



Моделирование функционирования систем **N-** **схем** и **A-схем**

План

- Структурный подход на базе N-схем
- Формализация на базе A-схем

- Характерной особенностью N -схем является то, что с их помощью можно моделировать процессы в системах S , в которых происходит последовательная смена дискретных состояний, в том числе если эта смена происходит при выполнении разнообразных условий. Таким образом, с использованием N -схем могут быть описаны системы S , относящиеся к разным классам: аппаратные, физические, программные, экономические и т. д. С помощью A -схем можно моделировать системы обобщенного агрегативного подхода.

Структурный подход на базе N-схем

- Применение аппарата *N-схем* позволяет осуществить структурный подход к построению имитационной модели системы *S*, при котором обеспечиваются наглядность модели, модульный принцип ее разработки (сборки), возможность перехода к автоматизированной интерактивной процедуре.
- Построение *N-схемы* происходит формально: состояниям системы соответствуют позиции *N-схемы*, событиям — переходы. Нанесем маркировку, соответствующую такому состоянию системы, при котором каналы свободны, операторы не заняты, в системе нет заказов (рис. 1.).

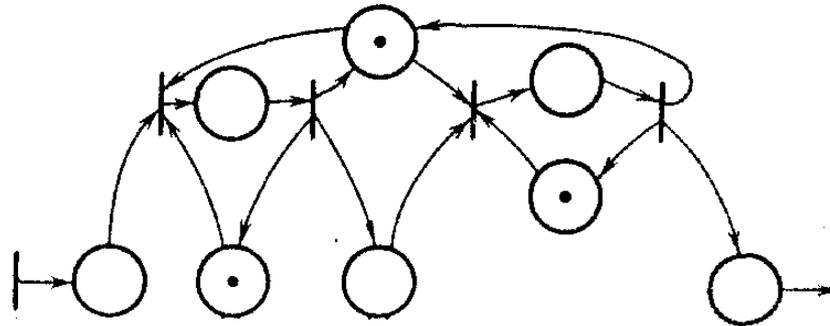


Рис. 1.

- Видно, что для выполнения каждого события (перехода) необходимо выполнение определенных условий. Эти условия в *N-схемах* (сетях Петри) называются *предусловиями*. Выполнение события может вызвать нарушение предусловий и привести к выполнению условий для совершения других событий — *постусловий*.
- Процесс моделирования заключается в последовательном вычислении маркировок, получающихся в результате выполнения событий (переходов). События, по которым нет предусловий, являются входами *N-схемы*. Каждый вход должен быть присоединен к модели, генерирующей запуск события в соответствии с условиями, определяемыми моделируемой реальностью. В частности, это может быть другая *N-схема*, моделирующая процесс появления этих событий.
- В *N-схемах* два или несколько разрушенных невзаимодействующих событий могут происходить независимо друг от друга, т. е. *N-схемам* и их моделям свойствен параллелизм, или одновременность. Синхронизировать события, пока этого не требует моделируемая система, нет нужды. Таким образом, *N-схемы* удобны для моделирования системы с распределенным управлением, в которых несколько процессов выполняются одновременно.
- Другая важная особенность *N-схем* — это их асинхронная природа. Внутри *N-схемы* отсутствует измерение времени. Для простоты обычно вводят следующее ограничение. Запуск перехода (и соответствующего события) рассматривается как мгновенное событие, занимающее нулевое время, а возникновение двух событий одновременно невозможно. Моделируемое таким образом событие называется *примитивным* (примитивные события мгновенны и неодновременны).
- *Непримитивными* называются такие события, длительность которых отлична от нуля. Любое непримитивное событие может быть представлено в виде двух примитивных событий: «начало непримитивного события», «конец непримитивного события» — и состояния (условия) «непримитивное событие происходит».

- Ранее упоминалось, что в N -схемах все разрешенные переходы срабатывают одновременно и независимо. Однако с помощью N -схем можно моделировать и такие системы S , в которых порядок запуска в разрешенных переходах имеет существенное значение. Ситуация, в которой невозможно одновременное выполнение двух разрешенных переходов, изображена на рис. 2., где два разрешенных перехода d_j и d_k находятся в конфликте. Может быть запущен только один из них, так как при запуске он удаляет метку из общего входа и запрещает другой переход.

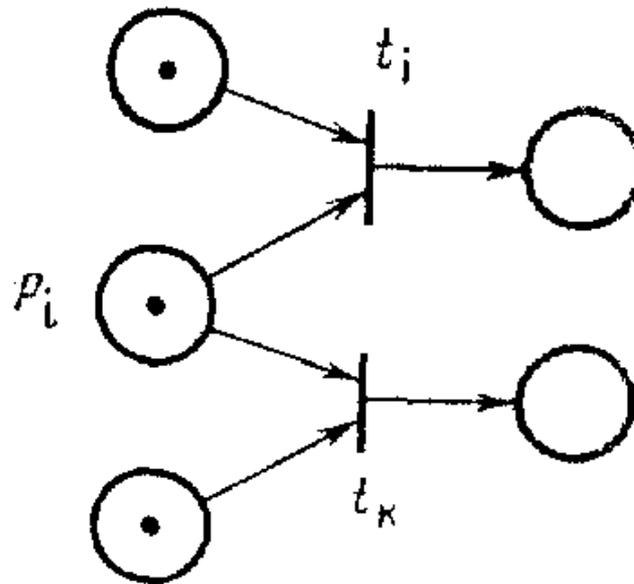


Рис. 2

- С использованием N -схем осуществляется структурный подход к построению имитационной модели, при котором обеспечиваются наглядность модели, модульный принцип ее разработки (сборки), возможность перехода к автоматизированной интерактивной процедуре проектирования.
- Еще большие возможности для моделирования сложных систем дают такие расширения N -схем, как E -сети, которые обозначим как N_E -схемы. В отличие от временных сетей в E -сетях определено дополнительно четыре типа переходов:
 - разветвление,
 - объединение,
 - управляемое разветвление,
 - приоритетное объединение.
- Одним из основных вопросов, который надо решить разработчику имитационной модели процесса, формализуемого на базе N -схем, является выбор языка программирования. Реализация модулей N_E -схем на машинно-ориентированном языке или же языках общего назначения позволяет снизить затраты машинного времени и оперативной памяти при моделировании систем, но при этом следует учитывать высокую трудоемкость разработки библиотеки моделирующих подпрограмм. Этот недостаток устраняется при использовании для моделирования системы S , формализованной на базе N -схем, языков имитационного моделирования.
- Программная реализация моделей систем S на базе расширенных N -схем (N_E -схем) более сложна по сравнению с программированием моделей на основе обычных сетей Петри. Для упрощения перехода к моделирующей программе рационально использовать языки имитационного моделирования.

Формализация на базе А-схем

- А-схемы представляются в виде кусочно-линейных агрегатов (КЛА) и позволяют описать достаточно широкий класс процессов дающих возможность построения на их основе не только имитационных, но и аналитических моделей. А-схемы рассматривается как объект, который в каждый момент времени характеризуется внутренними состояниями ; в изолированные моменты времени на вход агрегата A могут поступать входные сигналы , а с его выхода могут сниматься выходные сигналы . Класс КЛА выделяется с помощью конкретизации структуры множеств Z, X, Y , т. е. пространств состояний, входных и выходных сигналов соответственно, а также операторов переходов V, U, W и выходов G .
- Если мы хотим описать процесс функционирования прибора обслуживания как КЛА, то основное состояние будет соответствовать числу заявок в приборе (Π) [в накопителе (H) и канале (K)], а вектор дополнительных координат будет содержать информацию о длительности пребывания заявки, ее приоритетности и др., т. е. ту информацию, значение которой необходимо для описания процесса $z(t)$.
- Основные преимущества агрегативного подхода состоят в том, что в руки разработчиков моделей и пользователей дается одна и та же формальная схема, т. е. *А-схема*. Это позволяет использовать результаты математических исследований процессов, описывающих функционирование агрегативных систем, при создании моделирующих алгоритмов и их программной реализации на ЭВМ. В настоящее время имеются разработки математического обеспечения, в основу которого положен агрегативный подход. Но при этом у пользователя всегда должна оставаться свобода в переходе от концептуальной к формальной модели. Таким образом, имеется возможность многовариантного представления процесса функционирования некоторой системы S в виде модели M , построенной на основе *А-схем*.
- В основу моделирующего алгоритма *А-схемы* положен принцип просмотра состояний модели в моменты скачков, т. е. «принцип δz » («принцип особых состояний»). Работа такого блока сводится к выбору типа агрегата (A^E, A^K, A^H, L^P и A^C), для которого реализуется дальнейшее «продвижение» при моделировании.

- При агрегативном подходе возникают и некоторые трудности, связанные с организацией диалога пользователя с имитационной системой, так как представление моделируемой системы в виде *A-схемы* предполагает и структуризацию в соответствующем виде входных данных. Следовательно, пользователь, как и разработчик модели M_m должен владеть языком агрегативных систем для решения своих задач.
- В перспективе агрегативный подход создает основу для автоматизации машинных экспериментов. Такая автоматизация может полностью или частично охватывать этапы формализации процесса функционирования системы S , подготовки исходных данных для моделирования, планирования и проведения машинных экспериментов, обработки и интерпретации результатов моделирования. Процесс автоматизации моделирования будет постепенным и поэтапным. Решение задачи автоматизации создает перспективы применения моделирования в качестве инструмента для повседневной работы инженера системотехника в сфере проектирования и эксплуатации информационных систем, систем сбора и обработки информации, систем автоматизации проектирования, систем автоматизации научных исследований и комплексных испытаний и т. д.