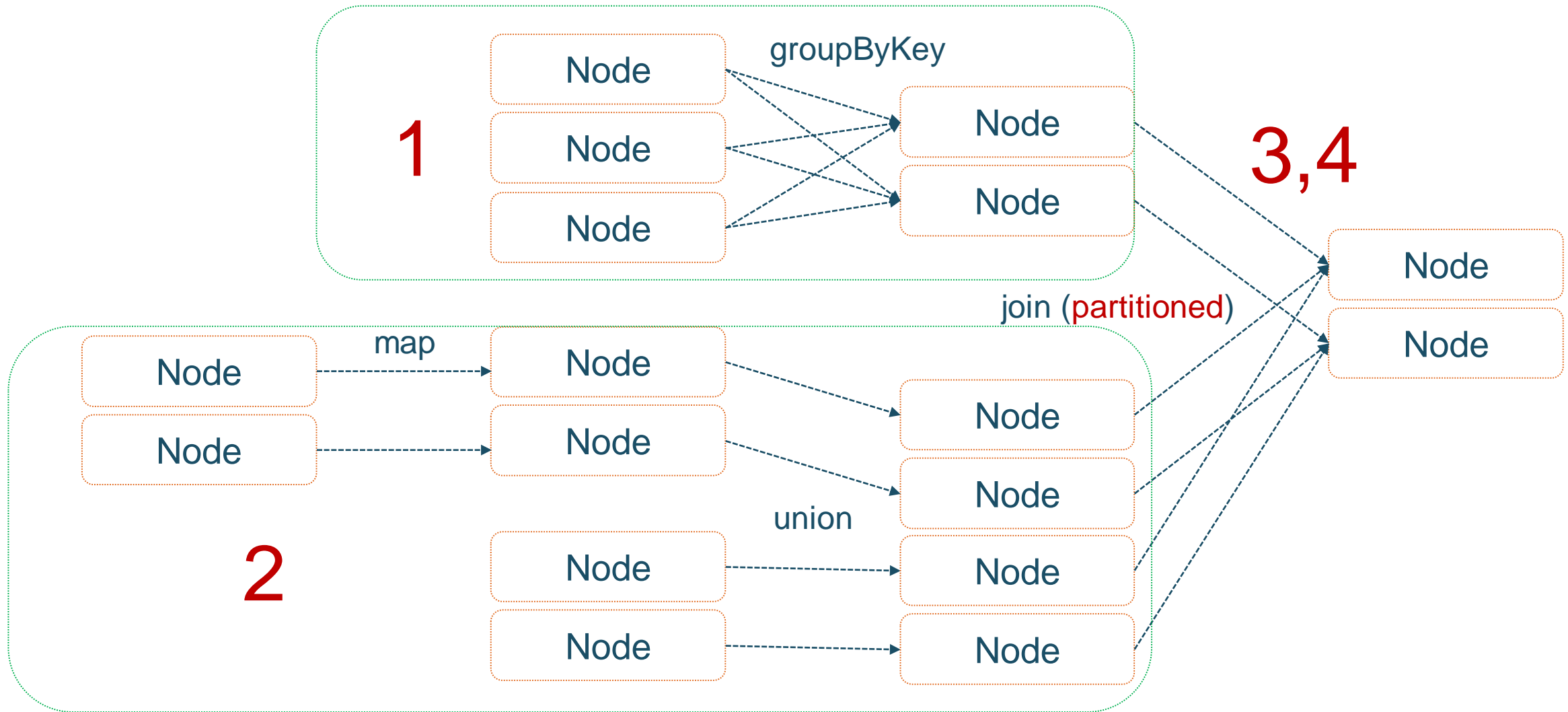
# ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ПАРТИЦИЙ

(В ПРОЦЕССЕ ЗАДАЧИ)



# ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ПАРТИЦИЙ

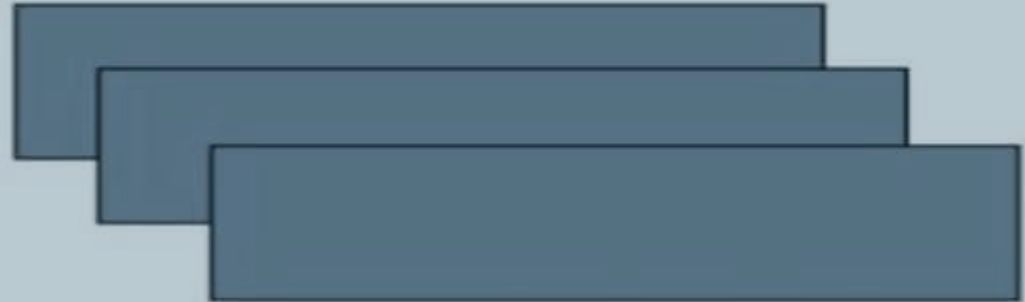
(В ПРОЦЕССЕ ЗАДАЧИ)



# ФУНКЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПАРТИЦИЯМИ

<code>.partitions()</code>	Список объектов партиций
<code>.dependencies()</code>	Список объектов зависимостей
<code>.compute(p, parent)</code>	Кол-во элементов в партиции Р в родительском объекте
<code>.practitioner()</code>	Метадата по партиции
<code>preferredLocations(p)</code>	Список нод, где партиция Р расположена

SPARK RDD



# RDD– ТЕРМИНЫ

RESILIENT

DISTRIBUTED

DATASET



# RDD– ТЕРМИНЫ

RESILIENT

Если данные будут потеряны из процесса, они будут (могут быть) восстановлены из памяти

DISTRIBUTED

Данные разделены на партиции по нодам кластера

DATASET

Это данные – они изначально должны быть в файле или созданы

# RDD– ТЕРМИНЫ

IMMUTABLE, READ-ONLY

RESILIENT

Если данные будут потеряны из процесса, они будут (могут быть) восстановлены из памяти

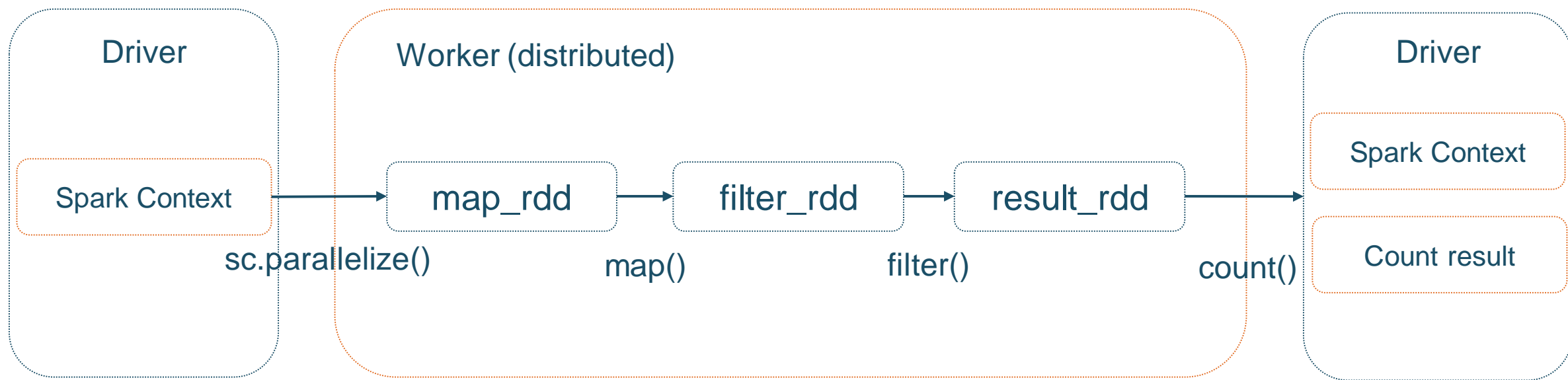
DISTRIBUTED

Данные разделены на партиции по нодам кластера

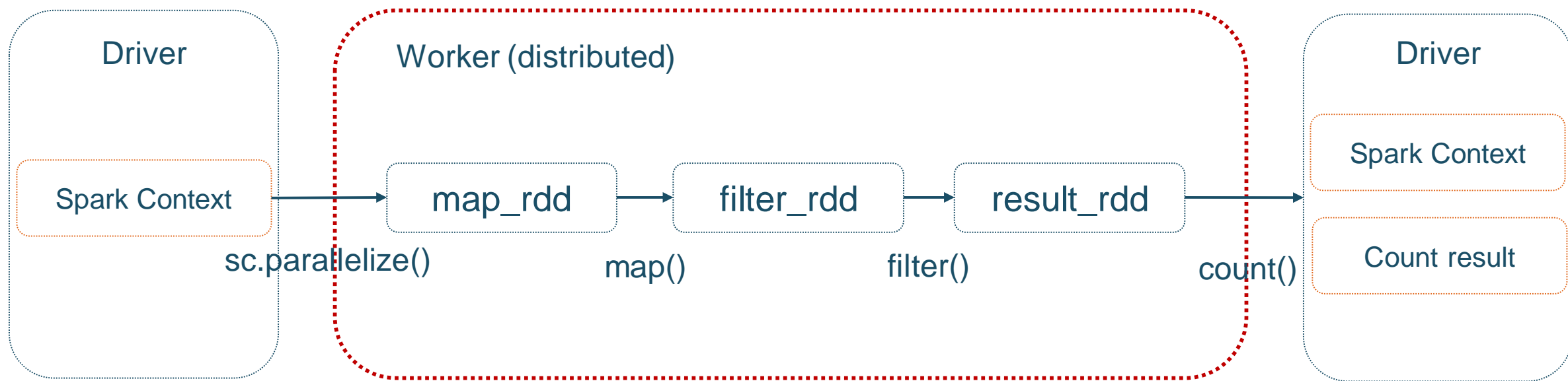
DATASET

Это данные – они изначально должны быть в файле или созданы

# ОБЛАСТЬ СУЩЕСТВОВАНИЯ RDD



# ОБЛАСТЬ СУЩЕСТВОВАНИЯ RDD



# RDD (KEY – VALUE)

```
pets = sc.parallelize([("cat", 1), ("dog", 1), ("cat", 2)])
```

```
pets.reduceByKey(lambda x, y: x + y) # => {(cat, 3), (dog, 1)}
```

```
pets.groupByKey() # => {(cat, [1, 2]), (dog, [1])}
```

```
pets.sortByKey() # => {(cat, 1), (cat, 2), (dog, 1)}
```

# RDD (KEY – VALUE) | MAP – REDUCE

```
pets = sc.parallelize([("cat", 1), ("dog", 1), ("cat", 2)])
```

```
pets.reduceByKey(lambda x, y: x + y) # => {(cat, 3), (dog, 1)}
```

```
pets.groupByKey() # => {(cat, [1, 2]), (dog, [1])}
```

```
pets.sortByKey() # => {(cat, 1), (cat, 2), (dog, 1)}
```

MAPPER

- `str`(обычный файл\тс вашими\тданными)
- `list(list(str(обычный файл),  
          str(с вашими),  
          str(данными)  
          ))`
- `function(object) <- list(str)`
- `return: key – value`

# RDD (KEY – VALUE) | MAP – REDUCE

```
pets = sc.parallelize([("cat", 1), ("dog", 1), ("cat", 2)])
```

```
pets.reduceByKey(lambda x, y: x + y) # => {(cat, 3), (dog, 1)}
```

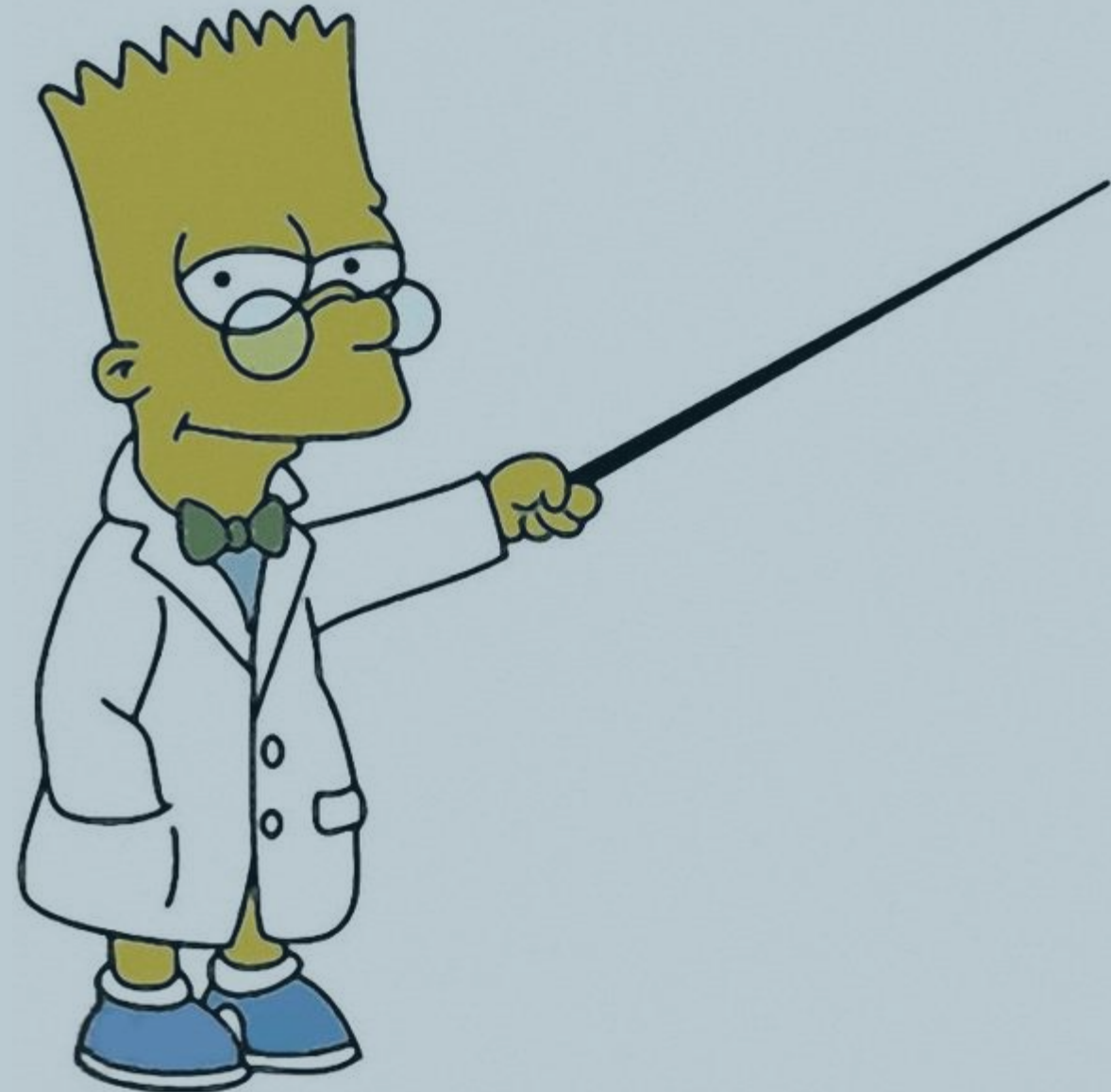
```
pets.groupByKey() # => {(cat, [1, 2]), (dog, [1])}
```

```
pets.sortByKey() # => {(cat, 1), (cat, 2), (dog, 1)}
```

MAPPER

- `str`(обычный файл\тс вашими\тданными)
- `list(list(str(обычный файл),  
          str(с вашими),  
          str(данными)  
          ))`
- `function(object) <- list(str)`
- `return: key – value`

RDD НА ПРИМЕРЕ





# RDD | WORDCOUNT

```
file_rdd.map(line => line.split(" "))  
  .map(split => (split(0), split(1).toInt))  
  .groupByKey()  
  .mapValues(iter => iter.reduce(_ + _)).collect()
```

**dummy.txt**

```
jon 2  
mary 3  
anna 1  
jon 1  
jesse 3  
mary 5
```

# RDD | PLAN

```
sc.textFile('file:///dummy.txt')
```



```
map(line => line.split(" "))
```



```
map(split => (split(0), split(1).toInt))
```



```
groupByKey()
```

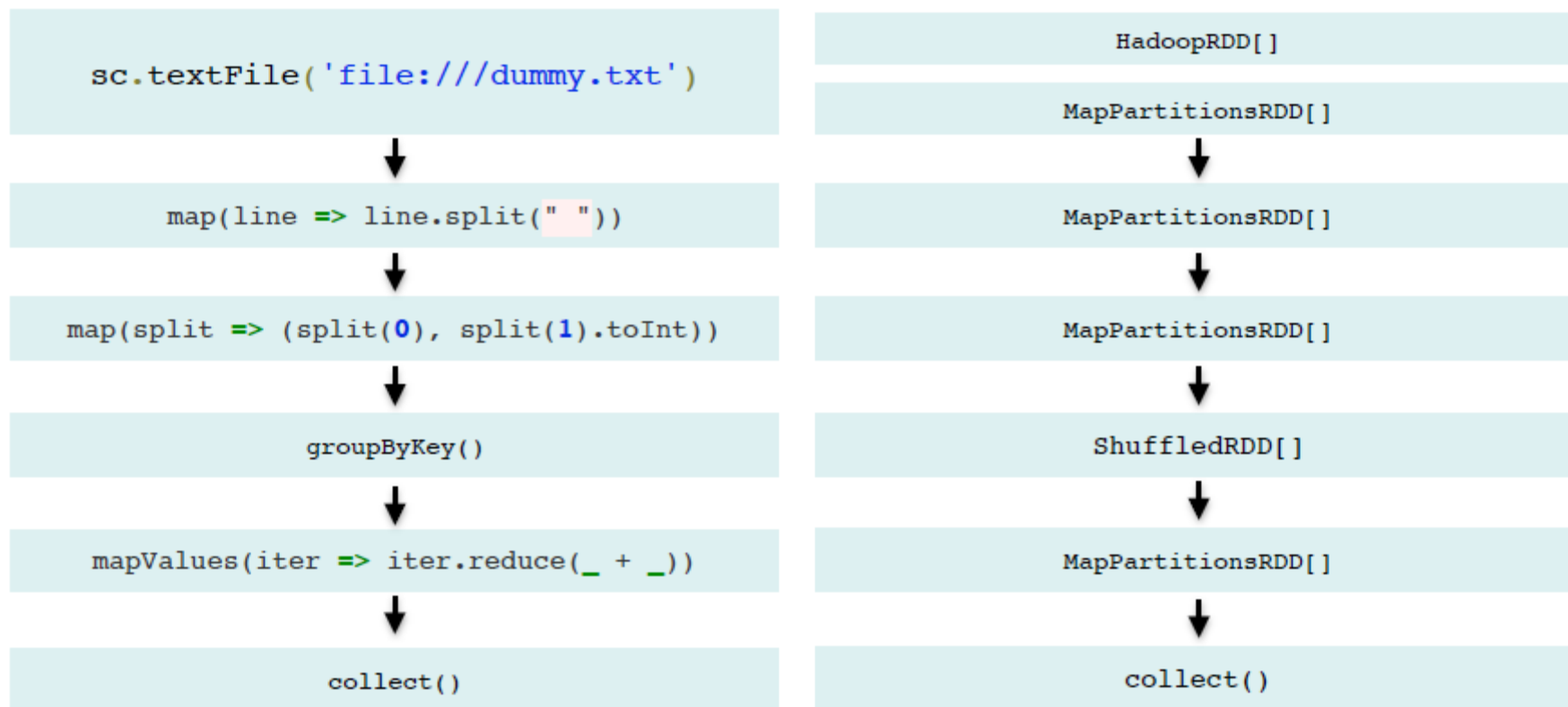


```
mapValues(iter => iter.reduce(_ + _))
```



```
collect()
```

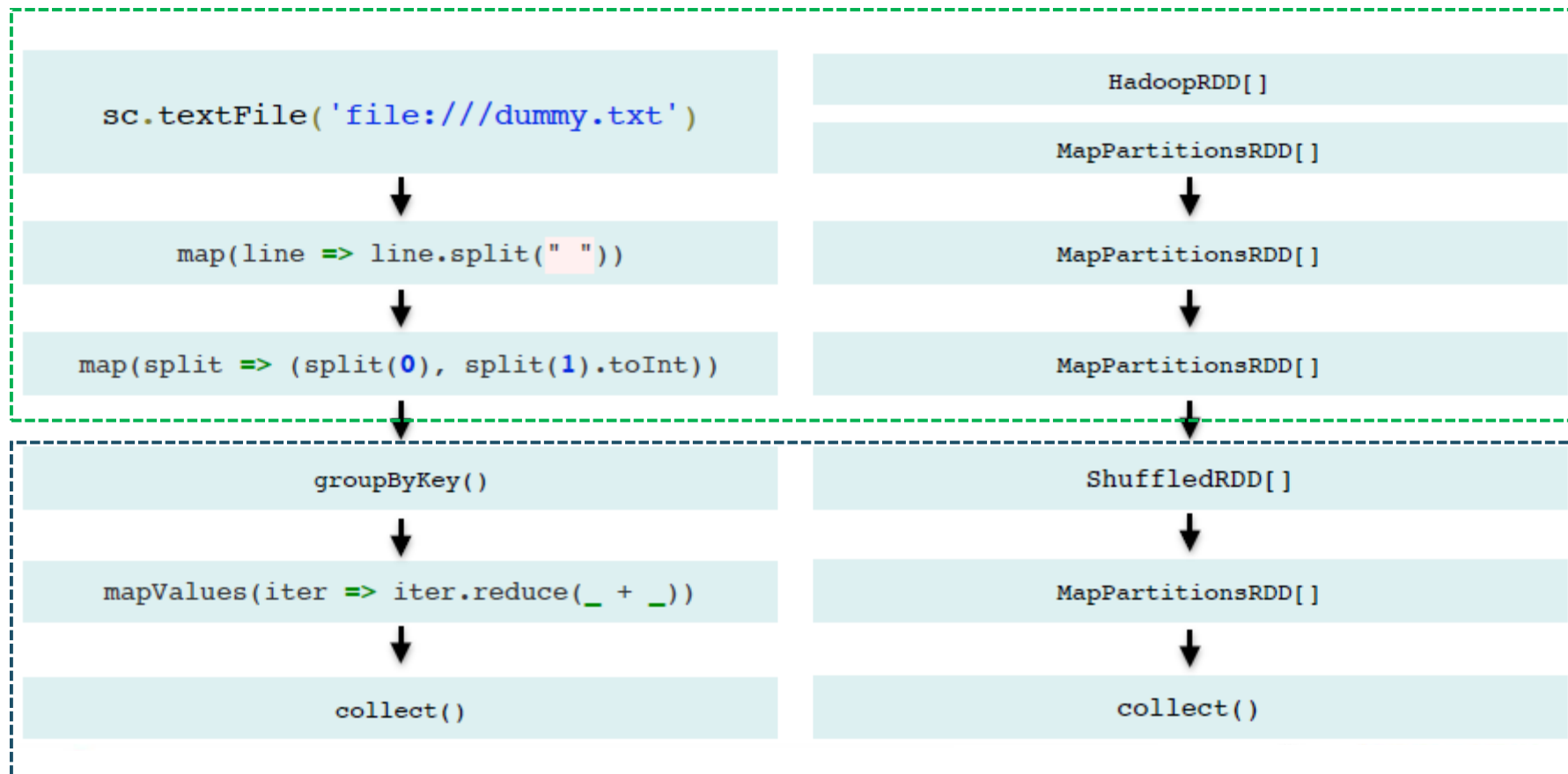
# RDD | PLAN RDD



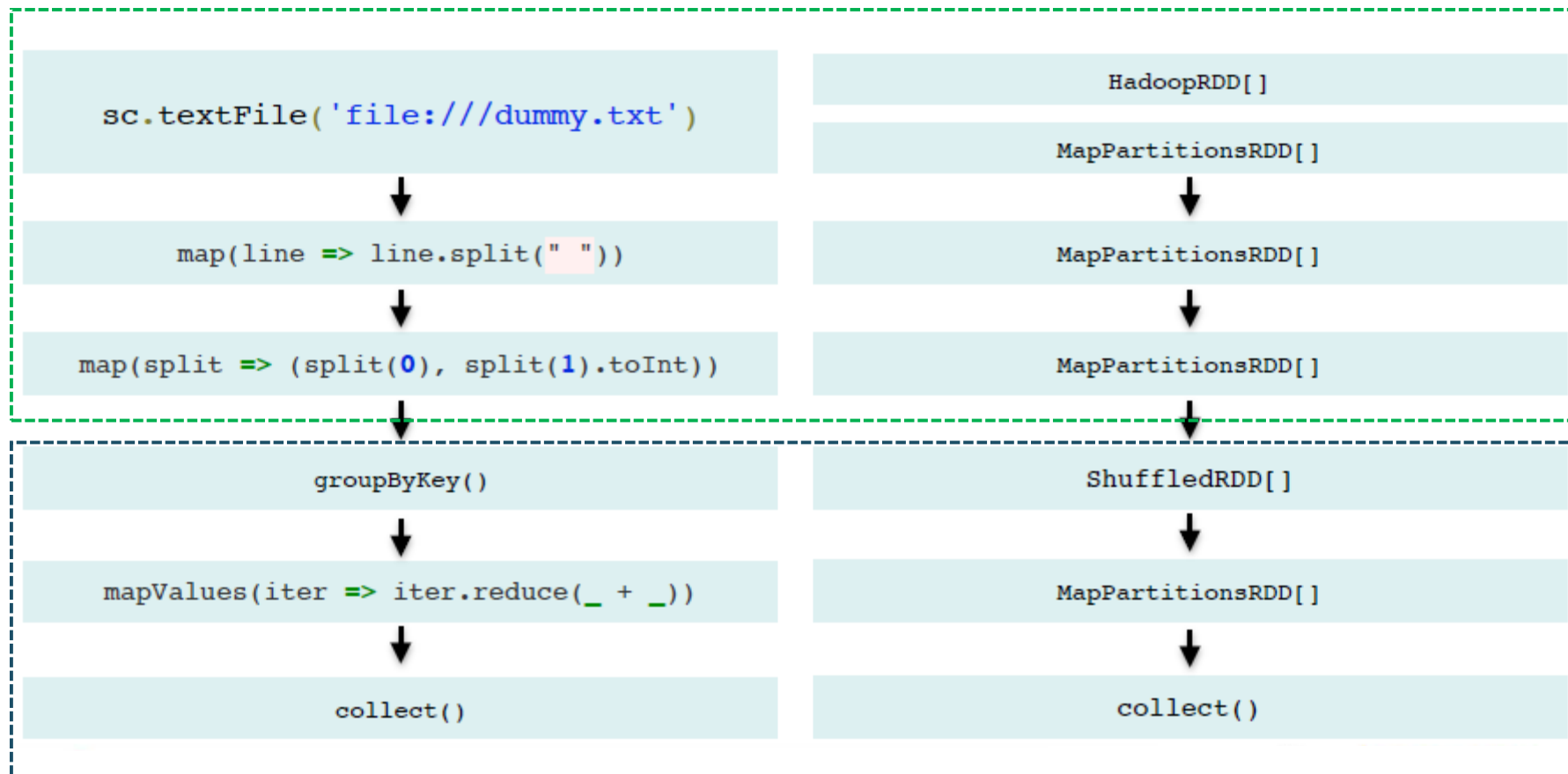
# RDD | БАРЬЕР



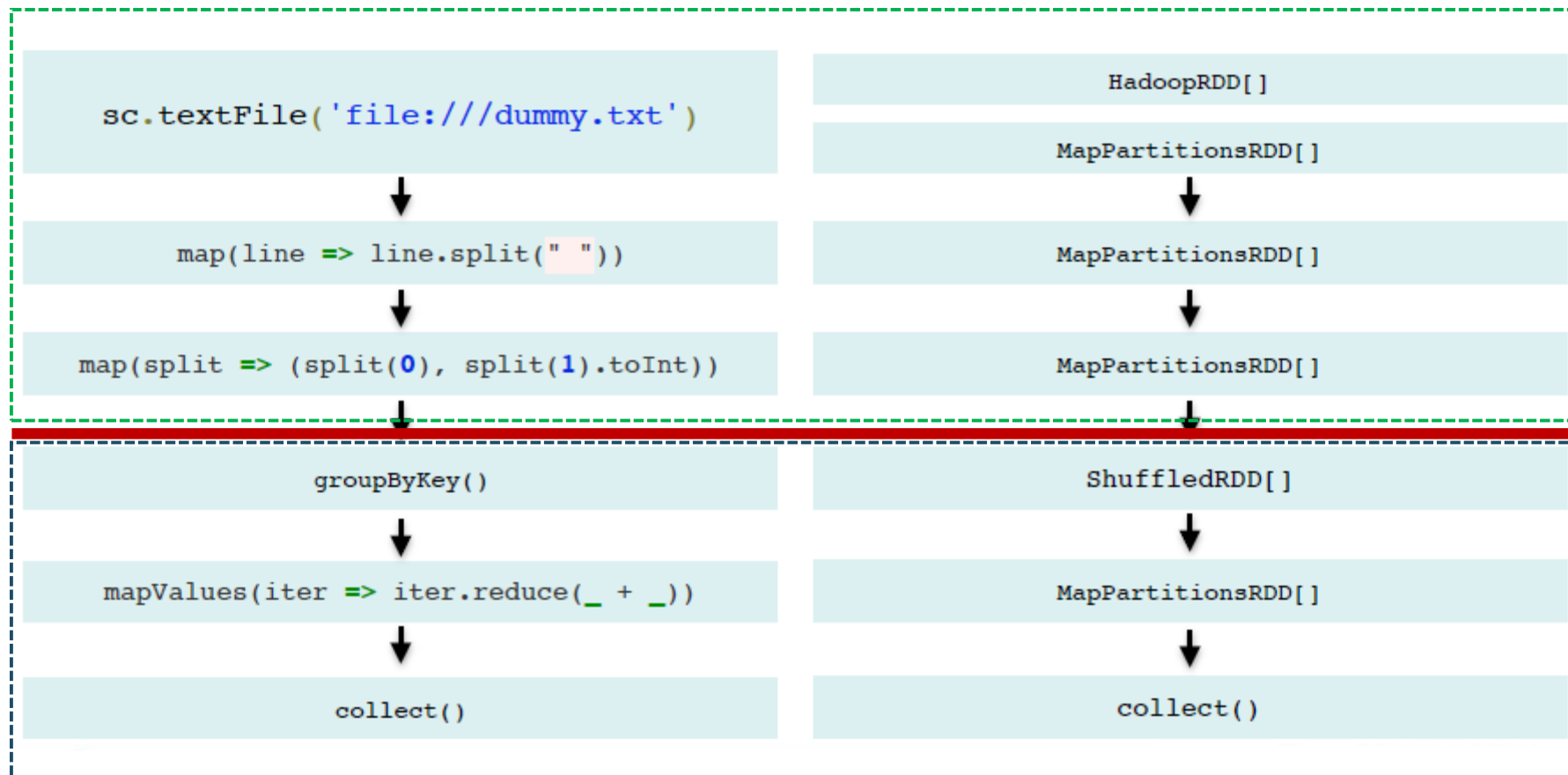
# RDD | БАРЬЕР



# RDD | БАРЬЕР

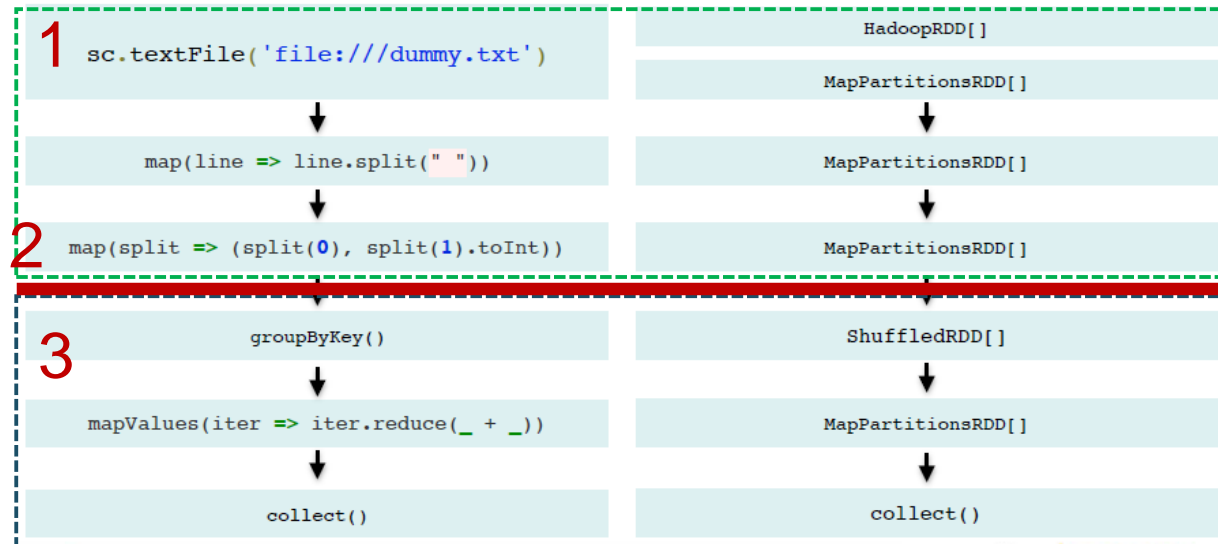


# RDD | БАРЬЕР



Shuffle  
барьер

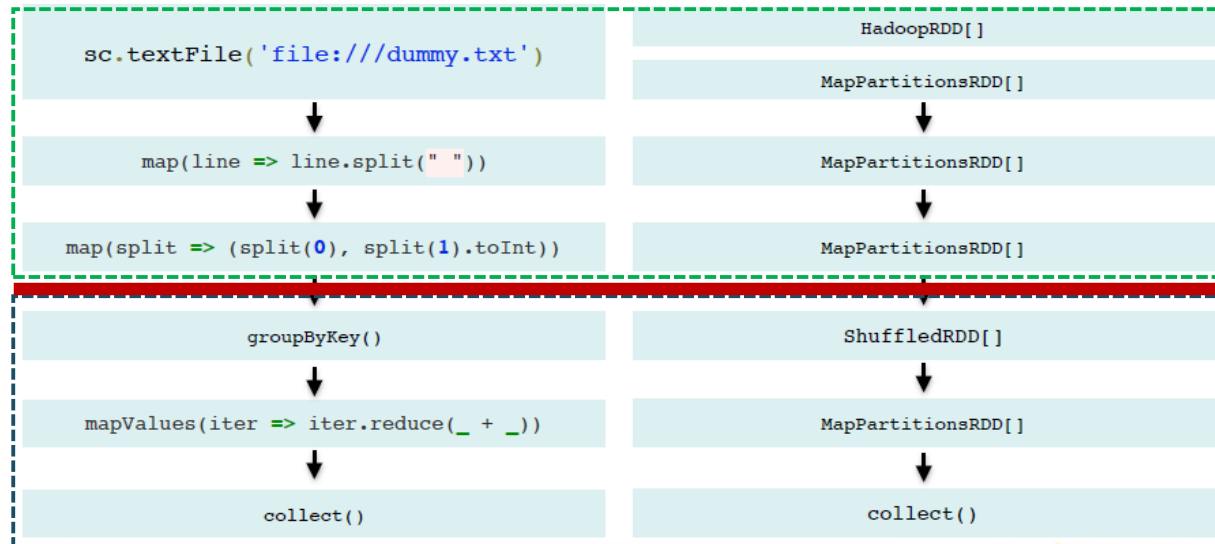
# RDD | ВЫПОЛНЕНИЕ



- Разбиение уровней на задачи для Executor's

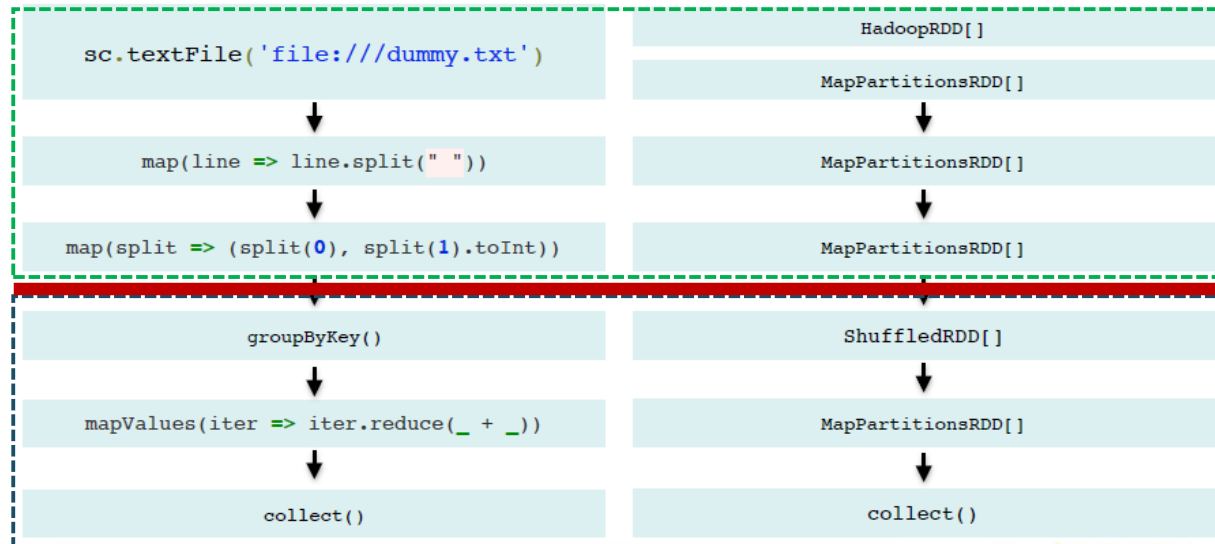


# RDD | ВЫПОЛНЕНИЕ



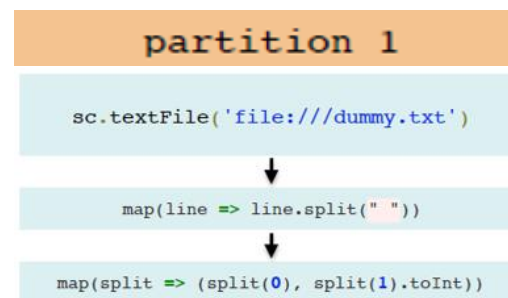
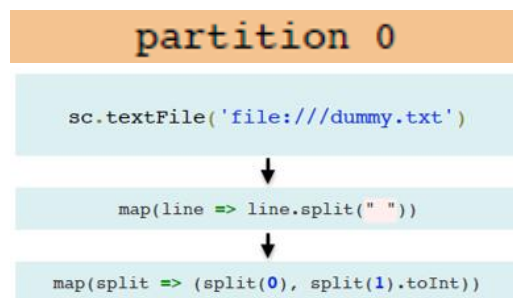
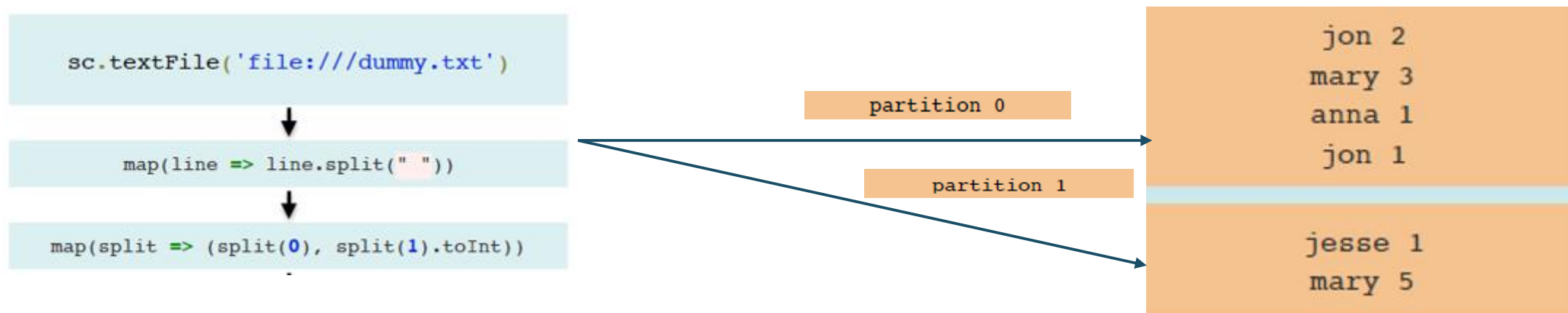
- Разбиение уровней на задачи для Executor's
- Задача – это процесс партиционирования данных и вычисления

# RDD | ВЫПОЛНЕНИЕ



- Разбиение уровней на задачи для Executor's
- Задача – это процесс партиционирования данных и вычисления
- Выполнение каждой задачи

# RDD | ПАРТИЦИОНИРОВАНИЕ ЗАДАЧ



# RDD | SHUFFLE

jon 2  
mary 3  
anna 1  
jon 1

jesse 1  
mary 5

`groupByKey()`



`mapValues(iter => iter.reduce(_ + _))`

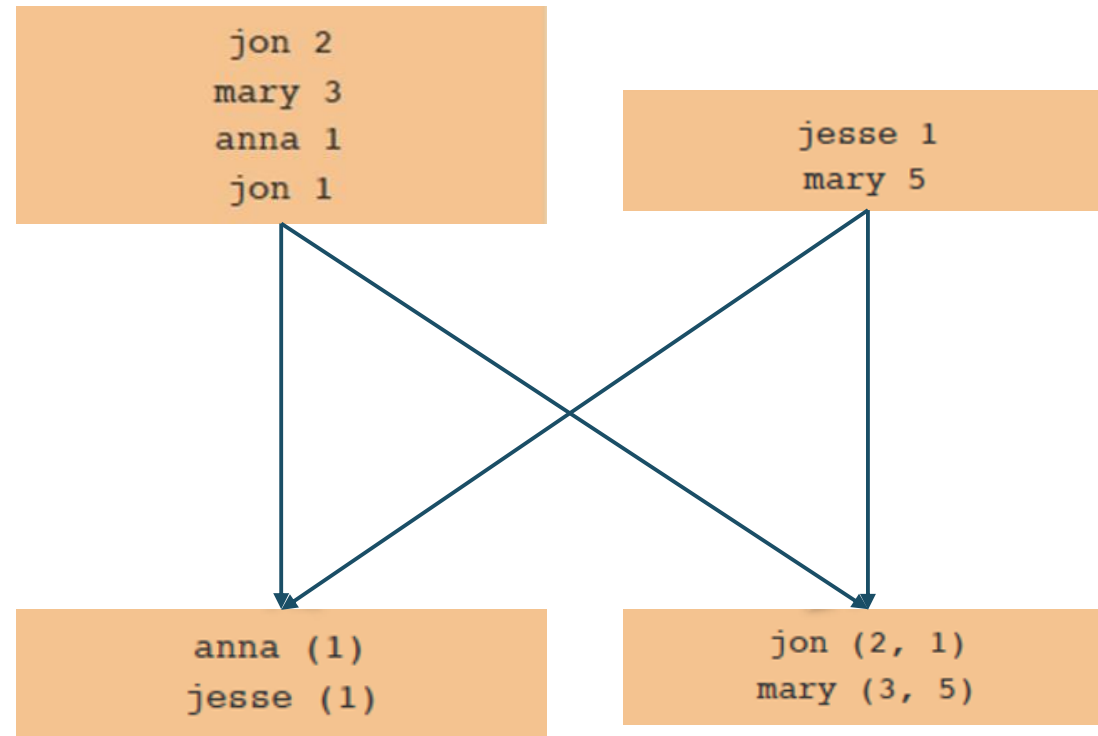
# RDD | SHUFFLE

```
groupByKey()
```



```
mapValues(iter => iter.reduce(_ + _))
```

- Перераспределение данных по партициям
- Hash key для создания бакетов
- Выполнение процесса с записью на диск temp файлов (как Hadoop)



# RDD?

- Список партиций из данных в виде картежей
- Список зависимостей для выполнения задачи
- Функция для вычисления  
(для каждой партиции, в парадигме функционального программирования)
- Партиционирование для оптимизации вычислений
- Список «лучших» расположений на кластере для каждой партиции  
(расположение – путь на ноде / диске)

# RDD?

- Список партиций из данных в виде картежей
- Список зависимостей для выполнения задачи
- Функция для вычисления  
(для каждой партиции, в парадигме функционального программирования)

Не обязательные объекты:

- Партиционирование для оптимизации вычислений
- Список «лучших» расположений на кластере для каждой партиции  
(расположение – путь на ноде / диске)

# RDD TRANSFORMATIONS

## RDD ACTIONS





# RDD ТЕРМИНЫ

TRANSFORMATION

«Ленивое» вычисление. Return – **новый RDD**

ACTION

Запускает **выполнение** вычислений над данными.  
Return – **финальное значение (на драйвер)**

# RDD TRANSFORMATION

1  
`nums = sc.parallelize([1,2,3])`

2  
`squared = nums.map(lambda x: x*x) # => {1, 4, 9}`

3  
`even = squared.filter(lambda x: x % 2 == 0) # => [4]`

4  
`nums.flatMap(lambda x: range(x)) # => {0, 0, 1, 0, 1, 2}`

# RDD TRANSFORMATION

1

```
nums = sc.parallelize([1,2,3])
```

2

```
squared = nums.map(lambda x: x*x) # => {1, 4, 9}
```

3

```
even = squared.filter(lambda x: x % 2 == 0) # => [4]
```

4

```
nums.flatMap(lambda x: range(x)) # => {0, 0, 1, 0, 1, 2}
```

Количество вычислений = 1!

# RDD ACTION

1

```
nums = sc.parallelize([1, 2, 3])
```

2

```
nums.collect() # => [1, 2, 3]
```

3

```
nums.take(2) # => [1, 2]
```

4

```
nums.count() # => 3
```

5

```
nums.reduce(lambda: x, y: x + y) # => 6
```

6

```
nums.saveAsTextFile("hdfs://file.txt")
```

# RDD ACTION

1

```
nums = sc.parallelize([1, 2, 3])
```

2

```
nums.collect() # => [1, 2, 3]
```

3

```
nums.take(2) # => [1, 2]
```

4

```
nums.count() # => 3
```

5

```
nums.reduce(lambda: x, y: x + y) # => 6
```

6

```
nums.saveAsTextFile("hdfs://file.txt")
```

Количество  
вычислений = 6

# RDD SCRIPT

```
B [1]: import random

flips = 100000

coins = range(1, flips + 1)

heads = (
    sc.parallelize(coins)
    .map(lambda i: random.random())
    .filter(lambda r: r < 0.51)
    .count()
)
```

Generator

Создаем RDD

Action

Transformations

# RDD SCRIPT

```
B [1]: import random

flips = 100000

coins = range(1, flips + 1)

heads = (
    sc.parallelize(coins)
    .map(lambda i: random.random())
    .filter(lambda r: r < 0.51)
    .count()
)
```

- Создаем функцию
- Применяем её к объекту

# RDD SCRIPT

```
B [1]: import random

flips = 100000

coins = range(1, flips + 1)

heads = (
    sc.parallelize(coins)
    .map(lambda i: random.random())
    .filter(lambda r: r < 0.51)
    .count()
)
```



# RDD SCRIPT

```
[1]: import random

flips = 100000

coins = range(1, flips + 1)

heads = (
    sc.parallelize(coins)
    .map(lambda i: random.random())
    .filter(lambda r: r < 0.51)
    .count()
)
```

==

```
[2]: import random

flips = 100000

coins = range(1, flips + 1)

rdd = sc.parallelize(coins)

flips_rdd = rdd.map(lambda i: random.random())
heads_rdd = flips_rdd.filter(lambda r: r < 0.51)

heads = heads_rdd.count()
```

# RDD ПРИЧИНЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

НУЖНЫ НЕ ИЗМЕНЯЕМЫЕ ОБЪЕКТЫ

НУЖНА ТИПИЗАЦИЯ `RDD[int]`,  
`RDD[string]`

FAULT TOLERANCE

ПРОВЕСТИ КРУПНЫЕ (ГРУБЫЕ) ИЗМЕНЕНИЯ ПО  
ВСЕМУ НАБОРУ ДАННЫХ

ВАЖНО ПАРТИЦИОНИРОВАНИЕ, РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПО НОДАМ  
(ОПРЕДЕЛЕННОЕ)

ЕСТЬ ОГРАНИЧЕНИЯ ПО  
РЕСУРСАМ

КОГДА НУЖНО ИСПОЛЬЗОВАТЬ ДРУГИЕ  
ОПТИМИЗАТОРЫ (НЕ CATALYST)

# RDD НЕ ИЗБАВЛЯЕТ ОТ ПРОБЛЕМ

НЕТ ОПТИМИЗАТОРА (В DATAFRAME / DATASET ИСПОЛЬЗУЕТСЯ CATALYST)

НУЖНО СЛЕДИТЬ ЗА ТИПАМИ ДАННЫХ

ДЕГРАДАЦИЯ ДАННЫХ ПРИ МАЛОМ КОЛ-ВЕ ОЗУ (КОГДА IN-MEMORY)

НУЖНО ИСПОЛЬЗОВАТЬ GARBAGE COLLECTION

ПОПРОБУЕМ  
САМОСТОЯТЕЛЬНО

**ТЫ НЕ ДЕЛАЕШЬ ЭТО НЕПРАВИЛЬНО**



**ЕСЛИ НИКТО НЕ ЗНАЕТ, ЧТО  
КОНКРЕТНО ТЫ ДЕЛАЕШЬ**

# SPARK ПРОЕКТ



# SPARK ПРОЕКТ

- Цель: Разработать аналитический проект на Apache Spark
- Задачи:
  - Провести анализ данных «Новостных заголовков» из Reddit и их влияние на рынок Американский акций
  - Сделать технический анализ индекса (DJI – Dow Jones Industrial Average) и 5 разны акций (3 компании входят в этот индекс, 2 не входят)  
Даты операций на рынке акций должны совпадать с новостными датами
  - Провести семантический анализ (и другую доступную аналитику над текстом для извлечения «фичей»)
  - Построить модель предсказания изменения цены в % и в \$

# SPARK ПРОЕКТ

- Задачи реализуемые на RDD (по данным индекса и акциям).

Разработать функции технического анализа акций:

- скользящее среднее на 3, 5, 8, 13, 21 день
- экспоненциальное среднее на 5, 12, 26
- RSI (Relative Strenght Index)
- Stochastic Oscillator
- OBV( балансовый объем торгов), по дням
- MACD (weight)