Коллективные операции передачи данных

Коллективные операции передачи данных…

Под *коллективными операциями* в MPI понимаются операции данных, в которых принимают участие все процессы используемого коммуникатора

Причем гарантировано, что эти операции будут выполняться гораздо эффективнее, поскольку MPI-функция реализована с использованием внутренних возможностей коммуникационной среды.

Коллективные операции передачи данных…

Обобщенная передача данных от одного процесса всем процессам…

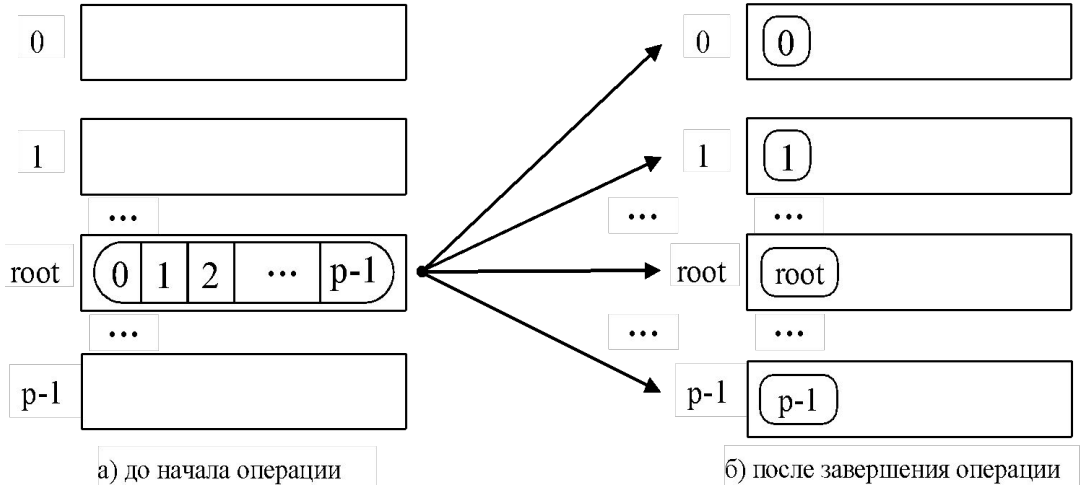
- *Распределение данных* – ведущий процесс (*root*) передает процессам различающиеся данные

```
int MPI_Scatter(void *sbuf,int scount,MPI_Datatype stype,
                void *rbuf,int rcount,MPI_Datatype rtype,
                int root, MPI_Comm comm),
где
-sbuf, scount, stype - параметры передаваемого сообщения
 (scount,
-  определяет количество элементов, передаваемых на каждый
 процесс),
 - rbuf, rcount, rtype - параметры сообщения, принимаемого в
 процессах,
 - root – ранг процесса, выполняющего рассылку данных,
 - comm - коммуникатор, в рамках которого выполняется передача
 данных.
```

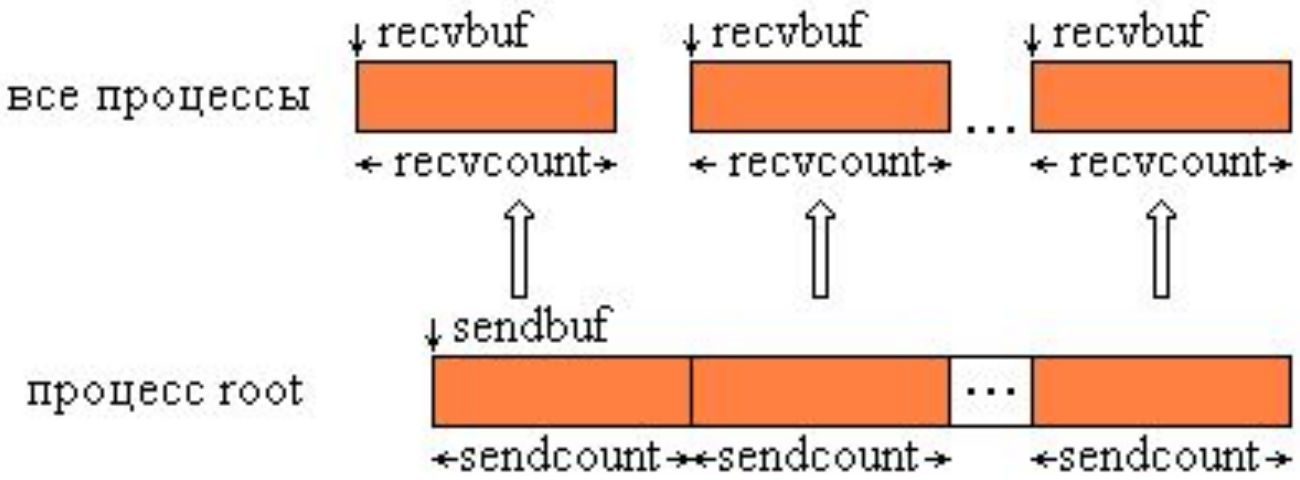
Коллективные операции передачи данных…

Обобщенная передача данных от одного процесса всем процессам

- Вызов *MPI_Scatter* при выполнении рассылки данных должен быть обеспечен в каждом процессе коммуникатора,
- *MPI_Scatter* передает всем процессам сообщения одинакового размера. Если размеры сообщений для процессов могут быть разными, следует использовать функцию *MPI_Scatterv*.



Графическая интерпретация операции Scatter



Рассылка различного количества данных

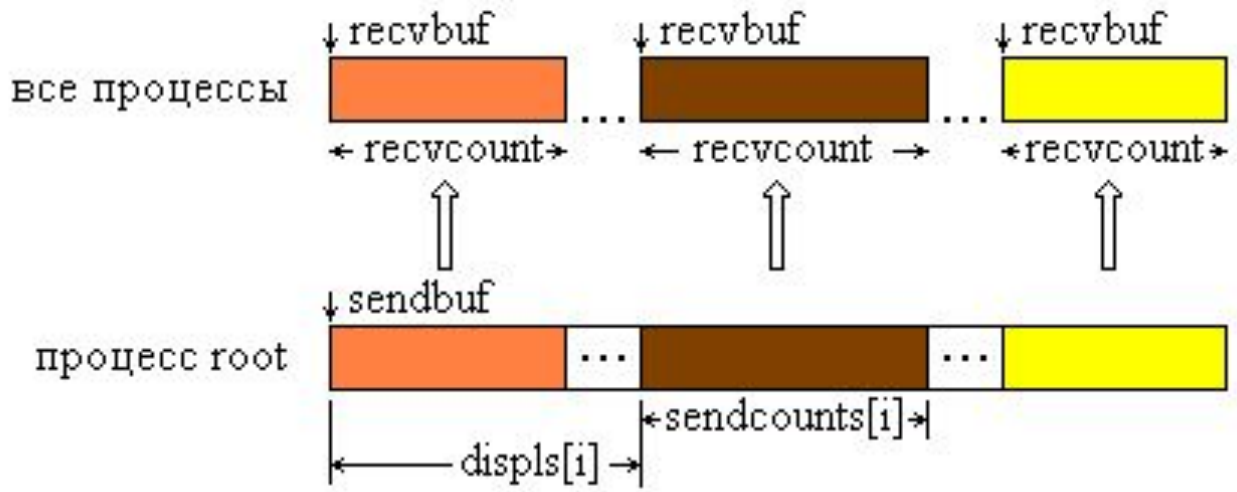
int MPI_Scatterv(void *sbuf, int *scounts, int *displs, MPI_Datatype stype,
void *rbuf, int rcount, MPI_Datatype rtype, int root, MPI_Comm comm)

sbuf - адрес рассылаемого массива данных.
Начало рассылаемых порций задает массив **displs**, количество элементов в порции задает массив **scounts**.
scounts – целочисленный массив, содержащий количество элементов, передаваемых каждому процессу (индекс равен рангу адресата, длина равна числу процессов в коммуникаторе).
displs – целочисленный массив, содержащий смещения относительно начала массива sbuf (индекс равен рангу адресата, длина равна числу процессов в коммуникаторе).

rbuf - адрес массива, принимающего порцию данных в i-ом процессе.
rcount - размер порции, принимаемой в ранге адресата .

root - ранг процесса, выполняющего рассылку данных.
stype, rtype – типы рассылаемых и принимаемых данных

Графическая интерпретация операции Scatterv



Определение частей массива в rank's

```
. . .
count=m / size;  ost=m % size;
/* Calculating parts of array for root rank */
  if (rank==0)    /* Process 0 - master  */  {
/* Creation auxiliary arrays for data communication */
  displs  = (int *)malloc(size * sizeof(int));
  rcounts = (int *)malloc(size * sizeof(int));
  for(i=0;i < size;i++){
  scol = i < ost ? count+1 : count;          rcounts[i] = scol;
  nach = i*scol + (i >= ost ? ost : 0);      displs[i] = nach;
      }
}   /* End of work process 0  */
. . .
/* Calculating parts of vector vA for rank in others processes */
  scol = rank < ost ? count+1 : count;
    /* Offset (in strings) part for rank in vector vA */
  nach = rank*scol + (rank >= ost ? ost : 0);
```

Коллективные операции передачи данных…

Обобщенная передача данных от всех процессов одному процессу…

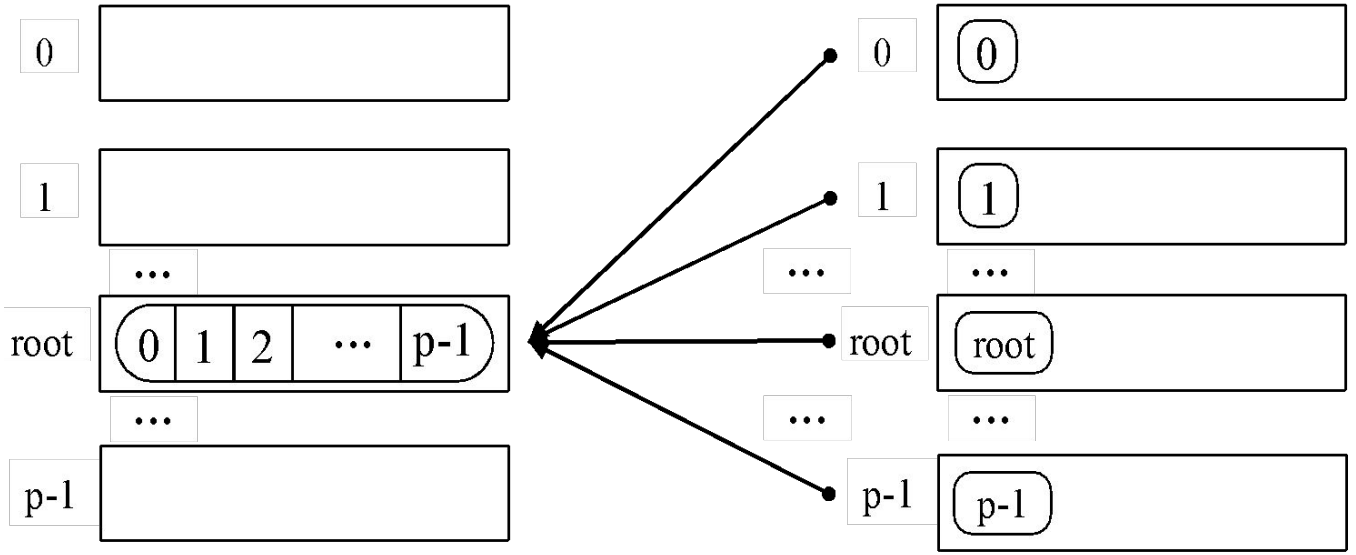
- Передача данных от всех процессоров одному процессу (*сбор данных*) является обратной к операции распределения данных

```
int MPI_Gather(void *sbuf,int scount,MPI_Datatype stype,
               void *rbuf,int rcount,MPI_Datatype rtype,
                int root, MPI_Comm comm),
где
 - sbuf, scount, stype - параметры передаваемого сообщения,
 - rbuf, rcount, rtype - параметры принимаемого сообщения,
 - root – ранг процесса, выполняющего сбор данных,
 - comm - коммуникатор, в рамках которого выполняется
передача данных.
```

Коллективные операции передачи данных…

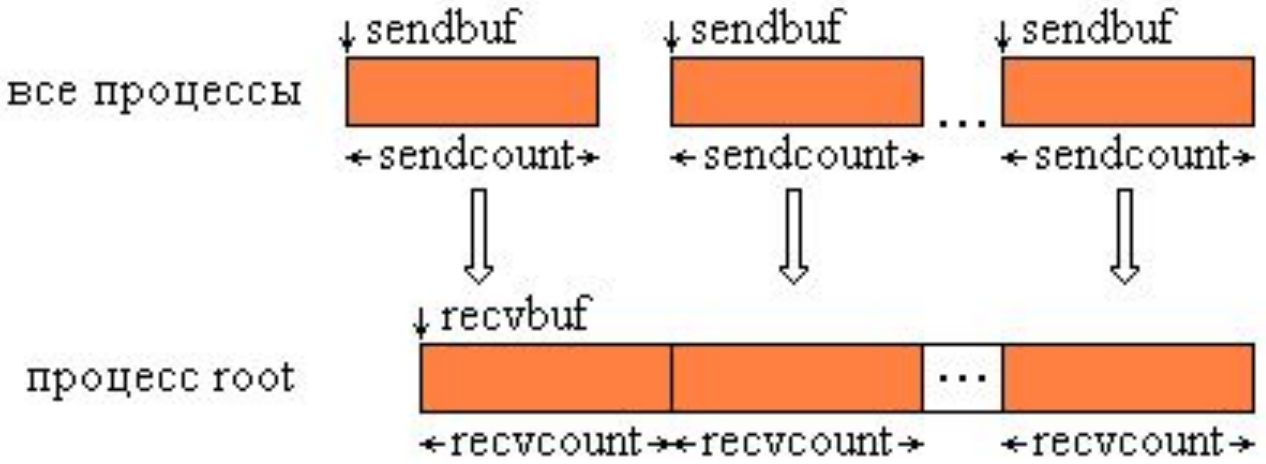
Обобщенная передача данных от всех процессов одному процессу…

- *MPI_Gather* определяет коллективную операцию, и ее вызов при выполнении сбора данных должен быть обеспечен в каждом процессе коммуникатора



а) после завершения операции б) до начала операции

Графическая интерпретация операции Gather



Сборка различного количества данных со всех процессов в один процесс

int MPI_Gatherv(void *sbuf, int scount, MPI_Datatype stype,
void *rbuf, int *rcounts, int *displs, MPI_Datatype rtype, int root,
MPI_Comm comm)

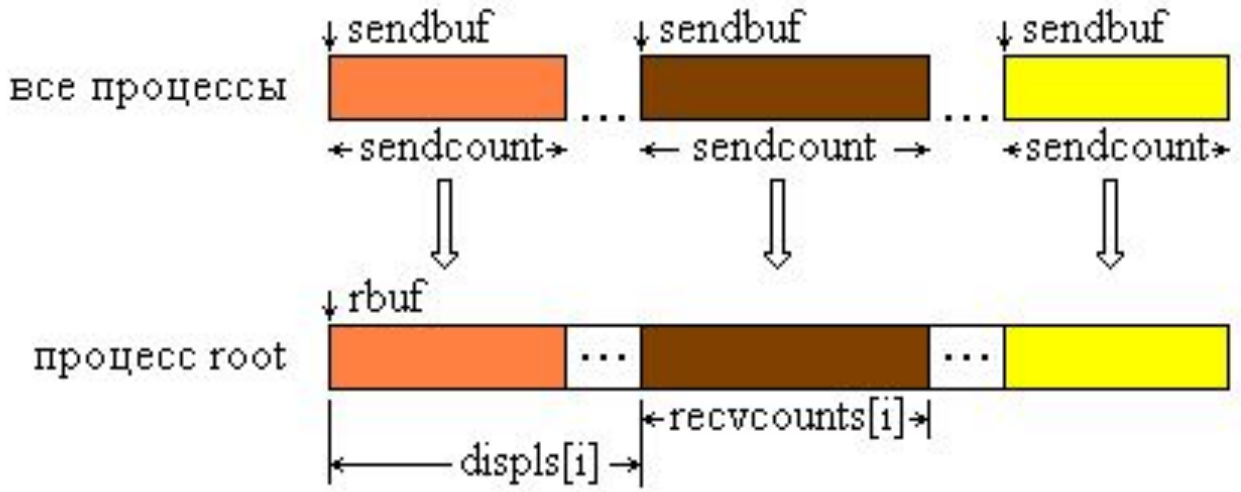
sbuf – адрес рассылаемых данных в процессе отправителе.
scount – число рассылаемых данных.

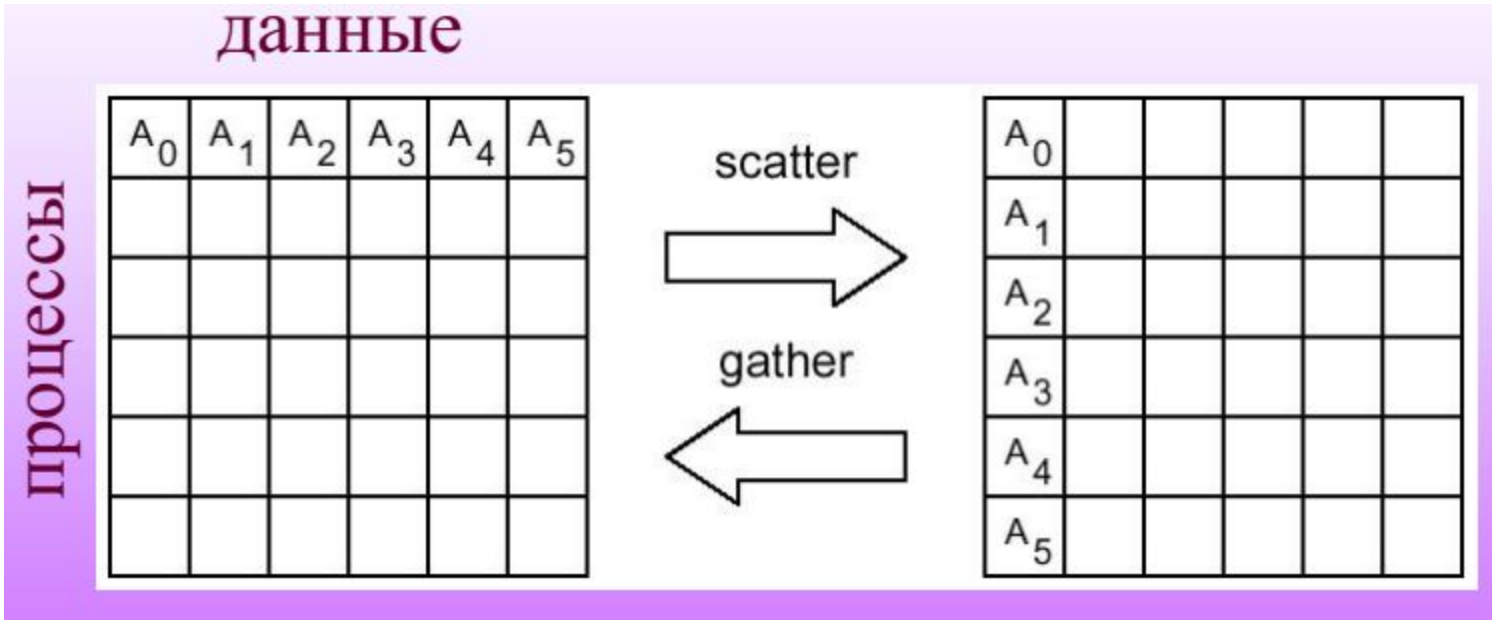
rbuf – адрес буфера в принимающем процессе
scounts – целочисленный массив, содержащий количество элементов, принимаемых от каждого процесса (индекс равен рангу процесса, длина равна числу процессов в коммуникаторе).
displs – целочисленный массив, смещений относительно начала массива rbuf (индекс равен рангу адресата, длина равна числу процессов в коммуникаторе).

root – ранг принимающего процесса.

stype, rtype – типы рассылаемых и принимаемых данных.

Графическая интерпретация операции Gatherv




данные
процессы
A0 A1 A2 A3 A4 A5
scatter
gather
A0
A1
A2
A3
A4
A5

Коллективные операции передачи данных…

Обобщенная передача данных от всех процессов одному процессу

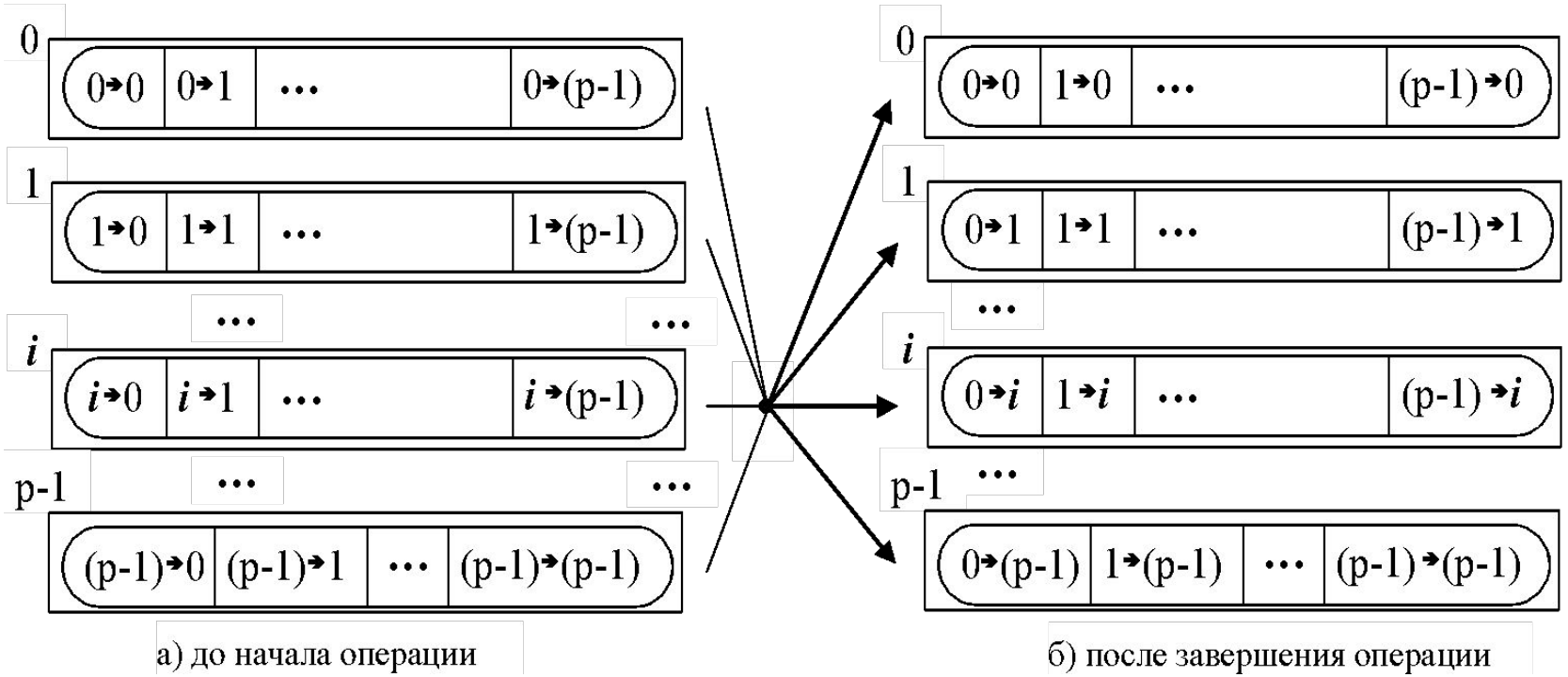
- *MPI_Gather* собирает данные на одном процессе. Для получения всех собираемых данных на каждом процессе нужно использовать *функцию сбора и рассылки*:

```
int MPI_Allgather(void *sbuf, int scount, MPI_Datatype
stype,
    void *rbuf, int rcount, MPI_Datatype rtype, MPI_Comm
comm).
```

- В случае, когда размеры передаваемых процессами сообщений могут быть различны, для передачи данных необходимо использовать функции *MPI_Gatherv* и *MPI_Allgatherv*.

Коллективные операции передачи данных…

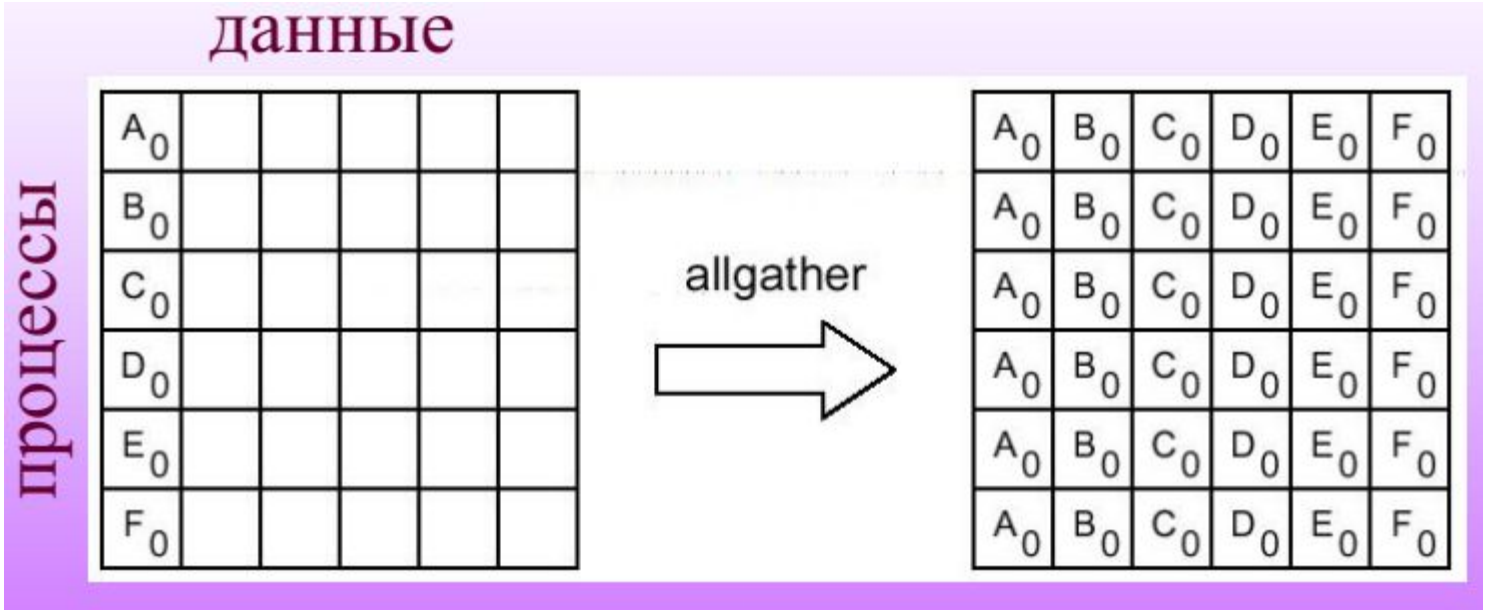
Общая передача данных от всех процессов всем процессам…



а) до начала операции

б) после завершения операции

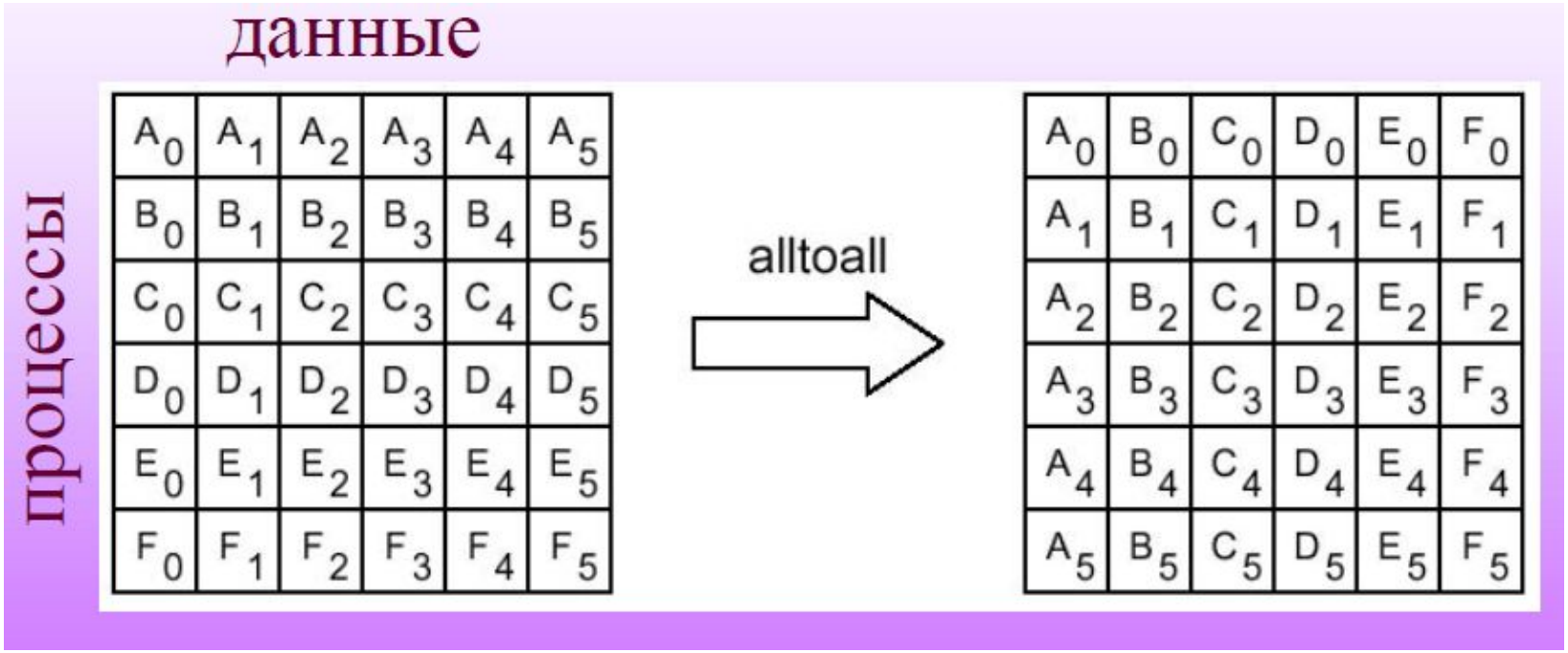
Коллективные операции передачи данных…



Коллективные операции передачи данных…

int MPI_Alltoall(void *sbuf, int scount, MPI_Datatype stype, void *rbuf, int rcount, MPI_Datatype rtype, MPI_Comm comm)

Рассылка каждым процессом коммуникатора **comm различных порций данных всем другим процессам. j-й блок массива sbuf процесса i попадает в i-й блок массива rbuf процесса j.**



Коллективные операции передачи данных…

Дополнительные операции редукции данных…

- *MPI_Reduce* обеспечивает получение результатов редукции данных только на одном процессе,
- Функция *MPI_AllReduce редукции и рассылки* выполняет рассылку между процессами всех результатов операции редукции:

```
int MPI_Allreduce(void *sendbuf, void *recvbuf,int count,
            MPI_Datatype type,MPI_Op op,MPI_Comm comm)
```

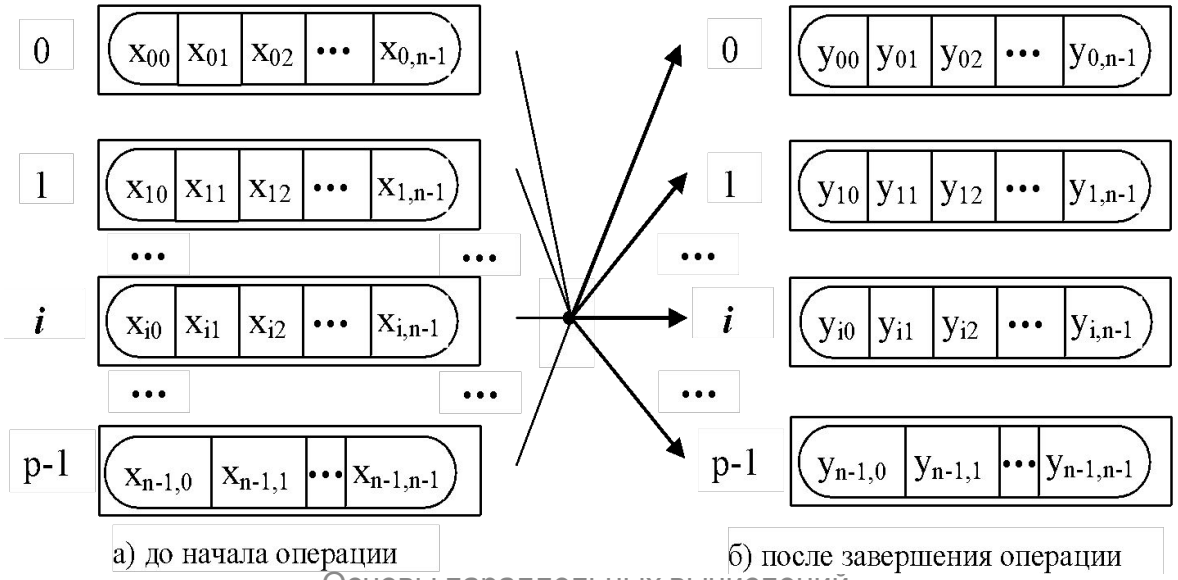
- Возможность управления распределением этих данных между процессами предоставляется функций *MPI_Reduce_scatter,*
- Функция MPI_Scan производит операцию сбора и обработки данных, при которой обеспечивается получение и всех частичных результатов редуцирования

```
int MPI_Scan(void *sendbuf, void *recvbuf,int count,
       MPI_Datatype type, MPI_Op op,MPI_Comm comm)
```

Коллективные операции передачи данных

Дополнительные операции редукции данных

- При выполнении функции *MPI_Scan* элементы получаемых сообщений представляют собой результаты обработки соответствующих элементов передаваемых процессами сообщений, при этом для получения результатов на процессе с рангом *i*, $0 \le i < n$, используются данные от процессов, ранг которых меньше или равен *i*



а) до начала операции б) после завершения операции

Графическая интерпретация операции Scan