Операционные системы. Лекция 4

- **Синхронизация параллельных процессов**

1. Назначение синхронизации

2. Типичные задачи синхронизации
   - задача взаимного исключения
   - задача производители-потребители
   - задача «читатели-писатели»
   - задача кругового распределения ресурсов

3. Механизмы синхронизации
   - аппаратная реализация взаимоисключений
   - программная реализация взаимоисключений

Назначение синхронизации процессов

- **упорядочение развития процессов во времени** в зависимости от типа отношения между процессами

(отношение предшествования, отношение приоритетности, отношение взаимного исключения)

- **взаимодействие между процессами**, выражающееся в передаче информации между ними

(отношение «производитель-потребитель», отношение «читатель-писатель»

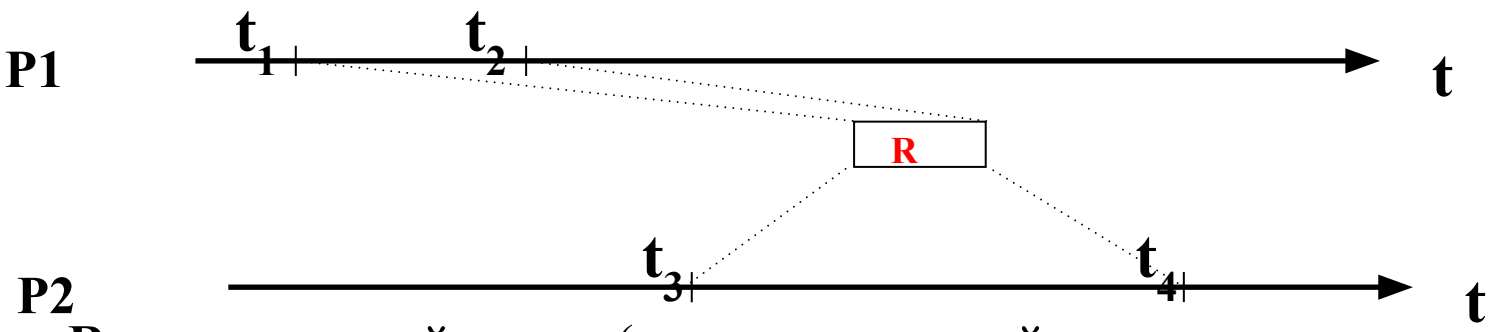
Отношения между процессами, влияющие на синхронизацию процессов

Отношение предшествования	Для двух процессов это означает, что первый процесс должен переходить в состояние выполнения всегда раньше второго
Отношение приоритетности	Процесс с приоритетом P может быть переведен в состояние выполнения только при соблюдении двух условий: −в состоянии готовности к рассматриваемому процессору нет процессов с большим приоритетом; −процессор либо свободен, либо используется процессом с меньшим, чем P приоритетом
Отношение взаимного исключения	Устанавливается для процессов, использующих общий ресурс. При этом совокупность действий над этим ресурсом в составе одного процесса называют *критическим интервалом. Критический интервал одного процесса не должен выполняться одновременно с критическим интервалом над этим же ресурсом в составе другого процесса*
Отношение «производитель-потребитель»	Устанавливается для двух процессов с жестко распределенными между ними функциями. Один процесс вырабатывает сообщения, предназначенные для восприятия и обработки другим.
Отношение «читатели-писатели»	−*процессы-писатели* могут записывать информацию в область памяти *процессы-читатели* считывают информацию из области памяти

Задача взаимного исключения

Необходимо согласовать работу параллельных процессов при использовании критического ресурса, чтобы удовлетворить следующим требованиям:

- **Одновременно внутри критического интервала должно находиться не более одного процесса**
- **Освобождение критического ресурса и выход из критического интервала должно быть произведено за конечное время**



R – критический ресурс(воспроизводимый, последовательно-используемый)

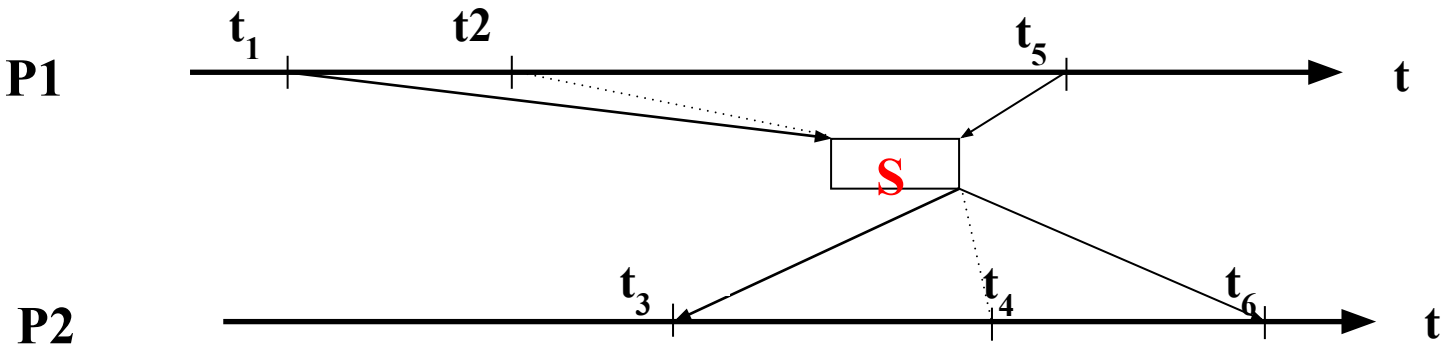
$t_1 – t_2$ критический интервал процесса **P1**

$t_3 – t_4$ критический интервал процесса **P2**

Задача производители-потребители

Необходимо согласовать выполнение параллельных процессов при обмене сообщениями таким образом, чтобы удовлетворить следующим требованиям:

- Выполнять требования задачи взаимного исключения по отношению к критическому ресурсу – общей области памяти для хранения сообщения
- Учитывать состояние общей области памяти, характеризующее возможность или невозможность посылки(принятия) очередного сообщения



S - потребляемый ресурс

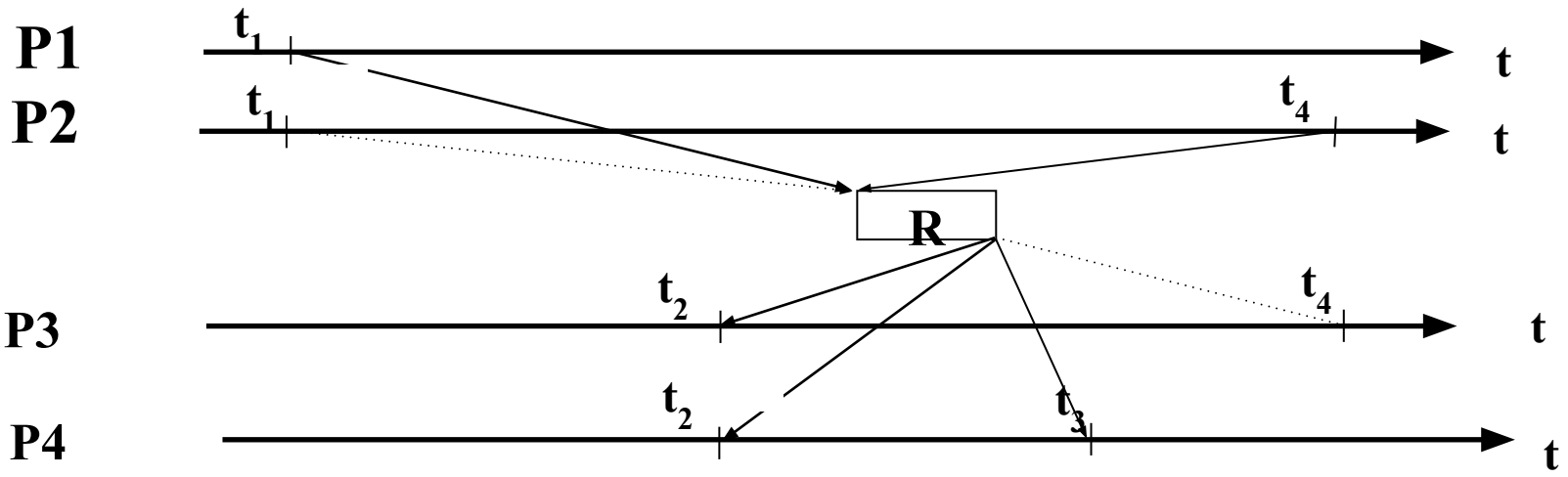
P1 – процесс-производитель

P2 – процесс-потребитель

Задача писатели-читатели

Необходимо согласовать работу процессов-писателей и процессов читателей:

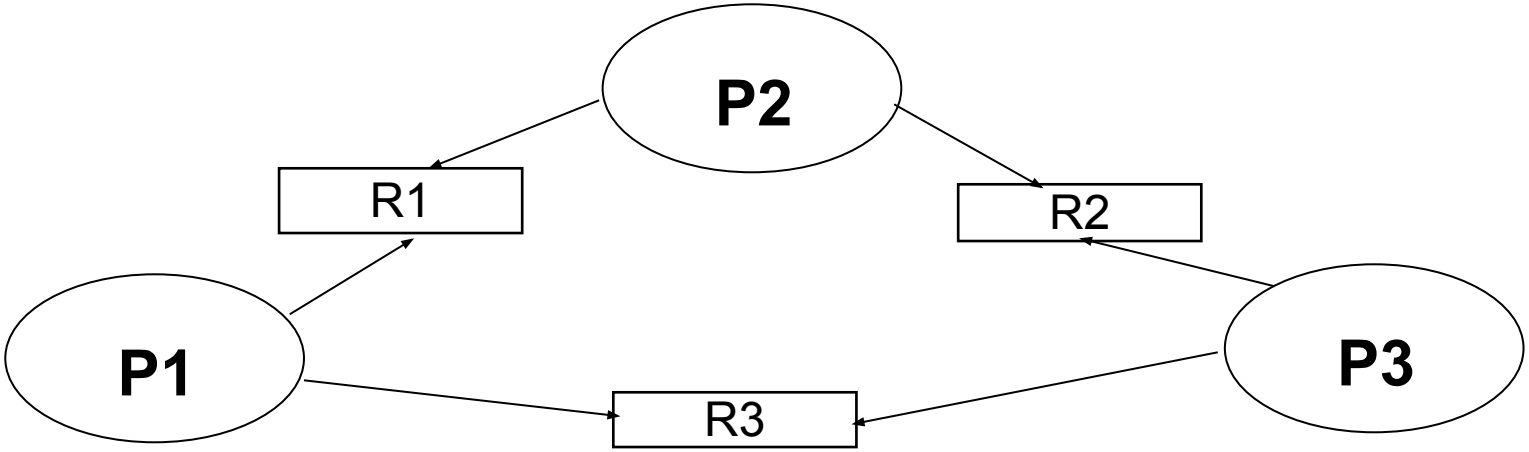
- Выполняя требования задачи взаимного исключения по отношению к критическому ресурсу – общей области памяти для хранения информации
- Учитывая приоритетность использования общей области памяти различными типами процессов



S – критический ресурс **P1, P2 –** процессы-писатели **P3,P4** – процессы-читатели

Задача кругового распределения ресурсов

Необходимо обеспечить максимально параллельное и правильное развитие процессов при круговом распределении ресурсов, упорядочивая действия процессов по захвату ресурсов во избежание возможных блокировок одними процессами других и тупиковых ситуаций



P1, P2, P3 - параллельные процессы
R1,R2, R3 - последовательно-используемые ресурсы

Процессу **P1** требуются ресурсы **R1,R3**
Процессу **P2** требуются ресурсы **R1,R2**
Процессу **P3** требуются ресурсы **R2,R3**

Аппаратная реализация задачи взаимного исключения

1)блокировка памяти.

Все ВС имеют основную форму аппаратной реализации взаимного исключения- **блокирование памяти**.

Блокировка памяти - запрет одновременного исполнения двух и более команд, которые обращаются к одной и той же ячейке памяти.

Если в этой ячейке хранится значение критической переменной, то получить доступ к ней может только один процесс.

Аппаратная реализация задачи взаимного исключения

2)команда проверка и установка(test&set, TS).

Операция «**ПРОВЕРКА И УСТАНОВКА**» является, как и блокировка памяти, одним из аппаратных средств решения задачи критического интервала.

Команда TS является аппаратно-поддерживаемой составной командой.

Команда TS является неделимой операцией, то есть между ее началом и концом не могут выполняться никакие другие команды.

F(D) – блокирующая переменная ресурса D(0- свободен, 1 – занят

Выполнение команды:

Перед входом в критический интервал процесс выполняет **команду TS:**

1. Циклически проверяется F(D)=0 (TEST)

2. Если F(D)=0 то F(D)=1 (SET)

3. Процесс входит в критическую секцию

4. После выполнения критической секции F(D)=0

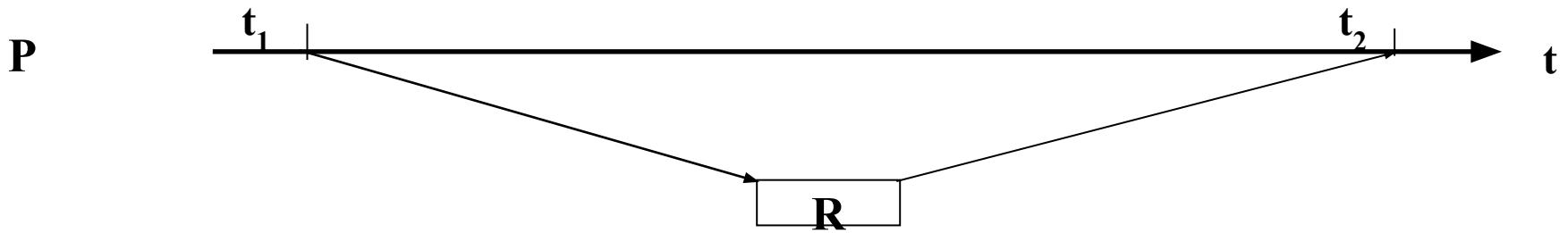
Если все процессы выполняют вышеописанных соглашений, то взаимное исключение гарантируется. При этом процессы могут быть прерваны операционной системой в любой момент и в любом месте, в том числе в критическом интервале.

Нельзя прерывать процесс только между выполнением операций проверки и установки блокирующей переменной.

(например, команды BTC, STR и BTS процессора Pentium),

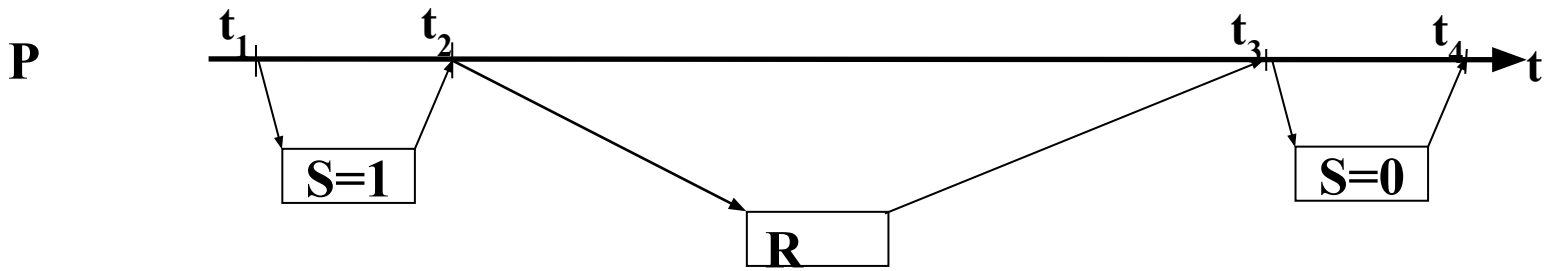
Аппаратная реализация задачи взаимного исключения

3)запрещение обработки прерываний.



t_1 – блокирование обработки прерываний t_2 – деблокирование обработки прерываний

2) использование переменной состояния.



$t_1 – t_2$ – вспомогательный критический интервал(блокирование обработки прерываний и занятие переменной состояния)

$t_2 – t_3$ – основной критический интервал(прерывания разрешены)

$t_3 – t_4$ – вспомогательный критический интервал(блокирование обработки прерываний и освобождение переменной состояния)

Программная реализация взаимоисключений

- **Семафорные примитивы Дейкстры**

P(S) (закрытие семафора)
IF S>0 THEN S:=S-1 (занять единицу семафора)
<продолжить текущий процесс>
IF S=0 THEN <остановить процесс и поместить его в очередь ожидания семафора>

V(S) (открытие семафора)
IF S=0 THEN < процесс из очереди ожидания поместить в очередь готовых>
<продолжить текущий процесс>
ELSE S:= S+1(освободить единицу семафора)

Программная реализация взаимоисключений

- **Мьютексы(семафоры взаимного исключения)**
  mutex(mutual exelusion semaphore)

Простейшие двоичные семафоры

Отмеченное состояние – мьютекс свободен
Неотмеченное состояние – процесс является владельцем мьютекса

Системные вызовы
Создание мьютекса(**CreateMutex**)
Открытие мьютекса(**OpenMutex**)
Ожидание(**WaitForSingleObject, WaitForMultipleObject**)
Освобождение(**ReleaseMutex**)

Достоинства семафоров:

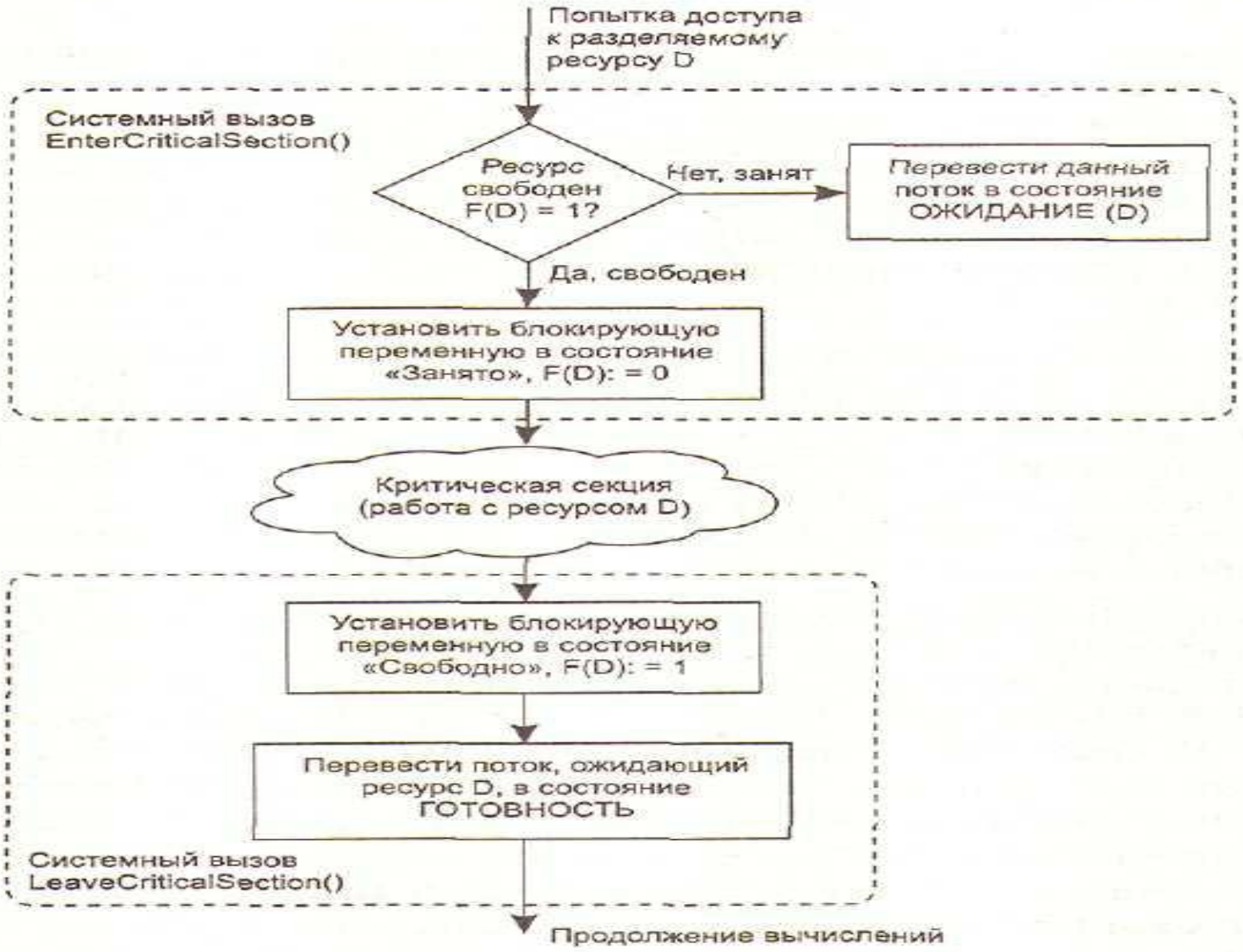
- Простота
- Независимость от количества процессов
- Отсутствие «активного ожидания»

Недостатки семафоров:

- Примитивны(семафор не указывает непосредственно на синхронизирующее условие, с которым он связан или на критический ресурс)

- При построении сложных схем синхронизации алгоритмы получаются сложными и ненаглядными

Реализация взаимного исключения в операционной системе Windows



- Перед тем как начать изменение критических данных, поток выполняет системный вызов **EnterCriticalSection().**
- Выполняется проверка блокирующей переменной, отражающей состояние критического ресурса.
- Если что ресурс занят **(F(D) = 0**), то поток переводится в состояние ожидания **(D**) и делается отметка о том, что данный поток должен быть активизирован, когда соответствующий ресурс освободится.
- Если ресурс свободен, то поток входит в критическую секцию
- после выхода из критической секции поток должен выполнить системную функцию **LeaveCriticalSection()**, в результате чего блокирующая переменная принимает значение, соответствующее свободному состоянию ресурса **(F(D) = 1),** а операционная система просматривает очередь ожидающих этот ресурс потоков и переводит первый поток из очереди в состояние готовности.

Синхронизация процессов с помощью программного канала

- Программный канал (pipe) - средство синхронизации и обмена данными между процессами.
- Канал представляет собой поток данных между двумя (или более) процессами
- Операции записи и чтения осуществляются потоком байтов
- Конвейер имеет определенный размер, который не может превышать 64 Кбайт. и работает циклически
- Как информационная структура канал имеет
  - **идентификатор**
  - **размер**
  - **два указателя**

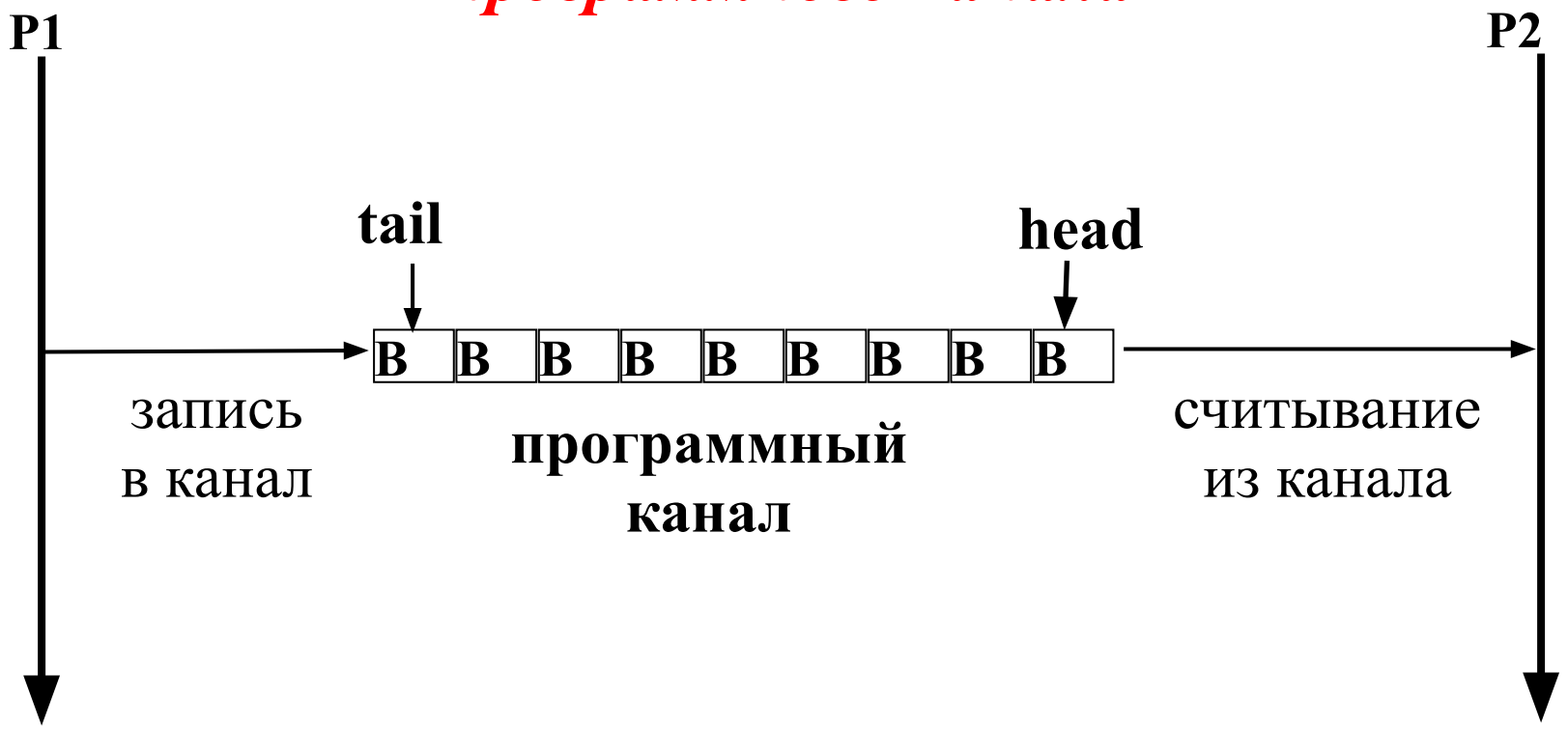
Синхронизация процессов с помощью программного канала

- Каналы представляют собой системный ресурс: чтобы начать работу с конвейером, процесс сначала должен заказать его у операционной системы и получить в свое распоряжение.
- **Системные вызовы для работы с каналами**

- **Функция создания канала:**
  - описатель для чтения из канала,
  - описатель для записи в канал,
  - размер канала.
- **Функция чтения из канала:**
  - описатель для чтения из канала,
    - переменная любого типа,
    - размер переменной,
    - количество прочитанных байтов.
- **Функция записи в канал:**
  - описатель для записи в конвейер,
  - количество записанных байтов.

- **При обращении к полному каналу для записи процесс будет ждать, пока в канале не освободится место.**
- **При обращении к пустому каналу для чтения процесс будет ждать, пока в канале не появится информация для чтения.**

Синхронизация процессов с помощью программного канала



head - указатель головы
tail - указатель хвоста