Лекция №6
по курсу
«Проектирование и архитектура вычислительных систем»

Москва, 2020

MPI

https://www.mpich.org//static/downloads/1.4.1p1/

https://www.microsoft.com/en-us/download/confirmation.aspx?id=36043
https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=12218
https://www.microsoft.com/en-us/download/confirmation.aspx?id=57467

Этапы

Этапы параллельного программирования:

- определение параллелизма: анализ задачи с целью выделить подзадачи, которые могут выполняться одновременно;

- организация параллелизма: изменение структуры задачи таким образом, чтобы можно было эффективно выполнять подзадачи;

- реализация параллелизма: реализация параллельного алгоритма в исходном коде с помощью системы обозначений параллельного программирования.

Реализация параллелизма

1. Параллельные программные пакеты, созданные для решения задач из какой-то области науки

2. Параллельные библиотеки, в которых уже реализован определенный набор алгоритмов и они выполняются параллельно

   - Math Kernel Library (Intel® MKL)
   - PARMETIS и др.

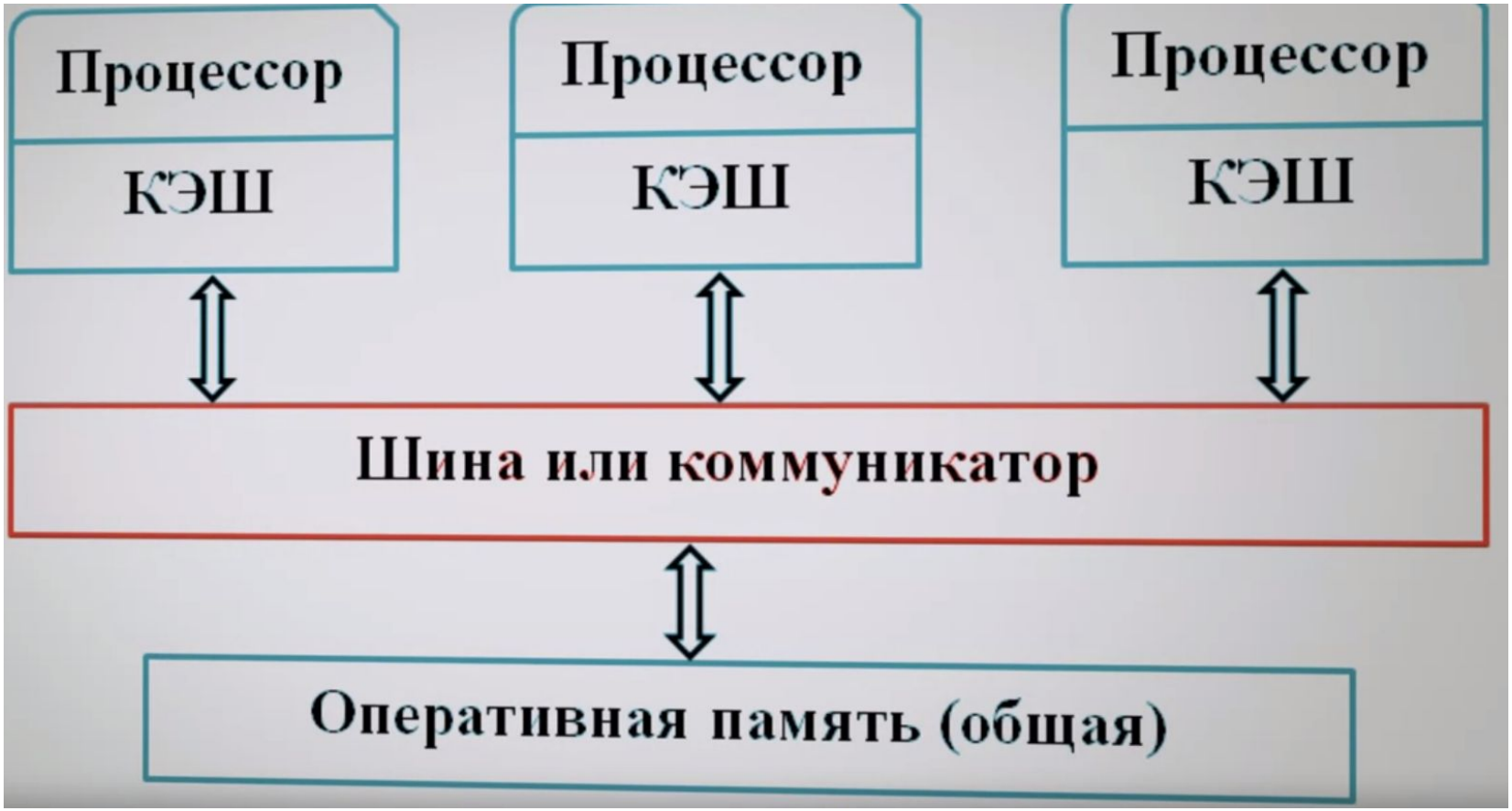
3. Инструменты, которые позволяют нам организовывать параллелизм явно в программах

OpenMp, MPI, Cuda (Nvidea)

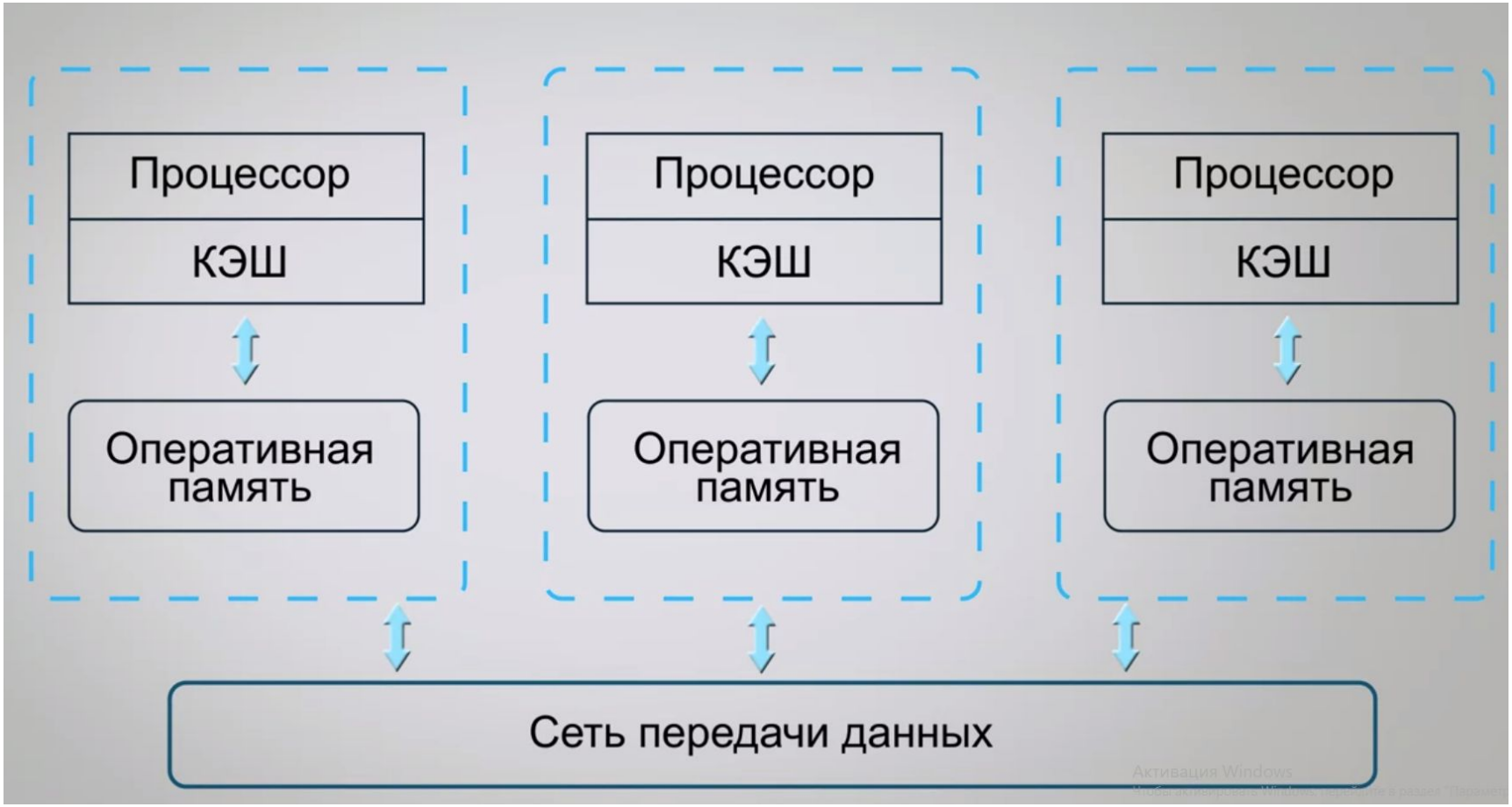
MPI

MPI (Message Passing Interface) — это программный интерфейс (API) для передачи информации, который позволяет обмениваться сообщениями между процессами, выполняющими одну задачу.

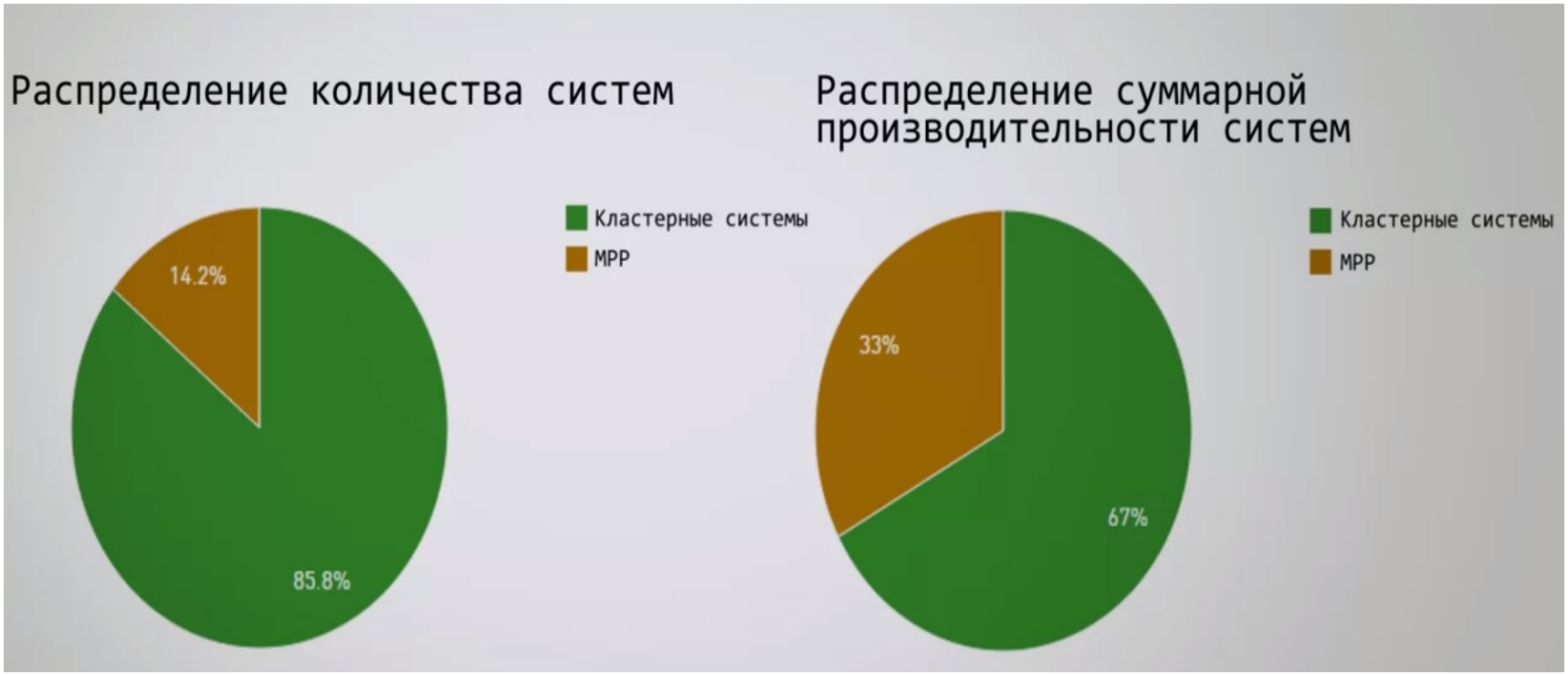
Компьютер с общей памятью



Компьютер с распределенной памятью



Доля кластерных систем



MPI

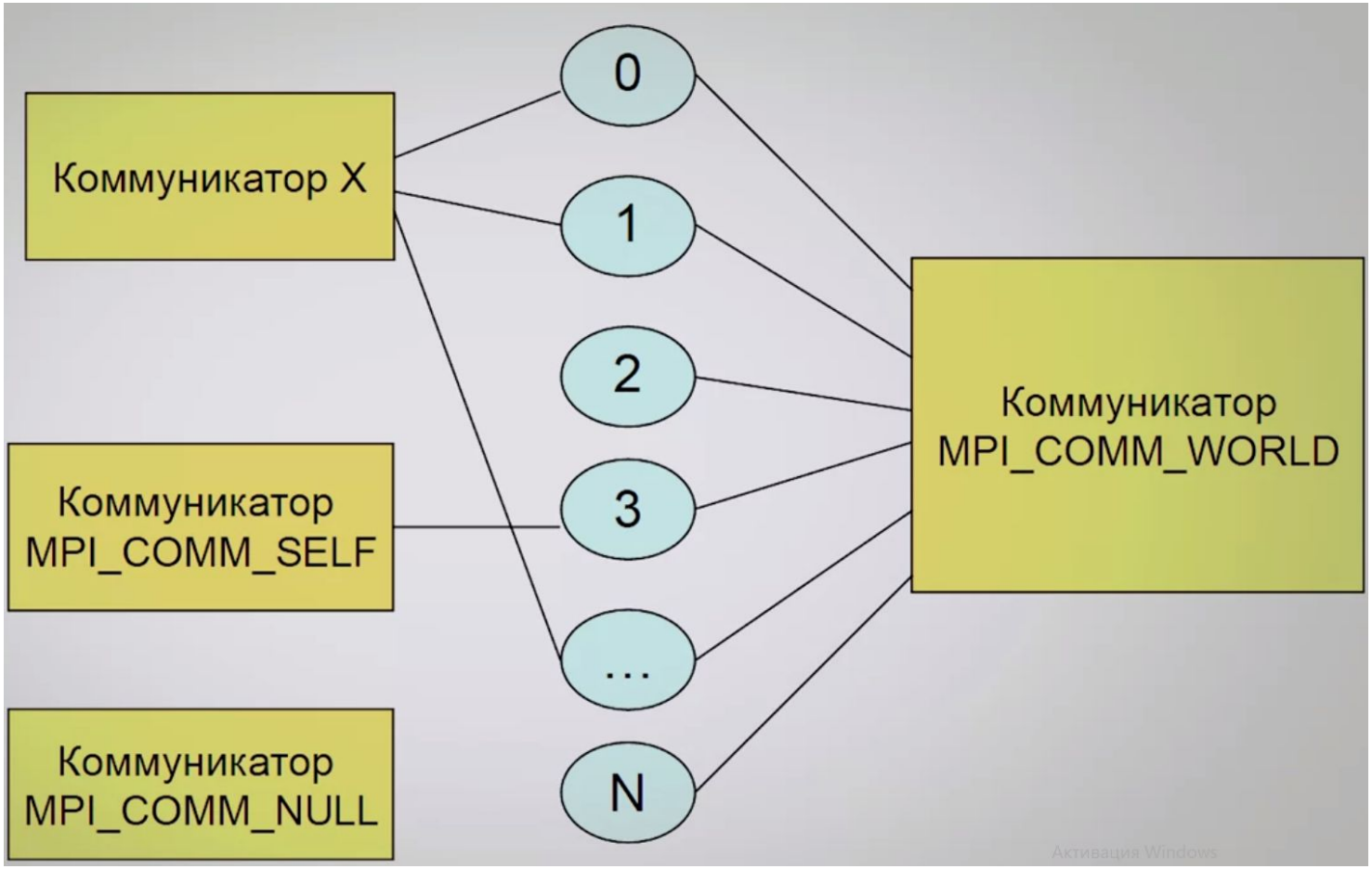
MPI – это стандарт передачи сообщений, в котором описаны функции для реализации обмена сообщениями, и параметры от которых эти функции вызываются.

Примеры реализации MPI

- MPICH - самая распрастраненная бесплатная реализация, разработанная в Аргоннской национальной лаборатории

- LAM/MPI - бесплатная реализация для гетерогенных кластеров из UNIX-машин (в настоящее время OpenMPI)

Параллельные процессы



Закон Амдала

MPI поддерживается:

- на классических MPP-системах;
- на кластерах;
- в сетях рабочих станций;
- на SMP-системах.

Префиксы MPI_

все имена

- процедур
- функций
- констант
- типов данных

имеют префикс MPI_

MPI

- Функции в C/C++:

  MPI_Init
  MPI_Comm_size

MPI

MPI_SUCCESS	Ошибки нет
MPI_ERR_BUFFER	Неправильный указатель буфера
MPI_ERR_COUNT	Неверное количество аргумента
MPI_ERR_TYPE	Неправильный тип аргумента
MPI_ERR_TAG	Неправильный тэг аргумента
MPI_ERR_COMM	Неправильный коммуникатор
MPI_ERR_RANK	Неправильный номер
MPI_ERR_REQUEST	Неверный запрос (дескриптор)
MPI_ERR_ROOT	Неверный корневой идентификатор
MPI_ERR_GROUP	Неправильная группа
MPI_ERR_OP	Неправильная операция
MPI_ERR_TOPOLOGY	Неверная топология
MPI_ERR_DIMS	Неправильная размерность аргумента
MPI_ERR_ARG	Ошибка аргумента некоторого другого типа
MPI_ERR_UNKNOWN	Неизвестная ошибка
MPI_ERR_TRUNCATE	Неправильное округление
MPI_ERR_OTHER	Известная ошибка не из этого списка
MPI_ERR_INTERN	Внутренняя ошибка реализации MPI
MPI_ERR_IN_STATUS	Неправильный код статуса
MPI_ERR_PENDING	Зависший запрос

```
int MPI_Init (
        int *argc, char ***argv);
```

Парметры вызова argc и argv соответсвуют параметрам вызова самой программы.

MPI

Коммуникатор в MPI - специально создаваемый служебный объект объединяющий в своем составе группу процессоров и ряд дополнительных параметров, используемых при передаче данных.

MPI

MPI_Init

MPI_Comm_size

MPI_Comm_rank

*MPI_Comm_size - позволяет определить общее количество процессов в группе

*MPI_Comm_rank – позволяет определить номер каждого процесса

```
int MPI_Comm_size
    (MPI_Comm comm, int *size);
```

comm - коммуникатор;

size - количество процессов в коммуникаторе.

```
int MPI_Comm_rank
    (MPI_Comm comm, int *rank);
```

comm - коммуникатор;

rank - номер процесса в коммуникаторе.

rank будет иметь значение из диапазона [0, size-1]

MPI завершение параллельной части программы

```
int MPI_Finalize(void);
```

Сообщение в MPI

данные (пересылаемая информация)

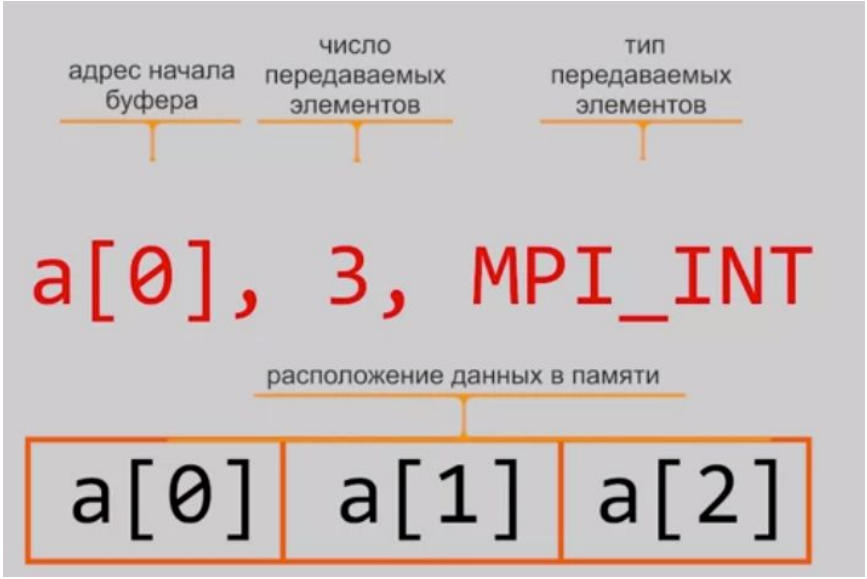
служебные данные

Буфер в вызовах MPI функций – это участок памяти, из которого сообщение должно быть послано или куда будет получено.

Параметры буфера:

- адрес начала буфера;
- число передаваемых элементов;
- тип пересылаемых данных.

MPI



Базовые типы MPI	Типы языка C
MPI_INT	int
MPI_DOUBLE	double

MPI_SEND

Для отправки сообщений используется функция MPI_Send:

```
int MPI_Send
(void *buf,
 int count,
 MPI_Datatype type,
 int dest,
 int tag,
 MPI_Comm comm)
```

указывает на адрес начала буфера отправки

это количество передаваемых элементов

это тип данных пересылаемого сообщения

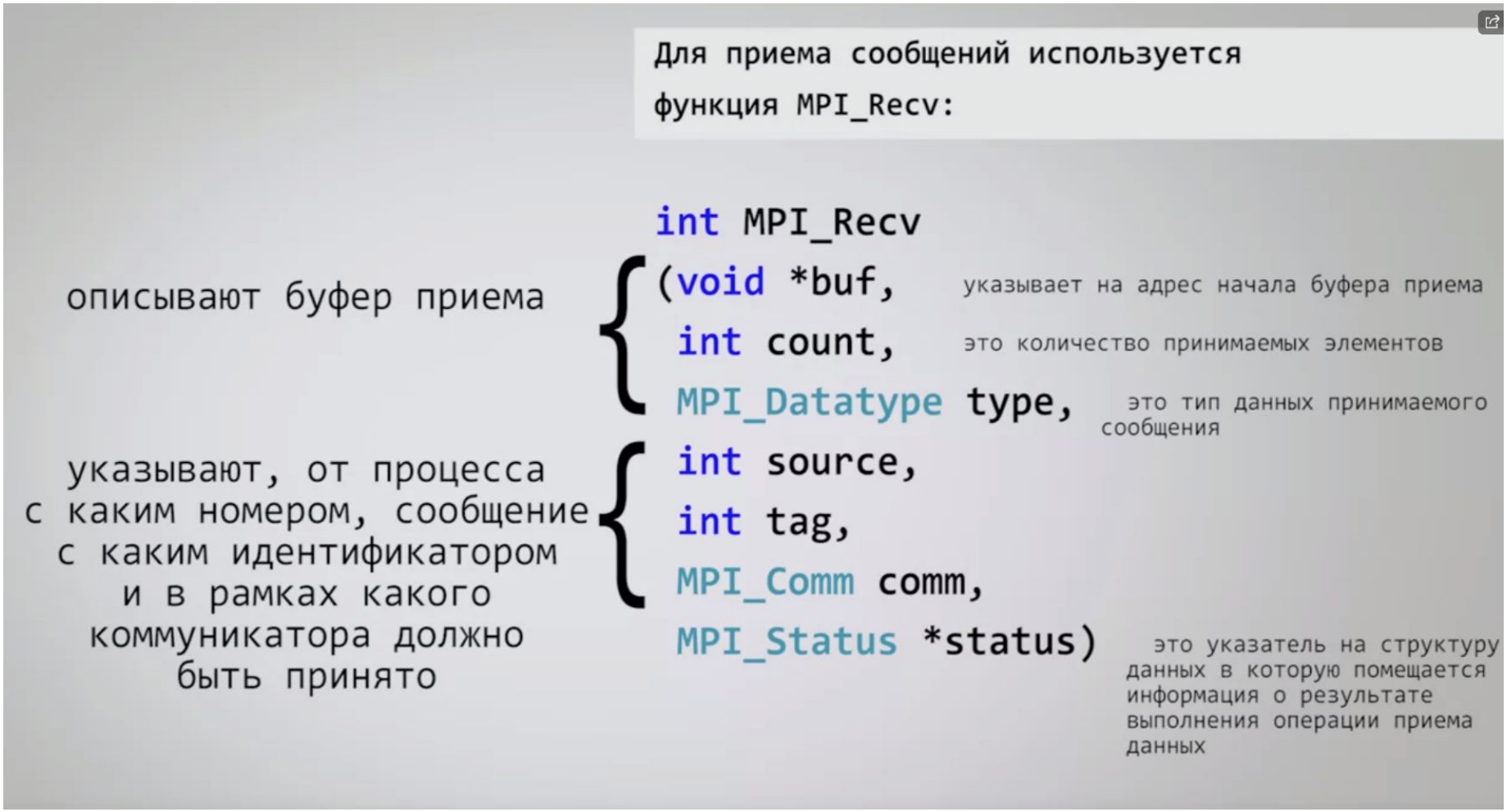
описывают буфер отправки

определяют, кому сообщение должно быть отправлено

Пример вызова функции MPI_Send

```
MPI_Send
(a[0], 3, MPI_Int,
 1, 1, MPI_Comm_world)
```

MPI_RECEIVE


Для приема сообщений используется функция MPI_Recv:
int MPI_Recv
(void *buf,
int count,
MPI_Datatype type,
int source,
int tag,
MPI_Comm comm,
MPI_Status *status)
описывают буфер приема
указывают, от процесса с каким номером, сообщение с каким идентификатором и в рамках какого коммуникатора должно быть принято
указывает на адрес начала буфера приема
это количество принимаемых элементов
это тип данных принимаемого сообщения
это указатель на структуру данных в которую помещается информация о результате выполнения операции приема данных

MPI_RECEIVE

```
MPI_ANY_SOURCE
```

```
MPI_ANY_TAG
```

MPI_RECEIVE

```
int main(int argc, char **argv) {
    MPI_Init(&argc, &argv);
    double Time_work = MPI_Wtime();
    //Вычислительная часть
    Time_work =
        MPI_Wtime() - Time_work;
    MPI_Finalize();
}
```