

Лекция № 11

Сети Петри для моделирования систем

Представление системы сетью Петри базируется на двух понятиях: событиях и условиях. Под **событием** понимается действие, имеющее место в системе. Появление события определяет состояние системы, которое может быть описано множеством условий. **Условие** – это предикат или логическое описание состояния системы. При этом условие может принимать либо значение "истина", либо значение "ложь".

Для того чтобы событие произошло, необходимо выполнение соответствующих условий, которые называются предусловиями события. Возникновение события может привести к появлению постусловий.

В сети Петри условия моделируются позициями, события – переходами. При этом входы перехода являются предусловиями соответствующего события, выходы – постусловиями. Возникновение события равносильно запуску соответствующего перехода. Выполнение условия представляется фишкой (маркером) в позиции, соответствующей этому условию. Запуск перехода удаляет разрешающие маркеры, представляющие выполнение предусловий и образует новые маркеры, которые представляют выполнение постусловий.

Пример 1. Требуется разработать имитационную модель и представить ее в виде сети Петри для системы "Сборка изделий" при следующих исходных данных: в сборочный узел входят 3 детали типа А и 2 детали типа В. Детали поступают на сборочный участок от независимых экспоненциальных источников с $\lambda = 0,1$ мин⁻¹ и $0,04$ мин⁻¹ соответственно. Длительность сборочной операции находится в пределах [12...18] мин.

Сеть Петри рассматриваемой системы представлена на рис. 11.1.

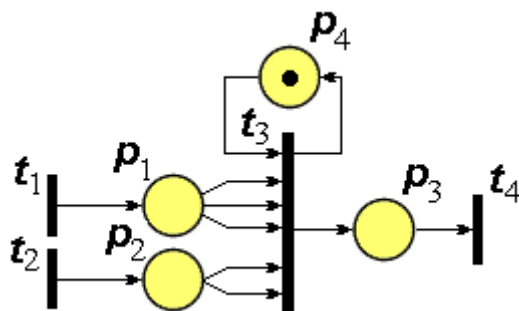


Рис. 11.1. Сеть Петри

Пример 2. Рассмотрим задачу моделирования работы автомата по производству какого либо изделия. Автомат находится в состоянии ожидания до появления заготовки, которую он обрабатывает и посылает в накопитель, т.е. событиями для такой системы являются:

1. заготовка поступила;

2. автомат начинает обработку;
3. автомат заканчивает обработку;
4. деталь посылается в накопитель.

Условиями для системы являются:

1. автомат ждёт;
2. заготовка загружена;
3. автомат выполняет обработку;
4. деталь обработана.

Сеть Петри рассматриваемого автомата имеет вид (рис.11.2):

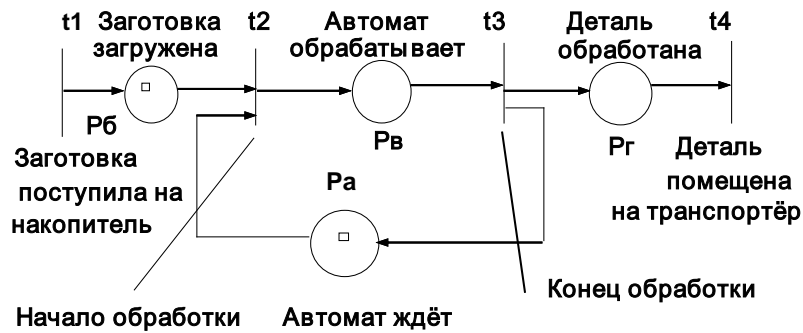


Рис.11.2

Пример 3. Рассмотрим вычислительную систему, которая обрабатывает задания, поступающие с устройства ввода, и выводит результаты на устройство вывода. Задание поступает на устройство ввода. Когда процессор свободен и в устройстве ввода есть задание, процессор начинает обработку задания. Когда задание выполнено, оно посылается на устройство вывода; процессор либо продолжает обрабатывать другое задание, если оно есть, либо ждёт прихода задания. Эта система может быть промоделирована сетью Петри, изображенной на рис.11.3

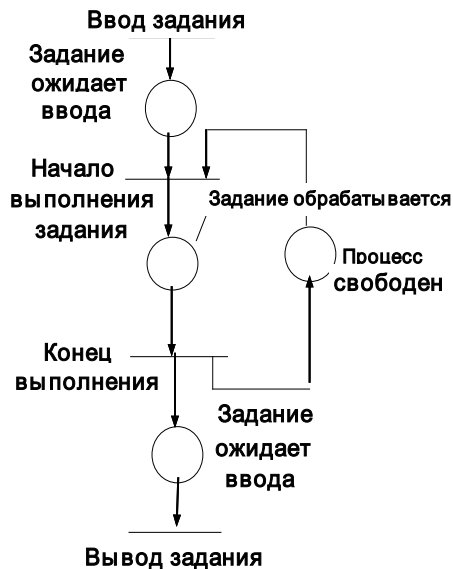


Рис. 11.3

Пример 4. Моделирование параллельной обработки запросов сервером базы данных. Сервер находится в состоянии ожидания до тех пор, пока от пользователя не поступит запрос, который он обрабатывает и отправляет результат пользователю. Он может обрабатывать одновременно два запроса с помощью двух своих процессорных элементов ПЭ1 и ПЭ2.

Условиями для такой системы являются:

- а1) ПЭ1 ждет;
- а2) ПЭ2 ждет;
- б) запрос поступил и ждет;
- в1) ПЭ1 обрабатывает запрос;
- в2) ПЭ2 обрабатывает запрос;
- г) запрос обработан.

Событиями для этой системы являются:

1. Запрос поступил.
2. ПЭ1 начинает обработку запроса.
3. ПЭ1 заканчивает обработку запроса .
4. ПЭ2 начинает обработку запроса.
5. ПЭ2 заканчивает обработку запроса .
6. Результат обработки отправляется.

Для перечисленных событий можно составить следующую таблицу их пред- и постусловий:

Событие	Предусловия	Постусловия
1	Нет	б
2	А1. б	в1
3	В1	г. а1
4	А2.б	в2
5	В2	г. а2
6	г	нет

Сеть Петри, моделирующая эту систему, имеет вид (рис. 11.4):

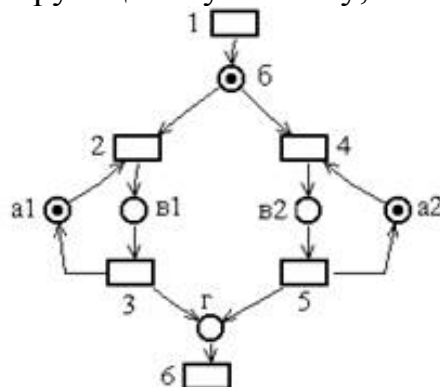


Рис. 11.4

Пример 5. В заданную систему моделирования входят следующие компоненты:

ОП – устройство служащее для хранения информации (данных, программ, промежуточных и конечных результатов обработки), а также для непосредственного использования в процессе выполнения операций в АЛУ и устройстве управления процессора.

ЦП – устройство, служащее для непосредственного осуществления процесса обработки данных и программного управления этим процессом.

2 НМД – устройства, предназначенные для хранения дискретной информации и использования в качестве внешних запоминающих устройств.

Винчестер

Исходя из имеющихся данных, формализуем модель системы в виде (рис.11.5):

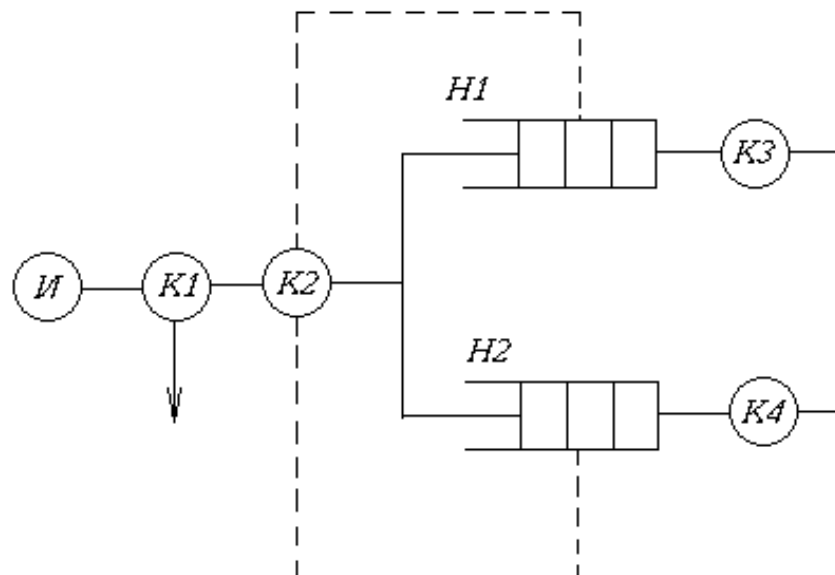


Рис.11.5.

Обозначения:

И – источник заявок;

H1, H2 – накопители для хранения заявок;

K1, K2, K3, K4 – каналы обслуживания (ОП, ЦП, В1, В2);

L1, L2 – емкость накопителя.

Запрос поступает в ОП, где считывается необходимая для работы ЦП информация (команды программы и операнды, над которыми производятся предусмотренные командами операции). Далее запрос поступает в ЦП, который дешифрует и выполняет команды программы. Затем равновероятно обращение запроса к ОП или НМД, т.е. результаты

выполнения операций из ЦП направляются в ОП или НМД1 (НМД2). Прежде, чем записать результаты на "Винчестеры", необходимо вторично обратиться к ЦП, который определяет состояние накопителей и выдает нужную информацию управления.

"Винчестеры" могут работать в 3-х режимах:

- 1) В1 – захвачен, В2 – свободен;
- 2) В2 – свободен, В1 – захвачен;
- 3) В1 – захвачен, В2 – захвачен.

Проектируемая система представлена в виде сети Петри (рис.11.6):

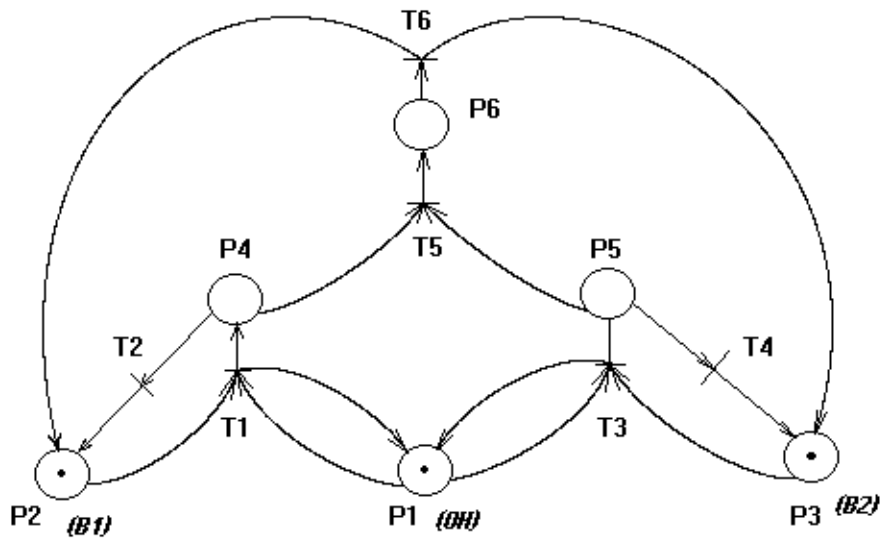


Рис.11.6.

Множество событий:

События	Переходы
ЦП работает только с ОП и В1	T1
Обработ. данные из ОП и с В1 пер. на УВ	T2
ЦП работает только с ОП и В2	T3
Обработ. данные из ОП и с В1 пер. на УВ	T4
ЦП работает только с ОП и с В1, В2	T5
Обработ. данные из ОП, В1 и В2 пер. на УВ	T6

Множество позиций:

Условия	Позиции
ОП свободна	P1
В1 свободен	P2
В2 свободен	P3
Работа на ОП и В1 окончена	P4
Работа на ОП и В2 окончена	P5
Работа на ОП, В1 и В2 окончена	P6

Работа ЦП с ОП и В1 отображается запуском перехода Т1 (удаление маркеров из Р1, Р2 и появление в Р1, Р4), что влечет за собой срабатывание перехода Т2, т.е. передачу данных с ОП и В1 на устройство вывода.

Работа ЦП с ОП и В2 отображается запуском перехода Т3 (удаление маркеров из Р1 и Р3 и появление в Р1 и Р5), что влечет за собой срабатывание перехода Т4, т.е. передачу данных с ОП и В2 на устройство вывода.

Работа ЦП с ОП, В1 и В2 отображается запуском перехода Т5 (удаление маркеров из Р4 и Р5 и появление в Р6), далее срабатывание перехода Т6, и данные из ОП, В1 и В2 передаются на устройство вывода.

Состояние устройств восстанавливается при срабатывании:

ОП – Т1 или Т2;

В1 – Т2 или Т6;

В2 – Т4 или Т6.

Для получения более полного представления о свойствах моделируемой системы проанализируем полученную сеть методом покрывающего дерева (рис. 11.7), корневая вершина которого – (1,1,1,0,0,0).

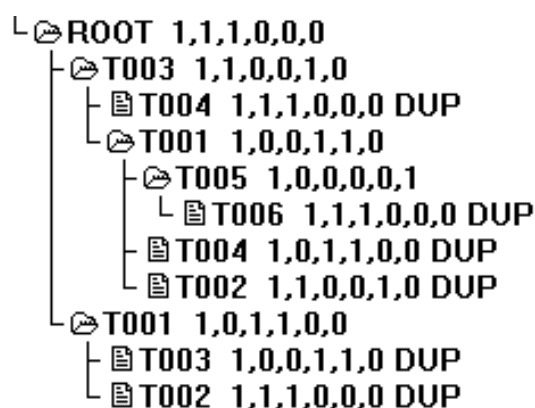


Рис. 11.7

Исследуемая сеть обладает следующими свойствами:

1. Безопасность (число маркеров в любой позиции не превышает 1). Это свойство позволяет осуществлять аппаратную реализацию сети.
2. Одноограниченность (конечность числа состояний), что накладывает ограничения на аппаратную реализацию.
3. Сохраняемость (характеризует невозможность возникновения и удаления ресурсов в моделируемом объекте).
4. Живость (отсутствие зацикливаний и тупиков). Данное свойство сети позволяет сделать важный вывод: в разработанной сети ПЕТРИ отсутствуют зацикливания и тупики и ее можно реализовать аппаратными средствами

Пример 6. Даны вычислительные структуры $BC1$, $BC2$ и $BC3$, связанные по кольцевой системе. $BC1$ и $BC3$ осуществляют ввод и обработку данных, $BC2$ только обработку. Дан один канал ввода-вывода, который занимается на все время работы вычислительной структуры. Процессоры вычислительной структуры имеют следующую организацию: $BC1 - (ПЭ1||((ПЭ2||ПЭ3)-ПЭ4))$, $BC2 - (ПЭ1-ПЭ2-ПЭ3)$, $BC3 - (ПЭ1||((ПЭ2-ПЭ3-ПЭ4))$.

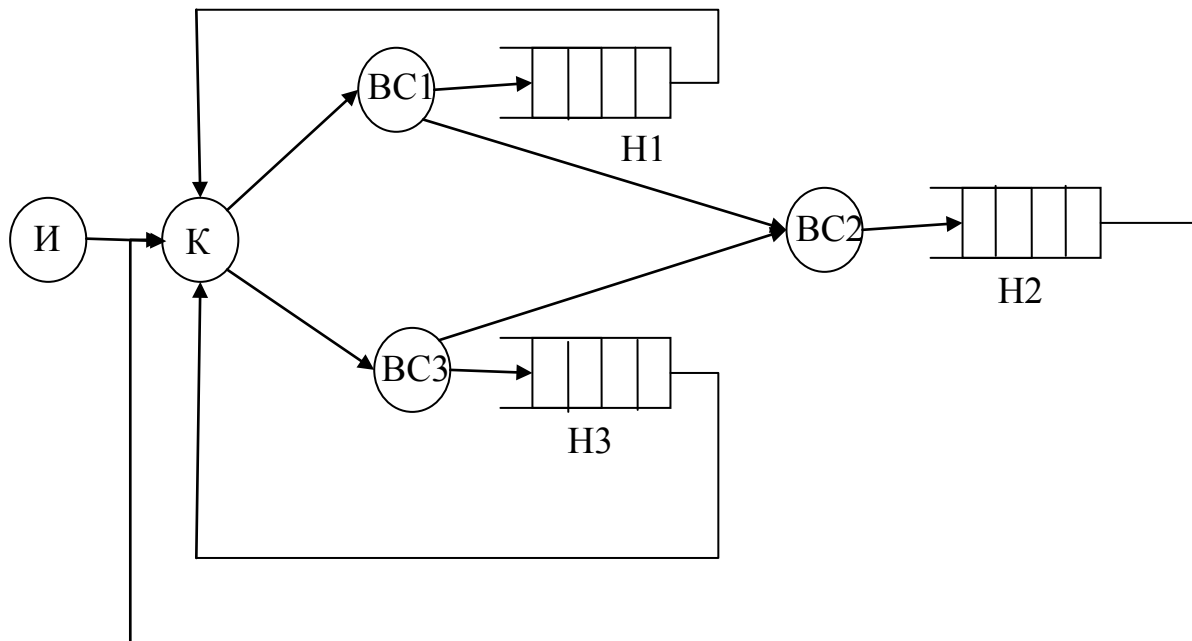


Рис. 11.8. Модель системы в виде Q -схемы

Проектируемая система представляется в виде сети Петри следующим образом (рис. 11.9):

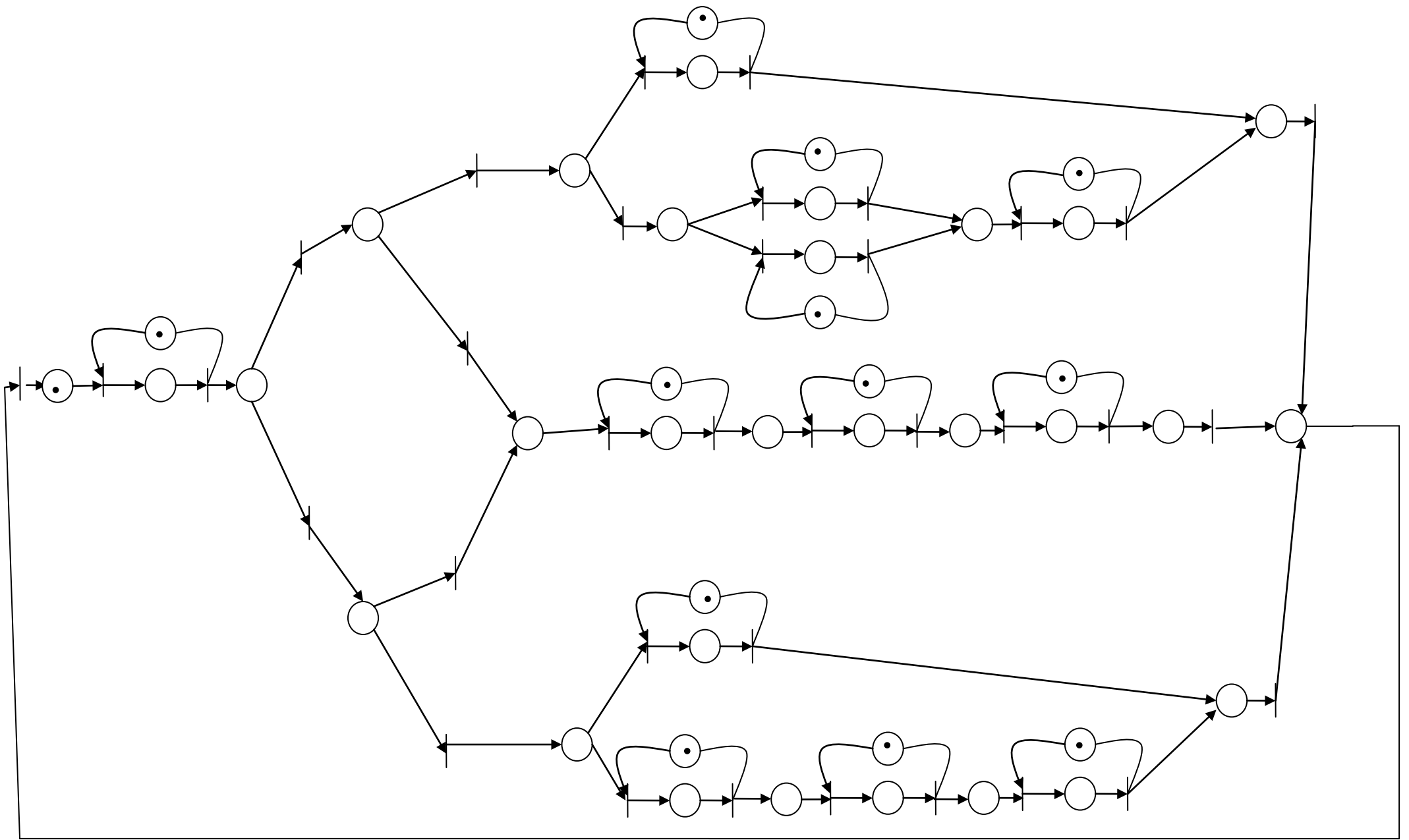


Рис. 11.9.