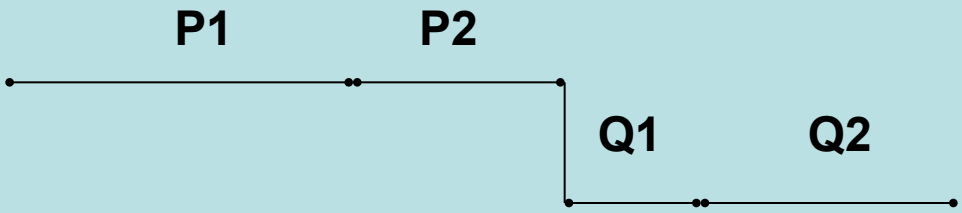
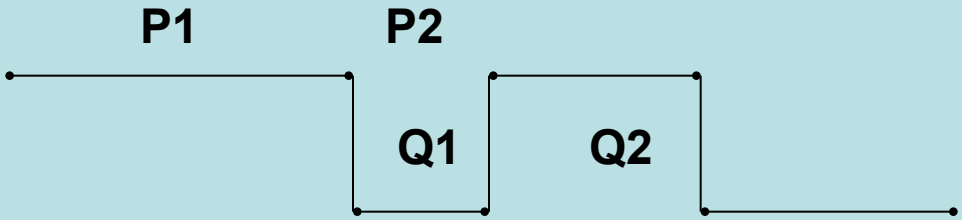
Взаимодействующие параллельные процессы

Параллельные процессы

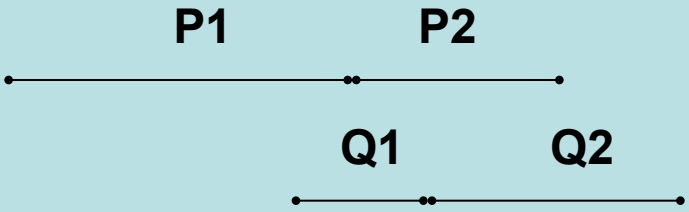
Последовательные процессы



Логические параллельные процессы

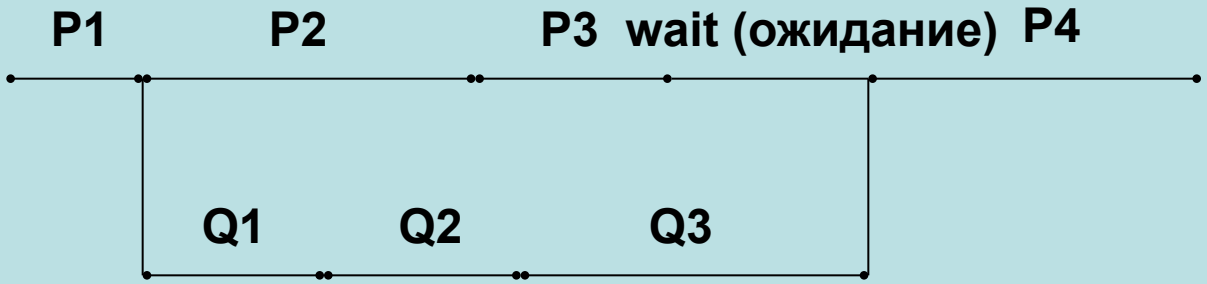


Физические параллельные процессы

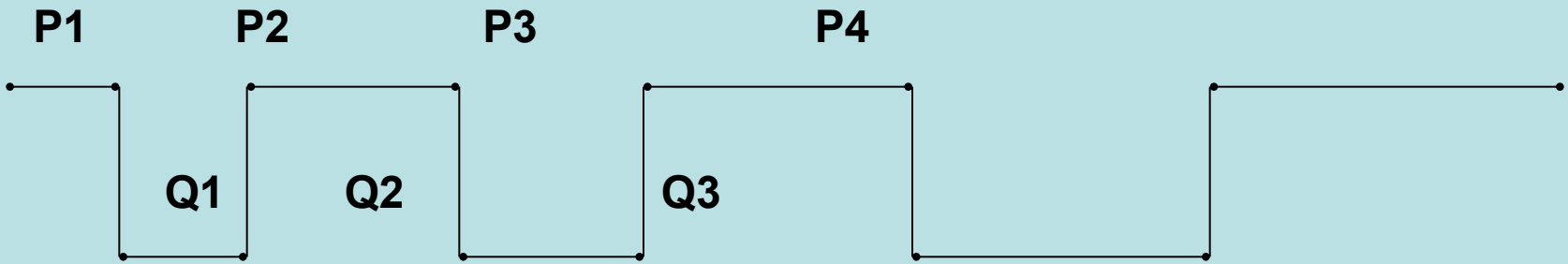


Взаимодействующие процессы

Физически параллельные



Логически параллельные



Взаимодействующие процессы

Независимые процессы имеют свое множество переменных и ресурсов. Другие процессы не могут изменить значения переменных этого процесса.

Взаимодействующие процессы – совместно используют общие ресурсы, и выполнение одного процесса влияет на результат другого. Ресурсами могут быть области памяти, файлы данных, ВУ и т.д.

Взаимодействовать могут ***конкурирующие процессы***, каждый из которых использует совместный ресурс только для своих целей, либо процессы, совместно выполняющие общую работу – ***асинхронные процессы***.

Использование общего ресурса

Создание

```
1  mov  CX,Count
2  inc   CX
3  mov  Count,CX
```

Завершение

```
4  mov  CX,Count
5  dec  CX
6  mov  Count,CX
```

В результате прерывания последовательность действий обеих программ может измениться. Пусть Count = 10 и эта последовательность станет 1-4-5-6-2-3.

```
1   CX = 10
                    4   CX = 10
                    5   CX =  9
                    6   Count = 9
2    CX =  11
3    Count = 11
```

Правильное значение CX = 10 Эта ситуация называется *коллизией.* Работа с Count не является единой неделимой операцией.

```
1  inc  Count          2   dec  Count
```

Проблема критического участка

Общий ресурс, совместно используемый несколькими параллельными процессами, получил название – ***критический ресурс***.

Часть программы, использующая критический ресурс, называется ***критическим участком*** (критическим интервалом, критической секцией, критической областью).

Требования к критическому участку программы:

- только один процесс может находиться внутри критического участка (***взаимное исключение***);
- ни один процесс не должен ждать бесконечно долго входа в критический участок;
- ни один процесс не может оставаться внутри критического интервала бесконечно долго;
-операции взаимного исключения должны выполняться корректно при нарушении работы одного или нескольких процессов вне критического участка (устойчивость к нарушениям);
- вход и выход взаимоисключения должны быть идентичными для всех процессов и не зависеть от их числа (симметрия).

Методы взаимоисключения

Используется множество методов взаимоисключения взаимодействующих параллельных процессов в критических участках:

- взаимное исключение с активным ожиданием:
  - запрещение прерываний,
  - строгое чередование,
  - алгоритмы Деккера и Петерсона,
  - операция проверки и установки;
- семафоры и мьютексы;
- мониторный механизм взаимоисключения;
- обмен сообщениями между процессами;

Параллельные процессы без взаимоисключения

1 (переменные управления взаимоисключением)

```
procedure PROC1;
begin
while (true) do
begin
2 {вход взаимоисключения;}
  критический участок 1;
3 {выход взаимоисключения;}
  независимая часть 1;
end
end;
```

```
procedure PROC2;
begin
while (true) do
begin
{вход взаимоисключения;}
критический участок 2;
{выход взаимоисключения;}
независимая часть 2;
end
end;
```

```
4 Cobegin
  (нач. установка)
    PROC1;  PROC2;
  coend
```

Взаимоисключение строгим чередованием процессов

1 **var NP: 1,2;**

```
procedure PROC1;
begin
while (true) do
begin
2  while NP=2 do;
   критический участок 1;
3  NP:=2;
   независимая часть 1;
end
end;
```

```
procedure PROC2;
begin
while (true) do
begin
while NP=1 do;
критический участок 2;
NP:=1;
независимая часть 1;
end
end;
```

4

```
Begin
  NP:=1;
  cobegin
  PROC1; PROC2; coend;
end.
```

Попытка взаимоисключение с использованием флагов

```
1                  var C1, C2: boolean;

   procedure PROC1;                  procedure PROC2;
   begin                             begin
   while (true) do                   while (true) do
   begin                             begin
2  while C2 do;                      while C1 do;
   C1:=true;                         C2:=true;
   критический участок 1;            критический участок 2;
3  C1:=false;                        C2:=false;
   независимая часть 1;              независимая часть 2;
   end                               end
   end;                              end;

                  Begin
4                   C1:=false; C2:=false;
                    cobegin
                    PROC1; PROC2; coend;
                  end.
```

Алгоритм Деккера

```
VAR C1,C2:Boolean;  NP:1,2;
```

```
procedure PROC1;
begin
while (true) do
begin
C1:=TRUE;
while C2 do
  If NP=2 then
    begin
      C1:=FALSE;
      While NP=2 do;
      C1:=TRUE;
    end;
критический участок 1;
NP:=2; C1:=FALSE;
независимая часть 1;
end end;
```

```
procedure PROC2;
begin
while (true) do
begin
C2:=TRUE;
while C1 do
  If NP=1 then
    begin
      C2:=FALSE;
      While NP=1 do;
      C2:=TRUE;
    end;
критический участок 2;
NP:=1; C2:=FALSE;
независимая часть 2;
end  end;
```

```
begin
NP:=1;
C1:=FALSE; C2:=FALSE;
Cobegin   PROC1; PROC2;   coend;
end.
```

Алгоритм Петерсона

1

```
var C1, C2: boolean; var NP:1,2;
```

2

```
procedure PROC1;
begin
while (true) do
begin
C1:=true;
NP:=2;
while (C2 and NP=2) do;
```

3

```
критический участок 1;
C1:=false;
независимая часть 1;
end
end;
```

```
procedure PROC2;
begin
while (true) do
begin
C2:=true;
NP:=1;
while (C1 and NP=1) do;
критический участок 2;
C2:=false;
независимая часть 2;
end
end;
```

4

```
begin
  C1:=false;  C2:=false;
cobegin  PROC1; PROC2;   coend;
  end.
```

Взаимоисключение операцией проверка и установка (Test and Set)

1

```
Var Common:boolean;
Procedure TS (Лок, Общ);
    begin  Лок:=Общ;
           Общ:=true;  end;
```

```
procedure PROC1;
Var C1:boolean;
begin
while (true) do
2  Begin C1:= true;
   while C1 do TS(C1,Common);
   критический участок 1;
3  Common:=false;
   независимая часть 1;
   end
end;
```

```
procedure PROC2;
Var C2:boolean;
begin
while (true) do
Begin C2:=true;
while C2 do TS(C2,Common);
критический участок 2;
Common:=false;
независимая часть 1;
end
end;
```

4

```
begin Common:=false;
cobegin PROC1; PROC2; coend;
end.
```

Операция Test and Set

```
Procedure TS (Лок, Общ);
begin
    Лок:=Общ;
    Общ:=TRUE;
end;
```

```
Общ:=false;                          Общ:=true;
(критич. участок свободен)           (критич. Участок занят)
Лок1:=True;                          Лок2:=True;
While Лок1 do TS(Лок1,Общ);          While Лок2 do TS(Лок2,Общ);
          true    false                        true    true
          false <- false                       true <- true
          false    true                        true    true
```

Команда BTS источник, индекс
Переносит бит по адресу источник[индекс] -> CF (Лок),
Затем бит источник[индекс]<- 1 (Общ).

```
L:  BTS M, 1        ;  вход
    JC  L           ;  взаимоисключения
;   критическая секция
```

Семафоры

Семафоры, как средство синхронизации параллельных процессов, предложил голландский математик Э. Дейкстра (E. W. Dijkstra) в 1965 г.

Семафор S это агрегат данных, который состоит из счетчика с целыми значениями S.C и очереди процессов S.Q, ждущих входа в критический участок. При создании семафора счетчик принимает начальное значение C >= 0, а очередь – пустая.

Две операции над числовыми семафорами.

P(S)- проверить (proberen)
Down(S)

```
S.C:=S.C-1
If  S.C < 0 then
begin
  перевести Процесс в
  состояние «Ожидание»;
  S.Q:= процесс
End
```

V(S) - увеличить (verhogen)
Up(S)

```
S.C:=S.C+1
If  S.C <= 0 then
  перевести первый Процесс
  в S.Q в состояние
  «Готовность»
```

Свойства числового семафора

Работу числового семафора можно сравнить с работой автоматизированной двери, которая открывается, если бросить жетон. Жетон пропускает только одного человека. Жетон бросает не тот, кто проходит, а другой.

Свойства числовых семафоров.

Пусть C0 – начальное значение S.C, nP и nV – общее число выполнения операций P(S) и V(S).

Тогда:

- текущее значение счетчика семафора: $S.C = C0 - nP + nV$;
- число процессов в состоянии ожидания: $nB = \max(0, -S.C)$;
- число форсирований: $nF = \min(nP, C0 - nV)$.

Последний параметр показывает насколько nP больше nV. По аналогии с автоматической дверью nF дает знать, что количество прошедших равно наименьшему из двух чисел, одно из которых есть общее количество опущенных жетонов C0+nV(S), а другое – число желающих пройти дверь.

Логический семафор - mutex

Вместо числовой переменной S.C может использоваться переменная логического типа. Такой логический семафор получил название ***мьютекс*** (mutex – MUtual EXclusion semaphor, семафор взаимного исключения).

S.C принимает значения TRUE и FALSE, а операции P(S) и V(S) выражаются действиями:

```
P(S)

If S.C
 then S.C:=FALSE
 else
  begin
  перевести Процесс в
  состояние «Ожидание»;
  S.Q:= процесс
  end;
```

```
V(S)

If S.Q=Nill {очередь пуста}
then
  S.C:=TRUE
else
  перевести первый Процесс
  из S.Q в состояние
  «Готовность»;
```

Двоичные семафоры используются для операции взаимоисключения нескольких процессов в случае, когда в критическом участке должен находиться только один процесс, числовые семафоры обладают также другими расширенными возможностями.

Взаимоисключение числовым семафором

VAR **S:Semaphore;**

```
procedure PROC1;
begin
while (true) do
begin
     P(S);
критический участок 1;
     V(S);
независимая часть 1;
end
end;
```

```
procedure PROC2;
begin
while (true) do
begin
     P(S);
критический участок 2;
     V(S);
независимая часть 2;
end
end;
```

```
begin
S.C:=1;
cobegin
  PROC1;
  PROC2;
coend;
end.
```

Синхронизация процессов «Главный – Подчиненный»

```
VAR Event:Semaphore;
```

```
procedure MASTER;
begin
   предшествующая часть 1;
      P(Event);
   оставшаяся часть 1;
end;
```

```
procedure SLAVE;
begin
   предшествующая часть 2;
     V(Event);
   оставшаяся часть 2;
end;
```

```
begin
Event.C:=0;
cobegin  MASTER; SLAVE; coend;
end.
```

Обратите внимание, что здесь начальное значение счетчика семафора Event (событие) равно 0, т.е. семафор закрыт. Операция P(Event) переводит главный процесс в состояние «Ожидание», если значение семафора не было изменено. Открыть семафор может подчиненный процесс, сменив значение счетчика на 1, если подчиненный процесс выполнит V(Event) раньше.

Синхронизация процессов «Производитель – Потребитель»

```
VAR Buf:Record;
    Start,Finish:Semaphore;
```

```
procedure PRODUSER;
VAR Rec:Record;
begin
   создать запись;
      P(Finish);
Write(Rec,Buf);
      V(Start);
end;
```

```
procedure CONSUMER;
VAR Rec:Record;
begin
      P(Start);
   Read(Rec,Buf);
      V(Finish);
обработать запись;
end;
```

```
begin
Start.C:=0; Finish.C:=1;
cobegin
  Repeat PRODUSER Until FALSE;
  Repeat CONSUMER Until FALSE;
coend;
end.
```

Обратите внимание на начальные значения счетчиков семафоров.

«Производитель – Потребитель» множественный буфер

```
VAR Buf:array [1..N] of Record;
    Full,Empty,S:Semaphore;
```

```
procedure PRODUSER;
VAR Rec:Record;
begin
   создать запись;
      P(Empty);
      P(S);
Write(Rec,Buf);
      V(S);
      V(Full);
end;
```

```
procedure CONSUMER;
VAR Rec:Record;
begin
      P(Full);
      P(S);
   Read(Rec,Buf);
      V(S);
      V(Empty);
обработать запись;
end;
```

```
begin
S.C:=1;   Full.C:=   ; Empty.C:=   ;
cobegin
  Repeat PRODUSER Until FALSE;
  Repeat CONSUMER Until FALSE;
coend;
end.
```

«Читатели – Писатели» с приоритетом читателей

```
VAR Nrdr:integer; W,R:Semaphore;

procedure READER;
begin
      P(R);
Nrdr:=Nrdr+1;
If Nrdr = 1 then P(W);
      V(R);
Читать данные;
      P(R);
Nrdr:=Nrdr-1;
If Nrdr = 0 then V(W);
      V(R);
end;
```

```
procedure WRITER;
begin
        P(W);
Писать данные;
        V(W);
End;
```

```
Begin  Nrdr:=0; W.C:=1; R.C:=1;
cobegin
  Repeat READER Until FALSE;
  . . .
  Repeat READER Until FALSE;
  Repeat WRITER Until FALSE;
  . . .
  Repeat WRITER Until FALSE;
coend; end.
```

«Читатели – Писатели» с приоритетом писателей

```
VAR Nrdr:integer; W,R,S:Semaphore;
```

```
procedure READER;
begin
      P(S);
      P(R);
Nrdr:=Nrdr+1;
If Nrdr = 1 then P(W);
      V(S);
      V(R);
Читать данные;
      P(R);
Nrdr:=Nrdr-1;
If Nrdr = 0 then V(W);
      V(R);
end;
```

```
procedure WRITER;
begin
        P(S);
        P(W);
Писать данные;
        V(S);
        V(W);
End;
```

```
Begin   Nrdr:=0; W.C:=1; R.C:=1; S.C:=1;
cobegin
  Repeat READER Until FALSE;
  . . .
  Repeat READER Until FALSE;
  Repeat WRITER Until FALSE;
  . . .
  Repeat WRITER Until FALSE;
coend;    end.
```