

## Википедия

# Сети Петри

Материал из Википедии — свободной энциклопедии

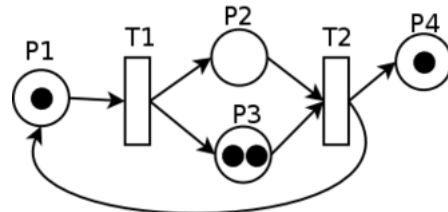
**Сети Петри** — математический аппарат для *моделирования* динамических дискретных систем. Впервые описаны *Карлом Петри* в 1962 году.

Сеть Петри представляет собой *двудольный ориентированный мультиграф*, состоящий из вершин двух типов — *позиций* и *переходов*, соединённых между собой дугами. Вершины одного типа не могут быть соединены непосредственно. В *позициях* могут размещаться *метки* (маркеры), способные перемещаться по сети.

Событием называют срабатывание перехода, при котором метки из входных позиций этого перехода перемещаются в выходные позиции.

События происходят мгновенно либо разновременно, при выполнении некоторых условий.

Сеть Петри есть мультиграф, так как он допускает существование кратных дуг от одной вершины графа к другой. Так как дуги являются направленными, то это ориентированный мультиграф. Вершины графа можно разделить на два множества (позиции и переходы) таким образом, что каждая дуга будет направлена от элемента одного множества (позиций или переходов) к элементу другого множества (переходов или позиций); следовательно, такой граф является двудольным ориентированным мультиграфом.



Пример сети Петри. Белыми кружками обозначены позиции, полосками — переходы, чёрными кружками — метки.

## Содержание

**История**

**Динамика сети Петри**

**Виды сетей Петри**

**Анализ сетей Петри**

**Универсальная сеть Петри**

**Бесконечные сети Петри**

**См. также**

**Примечания**

**Литература**

**Ссылки**

## История

Сети Петри разрабатывались для моделирования систем с параллельными взаимодействующими компонентами. Сети Петри впервые предложил *Карл Адам Петри*. В докторской диссертации «Связь автоматов» он сформулировал основные понятия теории связи асинхронных компонент вычислительной системы<sup>[1]</sup>.

## Динамика сети Петри

Процесс функционирования сети Петри может быть наглядно представлен графом достижимых маркировок. Состояние сети однозначно определяется её маркировкой — распределением фишек по позициям. Вершинами графа являются допустимые маркировки сети Петри, дуги помечены символом срабатывающего перехода. Дуга строится для каждого возбуждённого перехода. Построение прекращается, когда мы получаем маркировки, в которых не возбуждён ни один переход, либо маркировки, содержащиеся в графе. Отметим, что граф достижимых маркировок представляет собой автомат.

## Виды сетей Петри

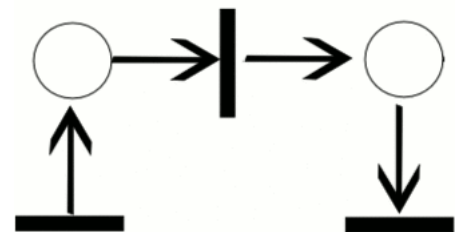
Некоторые виды сетей Петри:

- Временная сеть Петри — переходы обладают весом, определяющим продолжительность срабатывания (задержку).
- Стохастическая сеть Петри — задержки являются случайными величинами.
- Функциональная сеть Петри — задержки определяются как функции некоторых аргументов, например, количества меток в каких-либо позициях, состояния некоторых переходов.
- Цветная сеть Петри — метки могут быть различных типов, обозначаемых цветами, тип метки может быть использован как аргумент в функциональных сетях.
- Ингибиторная сеть Петри — возможны ингибиторные дуги, запрещающие срабатывания перехода, если во входной позиции, связанной с переходом ингибиторной дугой, находится метка.
- Иерархическая сеть — содержит не мгновенные переходы, в которые вложены другие, возможно, также иерархические, сети. Срабатывание такого перехода характеризует выполнение полного жизненного цикла вложенной сети.
- WF-сети

## Анализ сетей Петри

Основными свойствами сети Петри являются:

- ограниченность — число меток в любой позиции сети не может превысить некоторого значения  $K$ ;
- безопасность — частный случай ограниченности,  $K=1$ ;
- сохраняемость — постоянство загрузки ресурсов,  $\sum A_i N_i$  постоянна. Где  $N_i$  — число маркеров в  $i$ -той позиции,  $A_i$  — весовой коэффициент;
- достижимость — возможность перехода сети из одного заданного состояния (характеризуемого распределением меток) в другое;
- живость — возможность срабатывания любого перехода при функционировании моделируемого объекта.



Пример траектории в сети Петри.

В основе исследования перечисленных свойств лежит анализ достижимости. Методы анализа свойств сетей Петри основаны на использовании графов достижимых (покрывающих) маркировок, решении уравнения состояний сети и вычислении линейных инвариантов позиций и переходов. Применяются также вспомогательные методы редукции, позволяющие уменьшить размер сети Петри с сохранением её свойств, и декомпозиции<sup>[2]</sup>, разделяющие исходную сеть на подсети.

## Универсальная сеть Петри

В 1974 году Тилак Аджервала показал, что ингибиторная сеть Петри является универсальной алгоритмической системой. В монографии Котова В. Е. приведен набросок доказательства, указывающий правила кодирования ингибиторной сетью программы счетчикового автомата Минского. Питерсон Дж.

приводит примеры других расширенных классов сетей Петри, являющихся универсальной алгоритмической системой: синхронных и приоритетных. Построенная в явном виде универсальная сеть Петри<sup>[3]</sup> насчитывала несколько тысяч вершин и недавно была уменьшена до 56 вершин<sup>[4]</sup>.

## Бесконечные сети Петри

Бесконечные сети Петри были введены для верификации вычислительных решеток и позволяют определять свойства сетей Петри для регулярных структур (линейная, древовидная, квадратная, треугольная, шестиугольная и гиперкуб<sup>[5]</sup>) произвольного размера, полученных путём композиции типовых фрагментов.

## См. также

- Системы массового обслуживания
- Имитационное моделирование
- Модель акторов
- Конечный автомат

## Примечания

- Питерсон, 1984, стр. 11 «1.3. Зарождение теории сетей Петри».
- Зайцев Д. А. (<http://daze.ho.ua>) Композиционный анализ сетей Петри // Кибернетика и системный анализ. — 2006, № 1. — С. 143—154. (<https://dx.doi.org/10.1007/s10559-006-0044-0>)
- Зайцев Д. А. (<http://daze.ho.ua>) Универсальная сеть Петри, Кибернетика и системный анализ, № 4, 2012, с. 24-39. (<https://dx.doi.org/10.1007/s10559-012-9429-4>)
- Zaitsev D.A. (<http://daze.ho.ua>) Toward the Minimal Universal Petri Net, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, 2013, 1- 12. (<https://dx.doi.org/10.1109/TSMC.2012.2237549>)
- Зайцев Д. А. (<http://daze.ho.ua>), Шмелева Т. Р. Верификация коммуникационных структур гиперкуба параметрическими сетями Петри, Кибернетика и системный анализ, № 1, 2010, С. 119—128. (<https://dx.doi.org/10.1007/s10559-010-9189-y>)

## Литература

- Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. — М: Мир, 1984. — 264 с.
- Котов В. Е. Сети Петри. — М: Наука, 1984. — 160 с.
- Слепцов А. И., Юрасов А. А. Автоматизация проектирования управляющих систем гибких автоматизированных производств / Б. Н. Малиновский. — Киев: Техніка, 1986. — 160 с.
- Ачасова С. М., Бандман О. Л. Корректность параллельных вычислительных процессов. — Новосибирск: Наука, 1990. — 253 с.
- Мараховский В. Б., Розенблюм Л. Я., Яковлев А. В. Моделирование параллельных процессов. Сети Петри. Курс для системных архитекторов, программистов, системных аналитиков, проектировщиков сложных систем управления ([http://profliteratura.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=77:modelirovanie-parallelnykh-protsessov&catid=84&Itemid=645](http://profliteratura.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=77:modelirovanie-parallelnykh-protsessov&catid=84&Itemid=645)). - Санкт-Петербург: Профессиональная литература, АйТи-Подготовка, 2014. - 400 с.

## Ссылки

- Учебный курс МГТУ им. Баумана «Основы САПР. Моделирование». Сети Петри ([http://bigor.bmstu.ru/?cnt/?doc=110\\_Simul/3018.mod/?cou=110\\_Simul/base.cou](http://bigor.bmstu.ru/?cnt/?doc=110_Simul/3018.mod/?cou=110_Simul/base.cou)). Анализ сетей Петри ([http://bigor.bmstu.ru/?cnt/?doc=110\\_Simul/3019.mod/?cou=110\\_Simul/base.cou](http://bigor.bmstu.ru/?cnt/?doc=110_Simul/3019.mod/?cou=110_Simul/base.cou))
- Сети Петри ([http://www.iacp.dvo.ru/lab\\_11/otchet/ot2000/pn3.html#theory](http://www.iacp.dvo.ru/lab_11/otchet/ot2000/pn3.html#theory)) на сайте Института автоматизации и процессов управления.
- Исходные тексты (<http://www.pp-book.narod.ru/>) примеров программ, реализующих сети Петри и строго иерархические сети.

Источник — [https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Сети\\_Петри&oldid=93196850](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Сети_Петри&oldid=93196850)

---

**Эта страница в последний раз была отредактирована 10 июня 2018 в 03:44.**

Текст доступен по лицензии [Creative Commons Attribution-ShareAlike](#); в отдельных случаях могут действовать дополнительные условия.

Wikipedia® — зарегистрированный товарный знак некоммерческой организации [Wikimedia Foundation, Inc.](#)