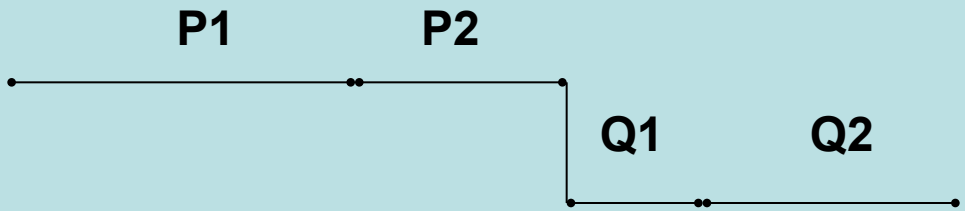
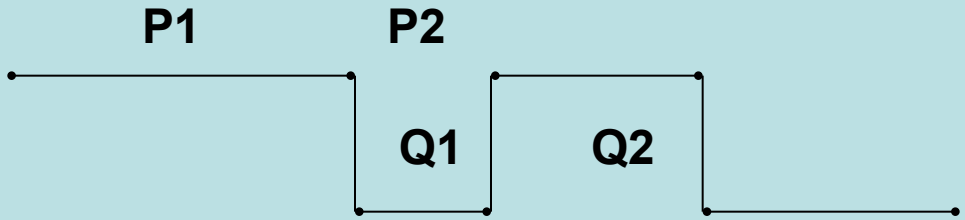
Взаимодействующие параллельные процессы

Параллельные процессы

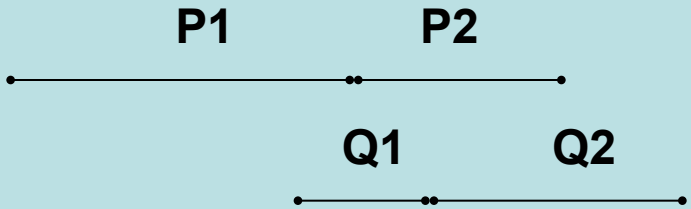
Последовательные процессы



Логические параллельные процессы

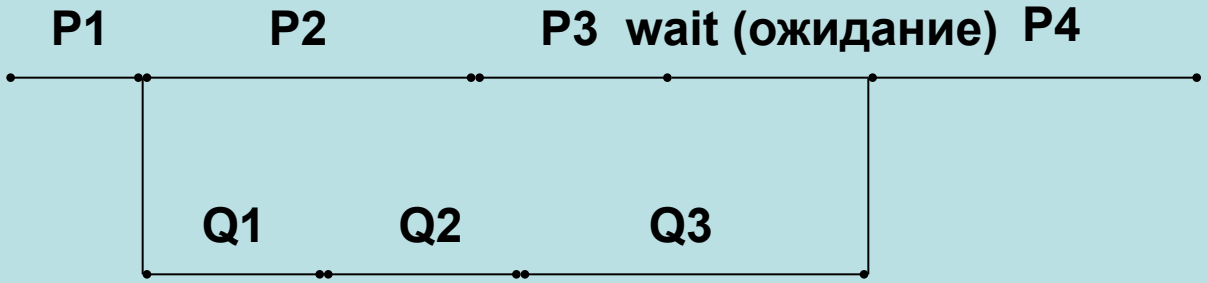


Физические параллельные процессы



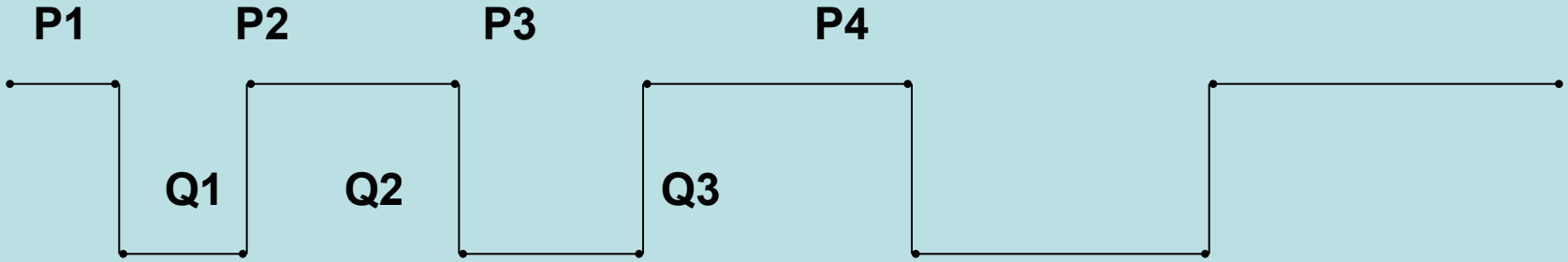
Взаимодействующие процессы

Физически параллельные



fork (разветвление) join (соединение)

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	Завершение
1 mov CX,Count	4 mov CX,Count
2 inc CX	5 dec CX
3 mov Count,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;
```

```
Cobegin
4 (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;
```

```
Begin
4   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**;

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

2

3

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;
```

2

```
procedure PROC1;
Var C1:boolean;
begin
while (true) do
Begin C1:= true;
while C1 do TS(C1,Common);
критический участок 1;
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;
```

3

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.
```