Конфликты на ресурсах

Совокупность параметров системы, на изменение которых сформулированы некоторые ограничивающие условия, называется *ресурсом*. *Обозначим R*.

Захват ресурса R процессом Z означает получение разрешения процессу Z изменять значения параметров $q \subset R$

Конфликт на ресурсе есть возникновение ситуации, когда тому или иному процессу отказано в захвате ресурса до момента выполнения некоторого заданного условия.

(т.е. необходимо добиться согласования процессов в этих объектах R)

Способы разрешения конфликтов

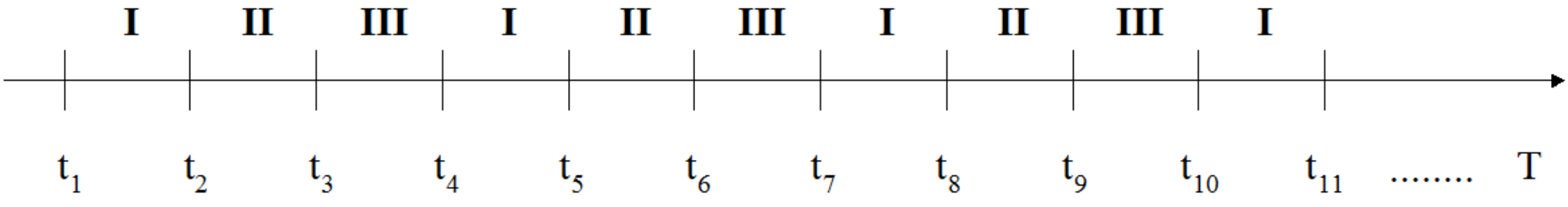
Синхронизация (time-sharing)

- это способ построения согласованных процессов в виде разнесения во времени их интервалов определения для объекта R.

Для этого задаются (возможно периодически повторяющиеся) интервалы времени захвата ресурса R для каждого претендующего на него процесса.

Алгоритм реализуется так: каждой задаче отводится определенное количество квантов времени (например,3 мс), в течение которых задача может монопольно занимать процессорное время. После того как заданный интервал времени истекает, управление передается следующей задаче.

Здесь I, II, III обозначены процессы Z1, Z2, Z3



Способы разрешения конфликтов

Семафор *(кооперативность)*

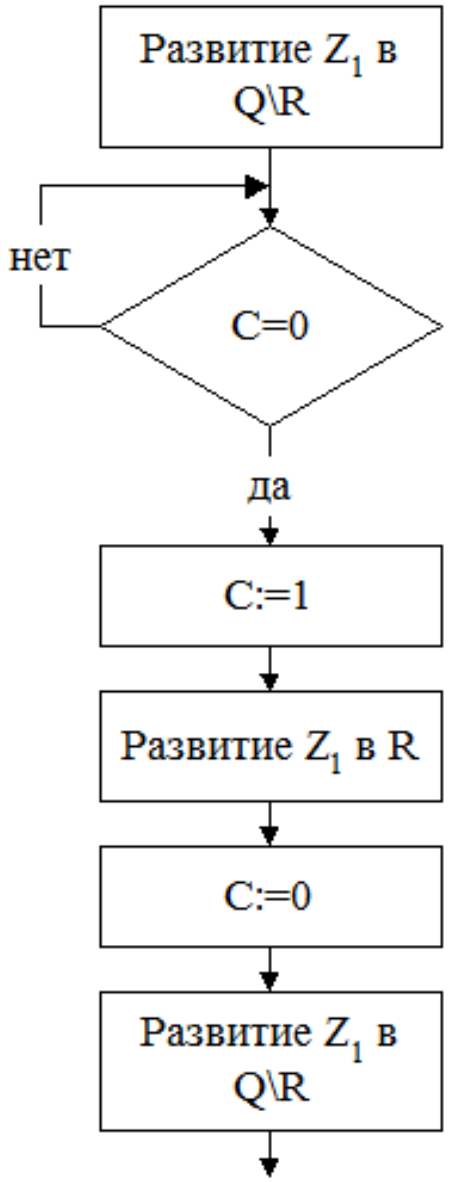
- это простая логическая переменная однозначно соответствующая ресурсу.

Будем полагать, что значение семафора ‘0’ означает, что ресурс может быть захвачен процессом, значение семафора ‘1’ блокирует захват ресурса.

Процесс, получивший управление ресурсом, выполняется до тех пор, пока сам по своей инициативе не передаст управление другому процессу (т.н. кооперативная многозадачность).

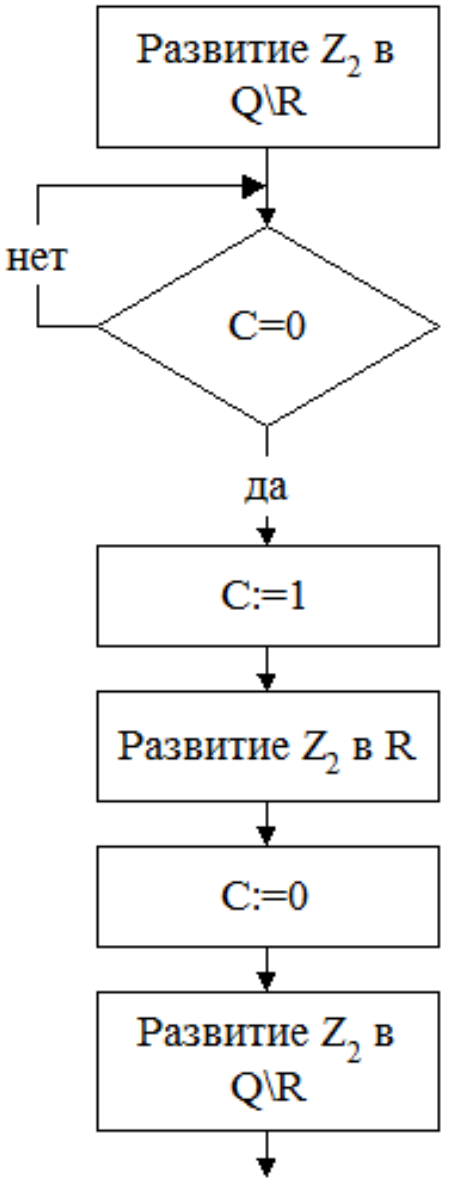
Применение семафоров для управления захватом ресурсов широко используется в системах управления.

Способы разрешения конфликтов



Семафор

критическая секция



Способы разрешения конфликтов

Семафор

- Бинарные семафоры только открывают или закрывают вход в критическую секцию (например, mutex);

- Арифметические семафоры позволяют определить, сколько процессов могут одновременно войти в критическую секцию:

    Если счетчик = 0, то вход в критическую секцию не возможен;

    Если счетчик > 0, то процесс может войти в свою критическую секцию.

Семафоры обычно реализуют активное ожидание, т.е. процесс на семафоре не блокируется, а продолжает проверять, не открылся ли семафор.

Семафоры – разделяемые глобальные переменные *(всегда ли это хорошо?)*

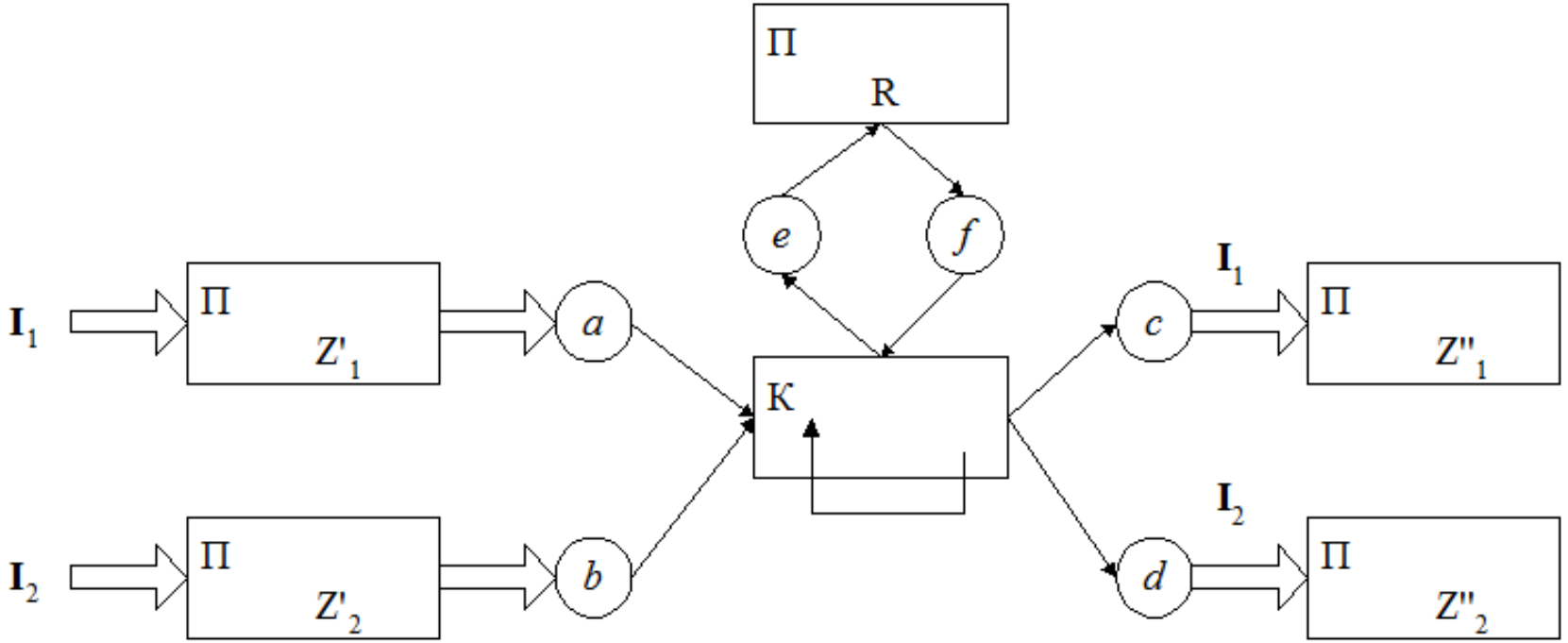
Семафоры используются как для решения задачи взаимного исключения, так и для координации действий (синхронизации).

Способы разрешения конфликтов

Контроллер *(логический)*

- это способ управления процессами при захвате ресурсов, который состоит в создании соответствующих К-блоков.

Использование К-блоков является наиболее универсальным способом управления множеством процессов при захвате ресурсов.



Варианты алгоритмов контроллера ресурса

Кольцевая система очередей (round robin, карусель)

- очереди с независимыми источниками заявок обслуживаются «по кругу»: по одной заявке из каждой непустой очереди.

Статический относительный приоритет

- в этом случае организуют отдельную очередь по каждому классу приоритета. При завершении обслуживания очередная заявка выбирается из головы непустой очереди с наивысшим приоритетом (т.е. низкоприоритетные задачи могут никогда не получить управление!)

Динамический приоритет

- в этом случае приоритеты заявок меняются по времени ожидания (обычно линейно). При освобождении канала для всех заявок в очереди перевычисляется приоритет и выбирается заявка с максимальным приоритетом.

Варианты алгоритмов контроллера

Многоуровневое квантованное обслуживание (прерывание)

- в этом случае появляется новый тип события: исчерпание кванта текущего обслуживания. Соответственно прерванная заявка перемещается в конец следующей, менее приоритетной очереди, где она будет дожидаться предоставления большего кванта.

Приоритетная многозадачность с вытеснением (прерывание)

- для новой заявки генерируется длительность обслуживания в момент ее прибытия. Приоритет вновь прибывшей заявки сравнивается с приоритетом обслуживаемой и определяется необходимость прерывания. Прерванная заявка помещается в голову очереди своего приоритета с новым временем (режим дообслуживания).

Мультиресурсные контроллеры

Иногда для начала обслуживания заявки необходимо одновременное наличие ***ресурсов нескольких видов***, имеющихся в ограниченном объеме.

В подобном случае возможна ситуация типа известных из теории операционных систем «смертельных объятий» (***deadlocks***): когда несколько заявок из очереди частично обеспечили себя, захватив ресурсы разных видов. Но они взаимно заблокировались, что приводит к параличу всех процессов обслуживания.

Для предотвращения таких блокировок можно, например -

1) **исключить назначение неполных комплектов**;
2) **ввести приоритеты выделяемых ресурсов**.

Способы разрешения конфликтов

В сложной системе алгоритмы диспетчеризации *могут меняться* в процессе функционирования.

Существуют системы, где каждая отдельная задача может участвовать в одном из трех алгоритмов планирования или их комбинации (*прерывание, разделение времени, кооперативность*).

Для решения проблем «застоя» в операционных системах офисного назначения применяется «*разгон приоритетов*»: операционная система периодически выбирает из «хвоста» очереди давно не выполняющиеся задачи и присваивает им на один квант времени максимальный приоритет.
В системах реального времени применяется «*наследование приоритетов*»: всем задачам, конкурирующим за общий ресурс, кратковременно присваивается один и тот же приоритет, равный максимальному среди всех таких задач.

Логический способ разрешения конфликтов

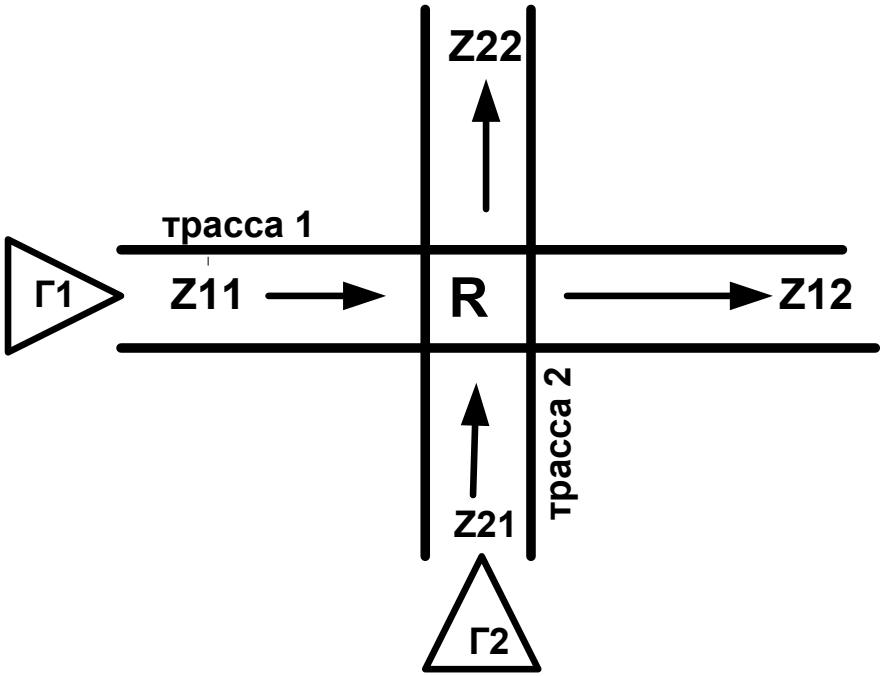
Рассмотрим процесс движения на перекрёстке 2х автомобильных дорог.

Перекресток **R** есть ресурс, т.к. $Z1 \cap Z2 = R$

R является общим параметром обоих процессов.

На рисунке обозначены Г1, Г2 как генераторы, генерирующие инициаторы для своих треков.

Трасса1 и Трасса2 – логические блоки-процессоры, реализующие процессы Z1 и Z2 соответственно.



Пример задачи разрешения конфликтов

```
блок процессор  ТРАССА1
описание
R – скаляр;  // отражает состояние ресурса R
ТПЕР1 – скаляр;  // время переезда через перекресток
ТКR1 – скаляр;  // момент времени покидания перекрестка
все  описание;

алгоритм
ВХОД :  ждать  R = 0;
          R := 1;
         ТКR1 := ВРЕМЯ+ТПЕР1;
          ждать ВРЕМЯ = ТКR1;
         R := 0;
         направить инициатор на …
         (продолжение процесса  Z1)
все алгоритм;
все блок;
```

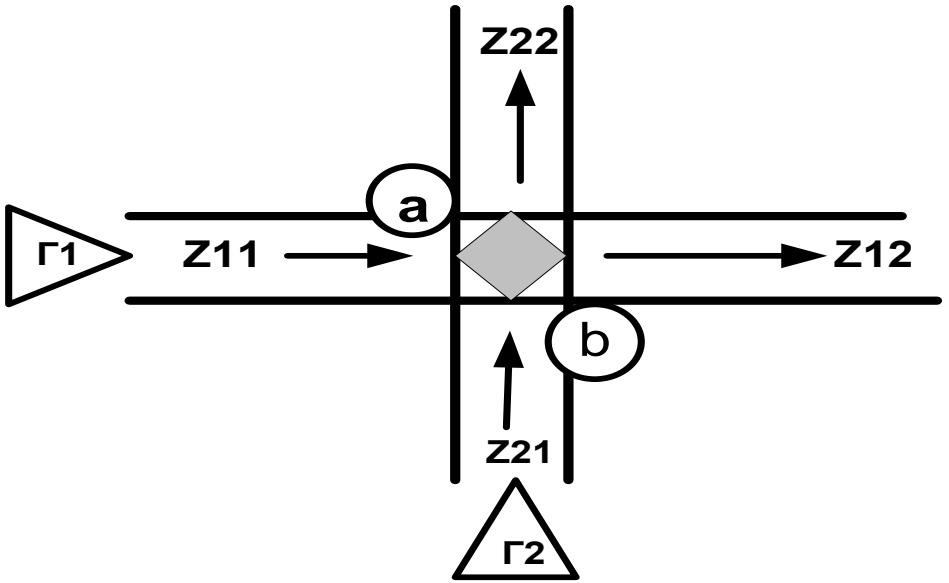
```
блок процессор  ТРАССА2
описание
R – скаляр в блоке ТРАССА1;
ТПЕР2 – скаляр;  // время переезда через перекресток
ТКR2 – скаляр;   // момент времени покидания перекрестка
все  описание;

алгоритм
ВХОД :  ждать  R = 0;
          R := 1;
          ТКR2 := ВРЕМЯ+ТПЕР2;
          ждать ВРЕМЯ = ТКR2;
          R := 0;
          направить инициатор на …
         (продолжение процесса  Z2)
все алгоритм;
все блок;
```

Этот вариант захвата ресурса годится для случая слабой загрузки трасс, когда на трассах нет очередей, поэтому можно использовать принцип «кто первый захватил».

Алгоритмический способ разрешения конфликтов

Рассмотрим вариант алгоритмического управления доступа к ресурсу.
Перекресток **R** есть ресурс, т.к. $Z1 \cap Z2 = R$

На рисунке обозначены Г1, Г2 как генераторы, генерирующие инициаторы для своих треков.
Трасса1 и Трасса2 – логические блоки процессоры, реализующие процессы Z1 и Z2 соответственно.
Управление осуществляется введением параметров ***a*** и ***b***, которые отражают состояние ресурса – перекресток.



Пример задачи разрешения конфликтов

блок процессор ТРАССА1
описание
a – скаляр в блоке СВЕТОФОР
ТПЕР1 – скаляр; // время переезда через перекресток
ТКR1 – скаляр; // момент покидания перекрестка
……. // может что-то еще
все описание;
алгоритм
ВХОД : ждать a = «зеленый»;
ТКR1 := ВРЕМЯ+ТПЕР1;
ждать ВРЕМЯ = ТКR1;
направить инициатор на …(продолжение Z1)
все алгоритм;
все блок;

блок процессор ТРАССА2
описание
b – скаляр в блоке СВЕТОФОР
ТПЕР2 – скаляр; // время переезда через перекресток
ТКR2 – скаляр; // момент покидания перекрестка
……. // может что-то еще
все описание;
алгоритм
ВХОД : ждать b = «зеленый»;
ТКR2 := ВРЕМЯ+ТПЕР2;
ждать ВРЕМЯ = ТКR2;
направить инициатор на … (продолжение Z2)
все алгоритм;
все блок;

блок агрегат СВЕТОФОР
описание
a, b – скаляры; // параметры состояния ресурса R
ТПЕР – скаляр; // момент переключения светофора
Т1, Т2 – скаляры; // длительность состояний светофора
все описание;
алгоритм
НАЧ: a := «зеленый»; b := «красный»; ТПЕР := ВРЕМЯ+Т1;
ждать ВРЕМЯ = ТПЕР;
a := «красный»; b := «зеленый»; ТПЕР := ВРЕМЯ+Т2;
ждать ВРЕМЯ = ТПЕР;
направить инициатор на НАЧ;
все алгоритм; все блок;

Пример задачи разрешения конфликтов

Пять безмолвных философов сидят вокруг круглого стола, перед каждым философом стоит тарелка спагетти. Палочки для еды лежат на столе между каждой парой философов. Каждый философ может либо есть, либо размышлять. Приём пищи не ограничен количеством оставшихся спагетти — подразумевается бесконечный запас. Тем не менее, философ может есть только тогда, когда держит две палочки — взятую справа и слева.

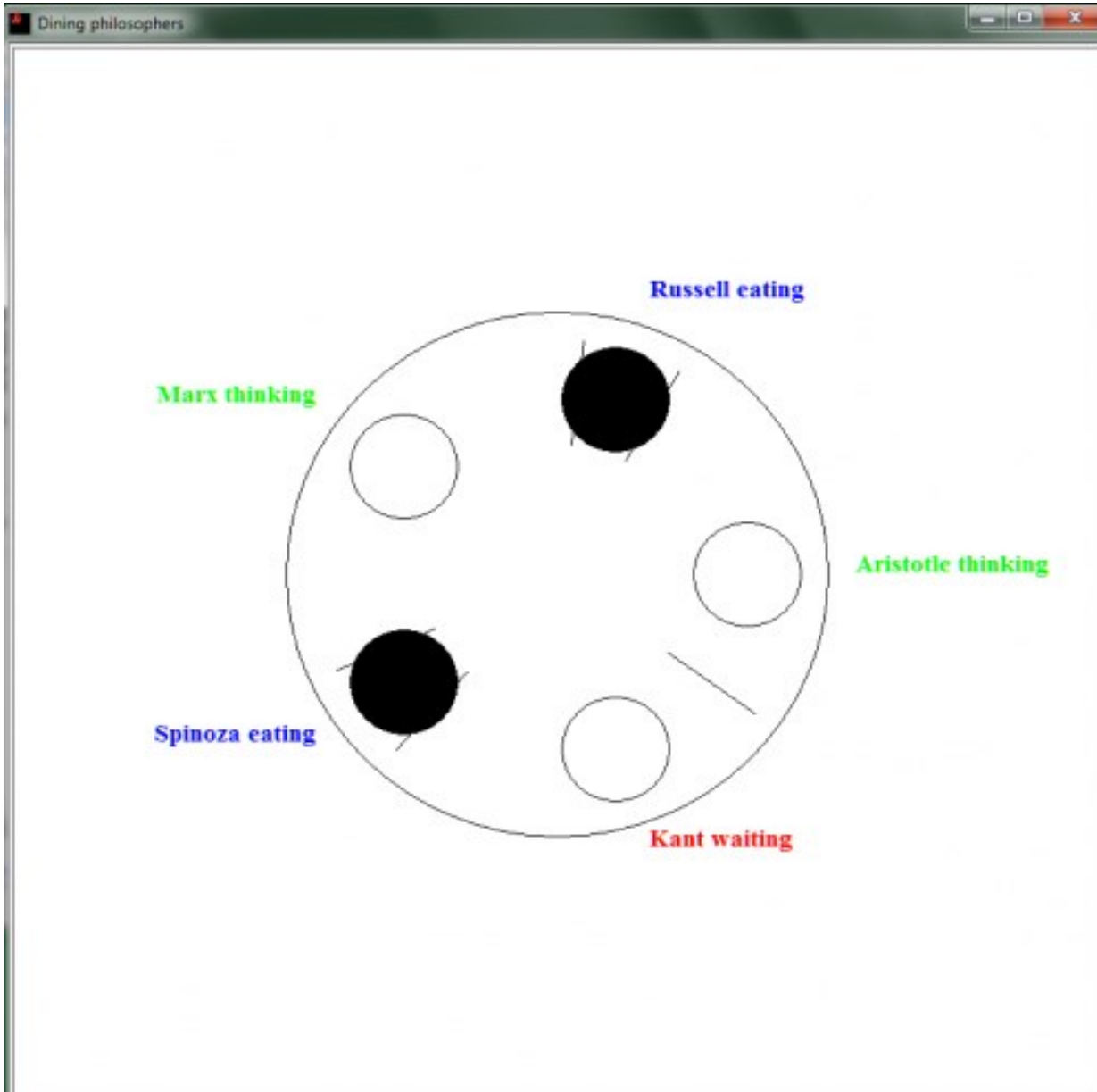
Каждый философ может взять ближайшую палочку (если она доступна) или положить, если он уже держит её. Взятие и возвращение на стол являются раздельными действиями, которые должны выполняться одно за другим. Временные интервалы размышления и еды случайны, действия философов не синхронизированы.

Требуется разработать параллельный алгоритм, при котором ни один из философов не будет голодать, т.е. будет чередовать приём пищи и размышления.

Пример задачи разрешения конфликтов

Например, можно каждому философу дать выполнять следующий алгоритм:

1) Размышлять некоторое время;
2) Ждать пока не освободится палочка слева и взять её;
3) Ждать пока не освободится палочка справа и взять её;
4) Есть спагетти некоторое время;
5) Положить левую палочку;
6) Положить правую палочку;
7) Повторить алгоритм сначала.

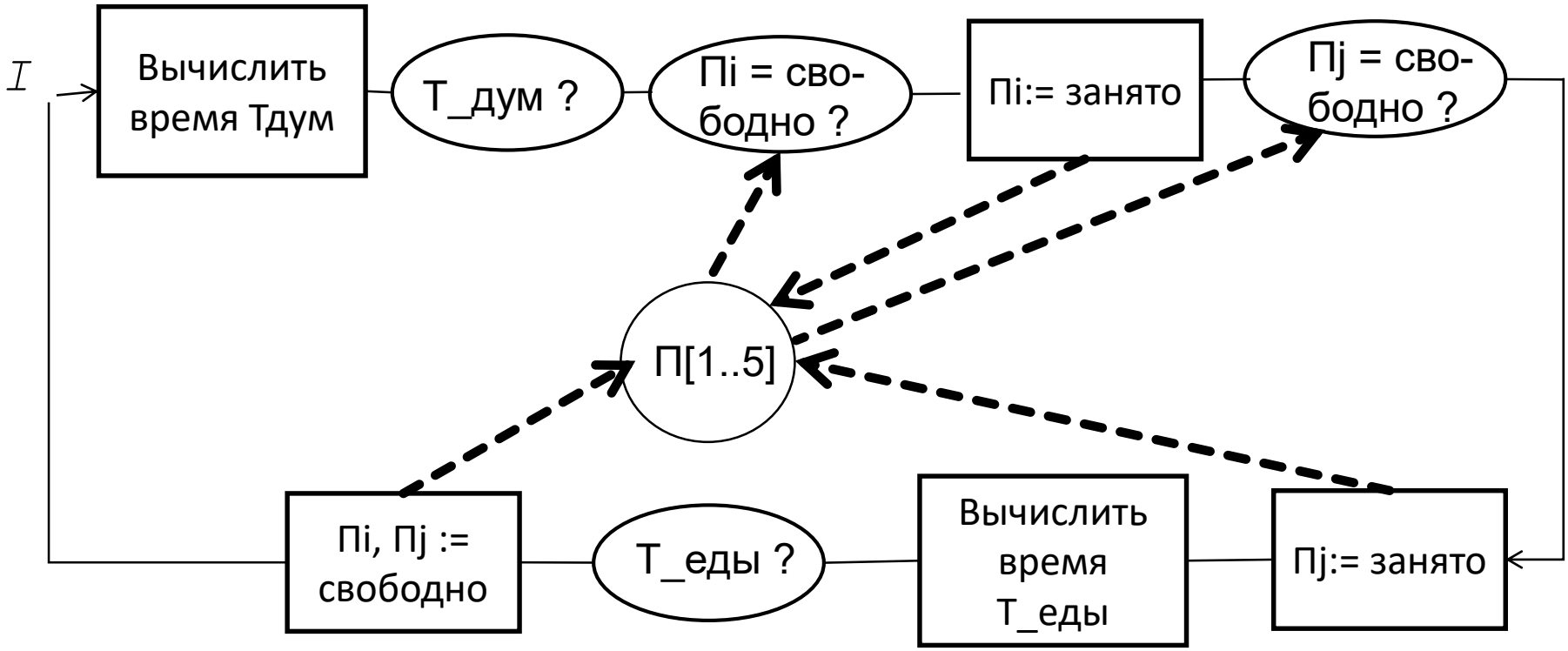


Dining philosophers problem

by E. W. Dijkstra

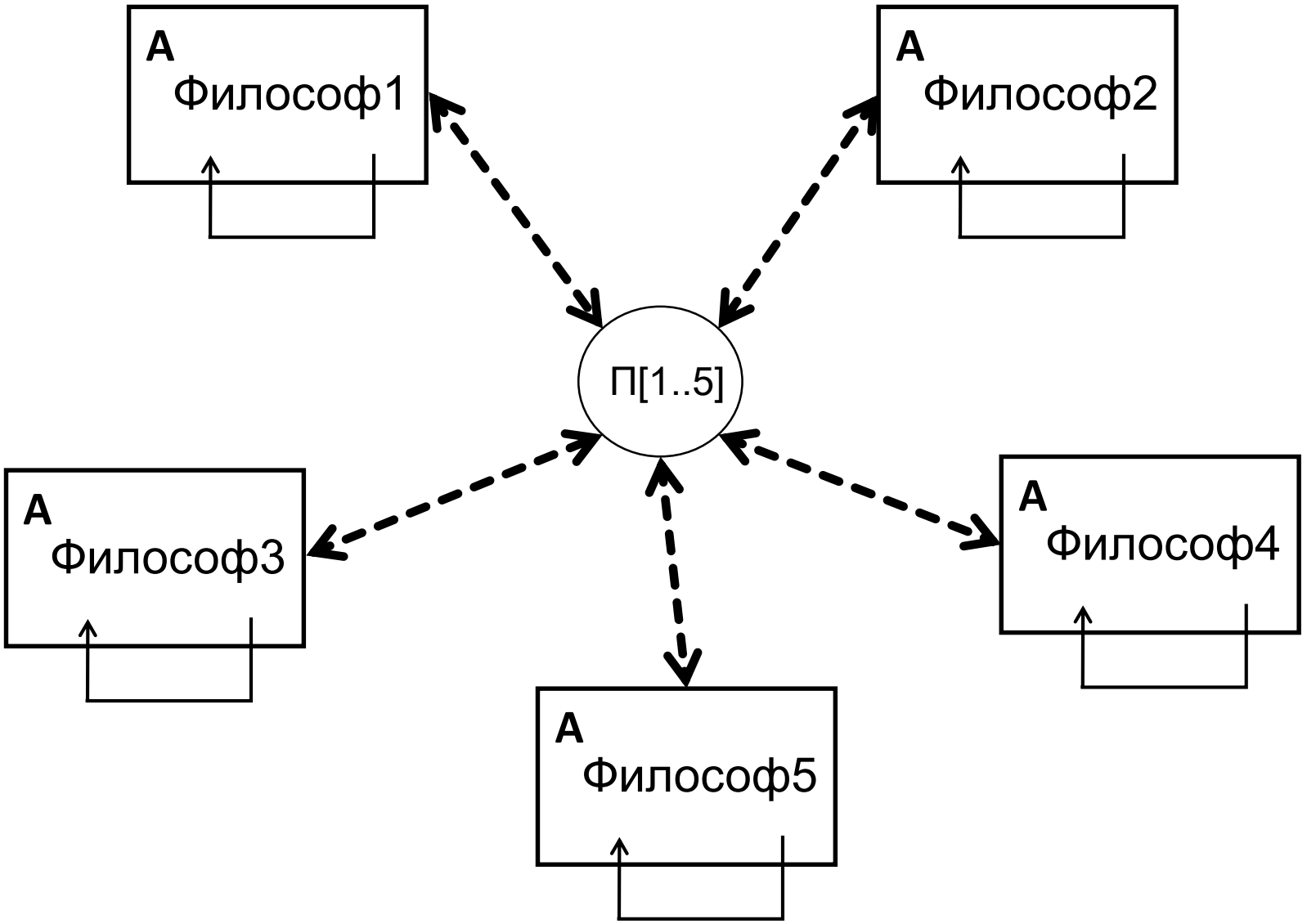
О П С алгоритма

Философ(*i*) *i=1...5*



j = 1...5
если i= 1 *то* *j=5*
иначе *j = i - 1*

Блочная схема алгоритма



Способы разрешения конфликтов

Такое решение задачи некорректно: оно позволяет системе достичь состояния взаимной блокировки, *тупика* (**deadlock**), когда каждый философ взял инструмент слева и ждёт, когда инструмент справа освободится.

Проблема ресурсного голодания, *застоя* (**resource starvation**) может возникать независимо от взаимной блокировки, если один из философов не сможет завладеть левой и правой палочкой из-за проблем синхронизации.

Тупик представляет собой ситуацию более опасную, чем *застой*: процессы, попавшие в *тупик*, удерживают при этом системные ресурсы. Если *тупик* не глобальный, система продолжает работать с уменьшенным объемом ресурсов, с пониженной производительностью. *Застой* одного процесса может и не повлиять на среднюю пропускную способность системы, но влияет на общие показатели обслуживания.

Способы разрешения конфликтов

Для предупреждения проблем можно предложить правило, согласно которому философы должны класть инструмент обратно на стол после пятиминутного ожидания доступности другого инструмента, и ждать ещё пять минут перед следующей попыткой завладеть инструментами.

Такая схема устраняет возможность блокировки, но здесь существует возможность «зацикливания» системы (***livelock***), при котором состояние системы меняется, но она не совершает никакой полезной работы.

Например, если все пять философов одновременно возьмут левый инструмент в одно и то же время, то философы будут ждать пять минут в надежде завладеть правым, потом положат левый и будут ждать ещё пять минут прежде, чем попытаться завладеть инструментом снова.

Способы разрешения конфликтов

Относительно простое решение задачи достигается путём добавления «официанта возле стола».

Философы должны дожидаться разрешения официанта перед тем, как взять инструмент. Поскольку официант знает, сколько инструментов используется в данный момент, он может принимать решения относительно распределения инструмента и тем самым предотвратить взаимную блокировку философов. Если четыре из пяти уже используются, то следующий философ, запросивший инструмент, вынужден будет ждать разрешения официанта. Оно не будет получено, пока какой-либо инструмент не будет освобожден. Предположим, что философ всегда пытается сначала взять инструмент слева, а потом — справа.

«Официант» реализуется как семафор (арифметический).

Способы разрешения конфликтов

Предположим, что философы обозначены от А до Д по часовой стрелке. Если философы А и В едят, то заняты четыре инструмента.

Философ Б сидит между А и В, так что ему недоступен ни один инструмент. В то же время, философы Г и Д имеют доступ к одному неиспользуемому инструменту между ними.

Предположим, что философ Г хочет есть. Если он тут же берёт свободный инструмент, то становится возможна взаимная блокировка философов. Если вместо этого он «спрашивает разрешения у официанта», то тот просит его подождать — и можно быть уверенным в том, что как только пара инструментов освободится, то по крайней мере один философ сможет взять два инструмента.

Таким образом, взаимная блокировка становится невозможной.

Схема алгоритма с семафором