Планирование загрузки центрального процессора

Операционные системы. Лекция 3
Павенко Е.Н., НГТ У

Уровни планирования процессов

- Долгосрочное планирование – планирование заданий.
- Среднесрочное планирование – swapping.
- Краткосрочное планирование – планирование использования процессора.

Цели планирования

- Справедливость
- Эффективность
- Сокращение полного времени выполнения (turnaround time)
- Сокращение времени ожидания (waiting time)
- Сокращение времени отклика (response time)

Желаемые свойства алгоритмов планирования

- Предсказуемость
- Минимизация накладных расходов.
- Равномерность загрузки вычислительной системы.
- Масштабируемость.

Параметры планирования

- Статические параметры вычислительной системы – например, предельные значения ее ресурсов.
- Статические параметры процесса – кем запущен, степень важности, запрошенное процессорное время, какие требуются ресурсы и т.д.

статические

- Динамические параметры вычислительной системы – например, количество свободных ресурсов в данный момент.
- Динамические параметры процесса – текущий приоритет, размер занимаемой оперативной памяти, использованное процессорное время и т.д.

динамические

Параметры планирования

- Долгосрочное планирование:
  Статические и динамические параметры вычислительной системы и статические параметры процесса.
- Среднесрочное планирование:
  Статические и динамические параметры вычислительной системы и статические и динамические параметры процесса.
- Краткосрочное планирование:
  Статические и динамические параметры вычислительной системы, статические и динамические параметры процесса , CPU burst, I/O burst.

CPU burst и I/O burst

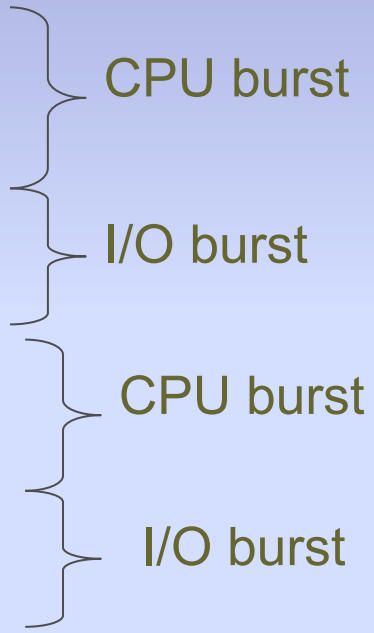
Важные динамические параметры процесса

a=1
b=2
read c

Ожидание окончания ввода

a=a+c*b
print a

Ожидание окончания вывода



Вытесняющее и невытесняющее планирование

1. Перевод процесса из состояния *исполнение* в состояние *закончил исполнение*
2. Перевод процесса из состояния *исполнение* в состояние *ожидание*

Вынужденное принятие решения

Принятие только вынужденных решений – невытесняющее планирование

3. Перевод процесса из состояния *исполнение* в состояние *готовность*
4. Перевод процесса из состояния *ожидание* в состояние *готовность*

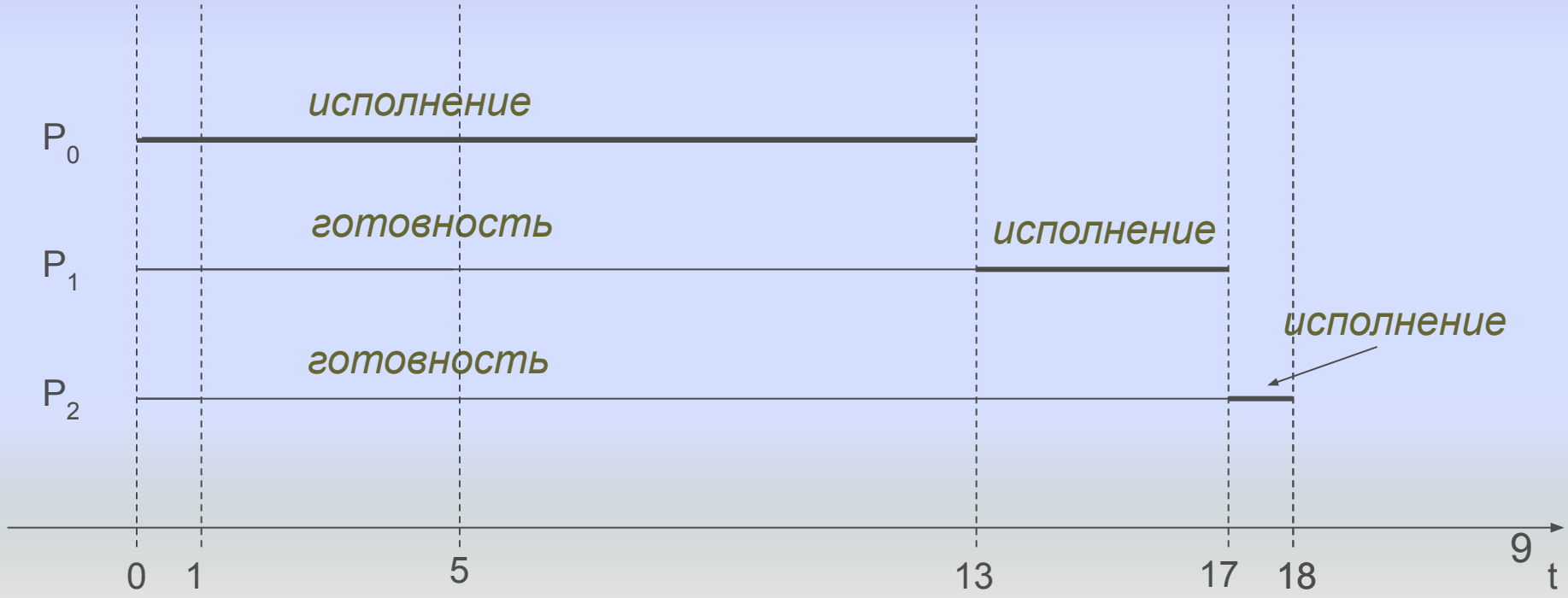
Невынужденное принятие решения

Принятие вынужденных и невынужденных решений – вытесняющее планирование

Алгоритмы планирования

FCFS (First Come – First Served)

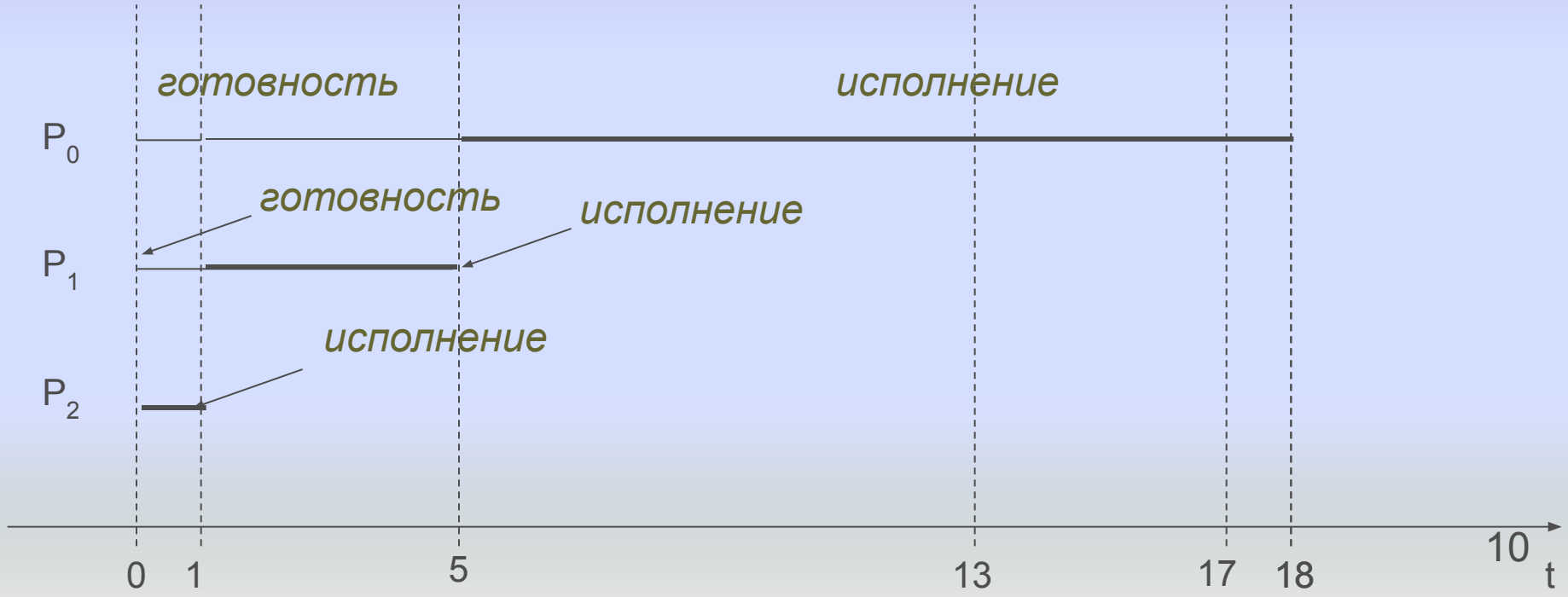
Процессы	P_0	P_1	P_2
Продолжительность CPU burst	13	4	1



Алгоритмы планирования

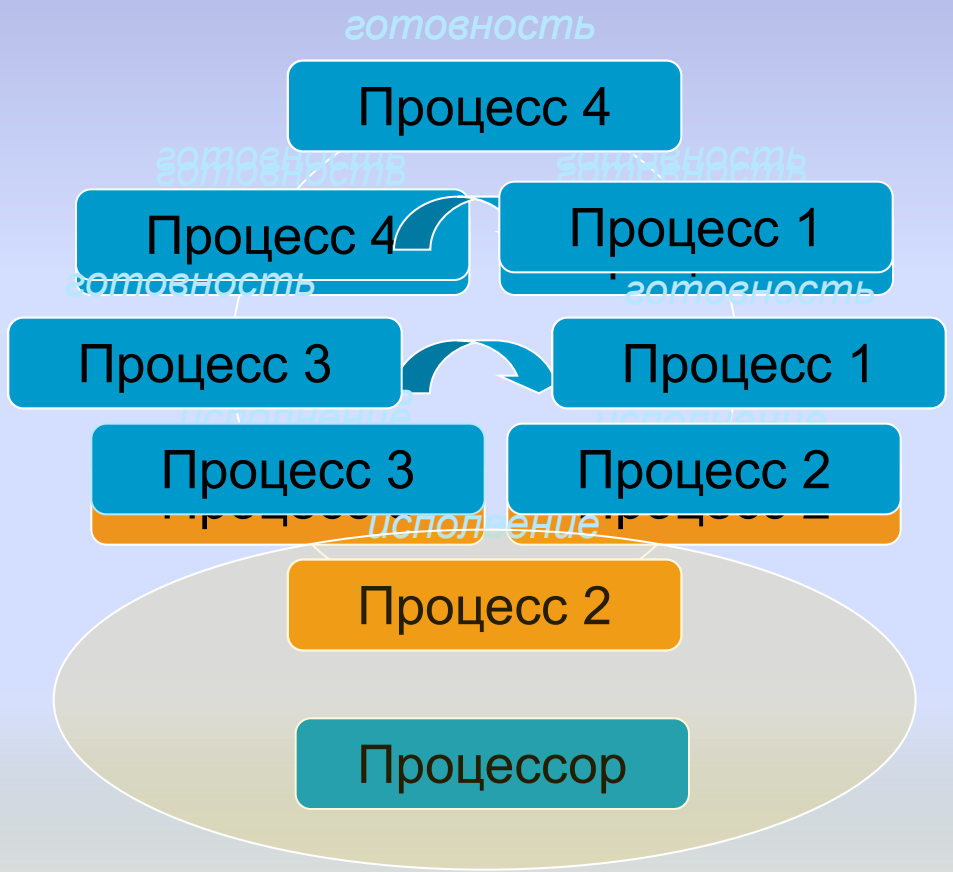
FCFS (First Come – First Served)

Процессы	P_2	P_1	P_0
Продолжительность CPU burst	1	4	13



Алгоритмы планирования

RR (Round Robin)



Алгоритмы планирования

RR (Round Robin)

- **Остаток времени CPU burst <= кванта времени:**
  - **процесс освобождает процессор до истечения кванта;**
  - **на исполнение выбираем новый процесс из начала очереди готовых;**
- **Остаток времени CPU burst >= кванта времени:**
  - **По окончании кванта процесс помещается в конец очереди готовых к исполнению процессов;**
  - **на исполнение выбираем новый процесс из начала очереди готовых.**

Алгоритмы планирования

RR (Round Robin)

Процессы	P_0	P_1	P_2
Продолжительность CPU burst	13	4	1

Величина кванта времени – 4

время	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
P_0	и	и	и	и	г	г	г	г	г	и	и	и	и	и	и	и	и	и
P_1	г	г	г	г	и	и	и	и										
P_2	г	г	г	г	г	г	г	г	и									

исполнение

P_0

Очередь готовых

P_0	P_0	P_0

Алгоритмы планирования

RR (Round Robin)

Процессы	P_0	P_1	P_2
Продолжительность CPU burst	13	4	1

Величина кванта времени – 1

время	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
P_0	И	Г	Г	И	Г	И	Г	И	Г	И	И	И	И	И	И	И	И	И
P_1	Г	И	Г	Г	И	Г	И	Г	И									
P_2	Г	Г	И															

исполнение

P_0

Очередь готовых

P_0	P_0	P_0

Алгоритмы планирования

SJF (Shortest Job First) невытесняющий

Процессы	P_0	P_1	P_2	P_3
Продолжительность CPU burst	5	3	7	1

время	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
P_0	Г	Г	Г	Г	И	И	И	И	И							
P_1	Г	И	И	И												
P_2	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	И	И	И	И	И	И	И
P_3	И															

исполнение

P_0

готовность

P_0	P_1	P_2	P_3

Алгоритмы планирования

SJF (Shortest Job First) вытесняющий

Процессы	P_0	P_1	P_2	P_3
Продолжительность CPU burst	6	2	5	5
Момент появления в очереди	0	2	6	0

время	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
P_0	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	И	И	И	И	И	И
P_1			И	И														
P_2							Г	И	И	И	И	И						
P_3	И	И	Г	Г	И	И	И											

исполнение

P_0

готовность

P_0	P_1	P_2	P_3

Алгоритмы планирования

SJF (Shortest Job First) приближение

$\tau(n)$ – величина n-го CPU burst
$T(n+1)$ – предсказание для $n+1$-го CPU burst
α – параметр от 0 до 1

$$T(n+1) = \alpha\,\tau(n) + (1-\alpha)T(n),$$
$T(0)$ – произвольно

Если $\alpha = 0$, то $T(n+1) = T(n) = \ldots = T(0)$,
нет учета последнего поведения

Если $\alpha = 1$, то $T(n+1) = \tau(n)$,
нет учета предыстории

Алгоритмы планирования

Гарантированное планирование

В системе разделения времени N пользователей:

T_i – время нахождения i-го пользователя в системе

τ_i – суммарное процессорное время процессов i-го пользователя

$\tau_i \ll T_i/N$ – пользователь обделен

$\tau_i \gg T_i/N$ – пользователю благоволят

$(\tau_i \mathrm{N}) / T_i$ – коэффициент справедливости.

На исполнение выбираются готовые процессы пользователя с наименьшим коэффициентом справедливости

Алгоритмы планирования

Приоритетное планирование

Каждому процессу процессор выделяется в соответствии с приписанным к нему числовым значением - приоритетом

Параметры для назначения приоритета бывают:

- **-внешние**
- **-внутренние**

Политика изменения приоритета:

- **-статический приоритет**
- **-динамический приоритет**

Алгоритмы планирования

Приоритетное планирование невытесняющий

Процессы	P0	P1	P2	P3
Продолжительность CPU burst	6	2	5	5
Момент появления в очереди	0	2	6	0
Приоритет	4	3	2	1

время	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
P_0	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	И	И	И	И	И	И
P_1			Г	Г	Г	И	И											
P_2							Г	И	И	И	И	И						
P_3	И	И	И	И	И													

исполнение

P_0

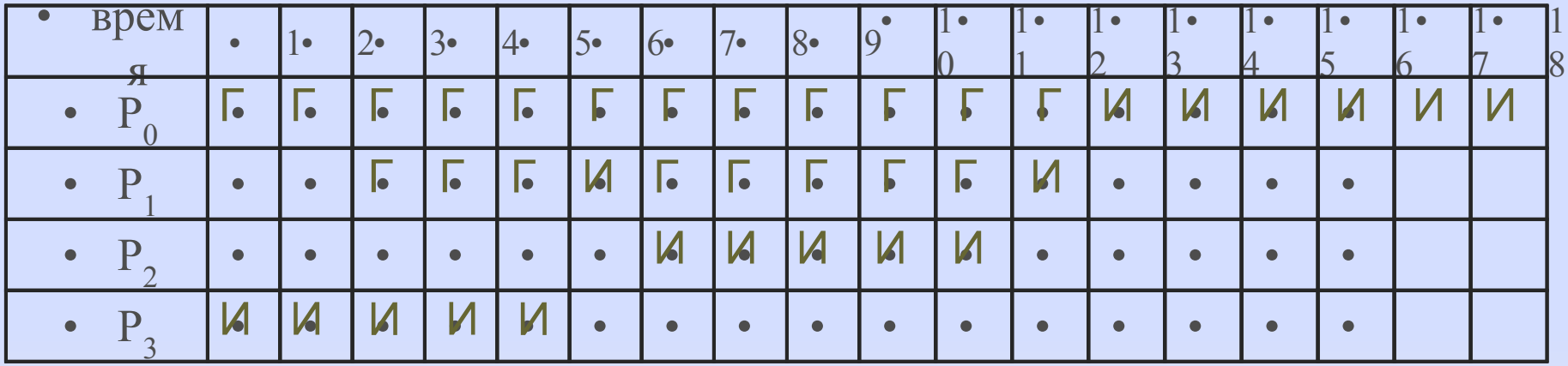
готовность

P_0	P_1	P_2	P_3

Алгоритмы планирования

Приоритетное планирование вытесняющий

Процессы	P0	P1	P2	P3
Продолжительность CPU burst	6	2	5	5
Момент появления в очереди	0	2	6	0
Приоритет	4	3	2	1



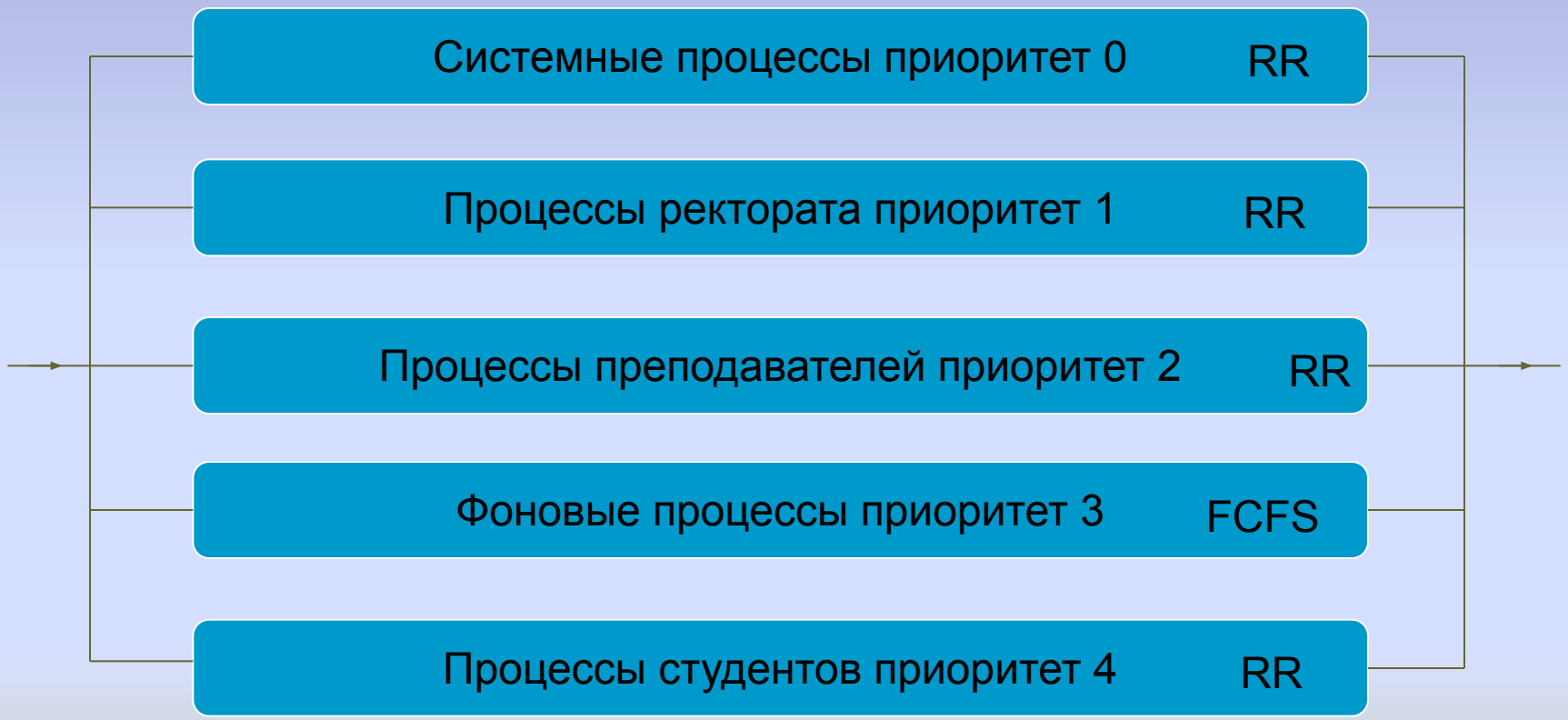
исполнение

P0

готовность

P0	P1	P2	P3

Алгоритмы планирования
Многоуровневые очереди (Multilevel Queue)



Алгоритмы планирования

Многоуровневые очереди с обратной связью (Multilevel Feedback Queue)

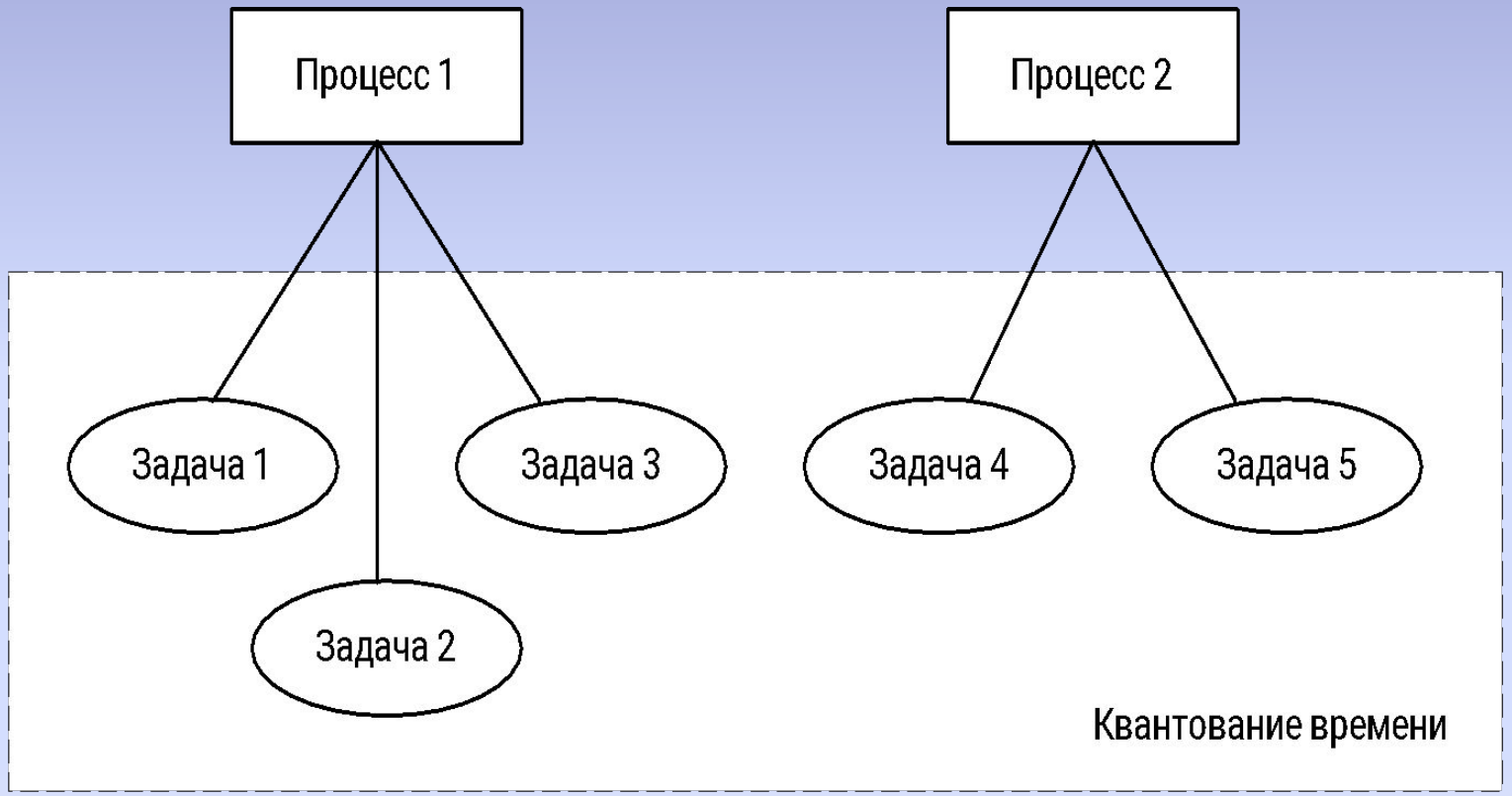
Алгоритмы планирования

Многоуровневые очереди с обратной связью (Multilevel Feedback Queue)

Для полного описания необходимо задать

- количество очередей в состоянии *готовность*
- алгоритм планирования между очередями
- алгоритмы планирования внутри очередей
- куда помещается родившийся процесс
- правила перевода процессов из одной очереди в другую

Квантование времени для задач



Планирование Windows NT

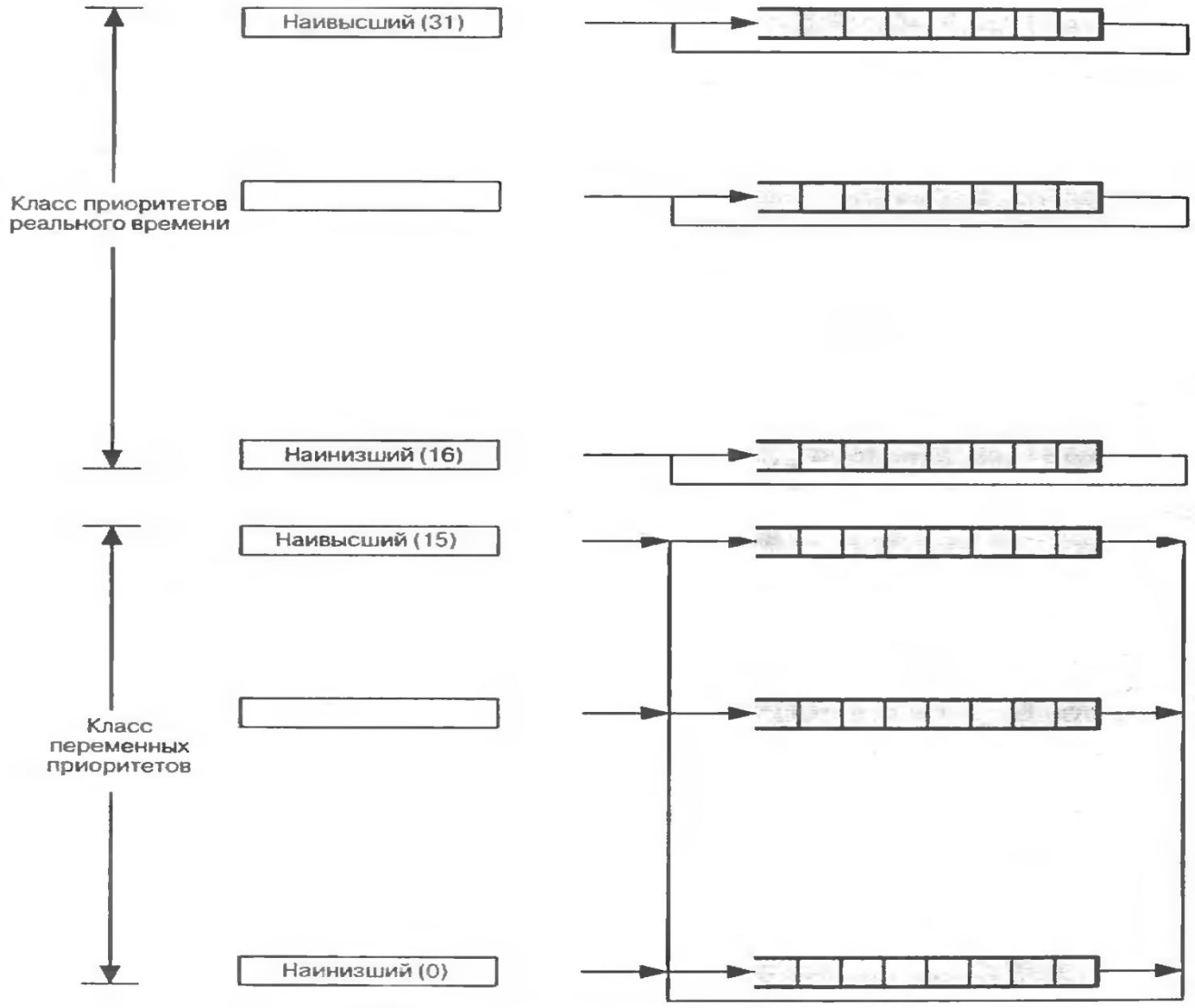


Рис. 10.12. Приоритеты потоков Windows NT

Приоритеты Windows NT

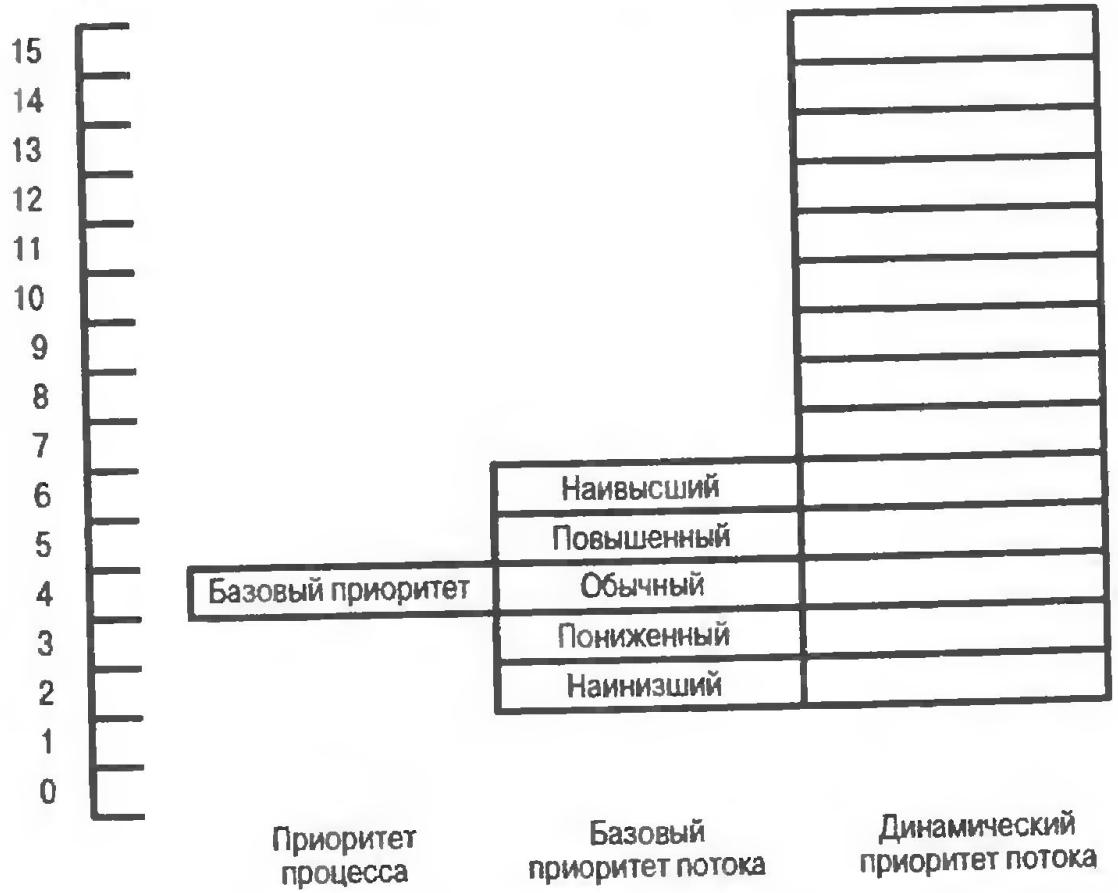


Рис. 10.13. Пример отношения приоритетов в Windows NT

Классы приоритета процессов

Класс приоритета	*Уровень приоритета*
REALTIME_PRIORITY_CLASS	24 - процессы реального времени
HIGH_PRIORITY_CLASS	13 - высокоприоритетные процессы
NORMAL_PRIORITY_CLASS	9 или 7 - обычные процессы
IDLE_PRIORITY_CLASS	4 - низкоприоритетные процессы

Относительный приоритет задач

Значение	*Относительное изменение уровня приоритета*
THREAD_PRIORITY_TIME_CRITICAL	Устанавливается абсолютный уровень приоритета 15 или 31
THREAD_PRIORITY_HIGHEST	+2
THREAD_PRIORITY_ABOVE_NORMAL	+1
THREAD_PRIORITY_NORMAL	0
THREAD_PRIORITY_BELOW_NORMAL	-1
THREAD_PRIORITY_LOWEST	-2
THREAD_PRIORITY_IDLE	Устанавливается абсолютный уровень приоритета 1 или 16

Функции Win32API для управления приоритетами задач и процессов

CreateProcess – создание процесса

```
BOOL CreateProcess(
  LPCTSTR lpApplicationName,  // указатель на имя исполняемого
                              // модуля
  LPTSTR  lpCommandLine,      // указатель на командную строку
  LPSECURITY_ATTRIBUTES lpProcessAttributes, // указатель на
                      //        атрибуты защиты процесса
  LPSECURITY_ATTRIBUTES lpThreadAttributes,  // указатель на
                      //        атрибуты защиты задачи
  BOOL bInheritHandles, // флаг наследования идентификатора
  DWORD dwCreationFlags,// флаги создания процесса
  LPVOID lpEnvironment, // указатель на блок среды выполнения
  LPCTSTR lpCurrentDirectory,  // указатель на имя текущего
                              // каталога
  LPSTARTUPINFO lpStartupInfo, // указатель на структуру
                              //  STARTUPINFO
  LPPROCESS_INFORMATION lpProcessInformation); // указатель на
                      // структуру PROCESS_INFORMATION
```

Функции Win32API для управления приоритетами задач и процессов

CreateThread – создание задачи (потока, цепочки)

```
HANDLE CreateThread(
  LPSECURITY_ATTRIBUTES lpThreadAttributes,// атрибуты защиты
  DWORD dwStackSize,       // начальный размер стека в байтах
  LPTHREAD_START_ROUTINE lpStartAddress,// адрес функции
                                  // задачи
  LPVOID  lpParameter,          // параметры для задачи
  DWORD   dwCreationFlags,   // параметры создания задачи
  LPDWORD lpThreadId);          // адрес переменной для
                        // идентификатора задачи
```

Функции Win32API для управления приоритетами задач и процессов

Управление запущенными задачами

```
BOOL SetThreadPriority(
HANDLE hThread,    // идентификатор задачи
int    nPriority); // новый уровень приоритета задачи

int GetThreadPriority(HANDLE hThread);

DWORD SuspendThread(HANDLE hThread);

DWORD ResumeThread(HANDLE hThread);

VOID Sleep(DWORD cMilliseconds); // время в миллисекундах

VOID ExitThread(DWORD dwExitCode);

BOOL TerminateThread(
  HANDLE hThread,     // идентификатор завершаемой задачи
  DWORD  dwExitCode); // код завершения
```

Традиционное планирование UNIX

$$CPU_j(i) \approx \frac{CPU_j(i-1)}{2}$$

$$P_j(i) \approx \text{Base}_j + \frac{CPU_j(i-1)}{2} + \text{nice}_j,$$

где

$CPU_j(i)$ — мера использования процессора процессом j на протяжении интервала i;

$P_j(i)$ — приоритет процесса j в начале интервала i (меньшее значение соответствует большему приоритету);

Base_j — базовый приоритет процесса j;

nice_j — указываемый пользователем коэффициент.

Традиционное планирование UNIX

Таблица 9.8. Пример традиционного планирования процессов в UNIX

	Процесс A		Процесс B		Процесс C	
Время	Приоритет	Счетчик	Приоритет	Счетчик	Приоритет	Счетчик
0	60	0 1 2 • • 60	60	0	60	0
1	75	30	60	0 1 2 • • 60	60	0
2	67	15	75	30	60	0 1 2 • • 60
3	63	7 8 9 • • 67	67	15	75	30
4	76	33	63	7 8 9 • • 67	67	15
5	68	16	76	33	63	7

Штриховка указывает выполняющийся процесс