

Дисциплина «Имитационное моделирование экономических процессов»

Специальность №08080165 «Прикладная информатика (в экономике)»

Институт информатики, инноваций и бизнес систем

Кафедра информатики, инженерной и компьютерной графики

Старший преподаватель Кийкова Е.В.

Тема 5 Модели массового обслуживания

СОДЕРЖАНИЕ

1. Ключевые понятия
2. Учебный материал
3. Вопросы для самопроверки
4. Рекомендуемая литература

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

- ◆ Входящий поток требований
- ◆ Дисциплина постановки в очередь
- ◆ Правила обслуживания
- ◆ Выходящий поток
- ◆ Дискретно-событийное моделирование
- ◆ Системы с одним устройством обслуживания
- ◆ Многоканальные системы массового обслуживания

Основные задачи лекции

- ◆ Раскрыть основные понятия, связанные с системами массового обслуживания (СМО).
- ◆ Рассмотреть основы дискретно-событийного моделирования СМО
- ◆ Рассмотреть виды СМО.

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

С системами массового обслуживания (СМО) мы встречаемся повседневно. Любому из нас приходилось когда-то ждать обслуживания в очереди (например, в магазине, на автозаправке, в библиотеке, кафе и т. д.). Аналогичные ситуации возникают при потребности воспользоваться телефонной связью или выполнить свою программу на компьютере. Более того, любое производство можно представить как последовательность систем обслуживания. К типичным системам обслуживания относят также ремонтные и медицинские службы, транспортные системы, аэропорты, вокзалы и другие.

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Особое значение приобрели такие системы при изучении процессов в информатике. Это, прежде всего, компьютерные системы, сети передачи информации, ОС, базы и банки данных. Системы обслуживания играют значительную роль в повседневной жизни. Опыт моделирования разных типов дискретных событийных систем свидетельствует о том, что приблизительно 80% этих моделей основаны на СМО.

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Что же характеризует эти системы как СМО? Такие системы можно описать, если задать:

- ◆ входящий поток требований или заявок, которые поступают на обслуживание;
- ◆ дисциплину постановки в очередь и выбор из нее;
- ◆ правило, по которому осуществляется обслуживание;
- ◆ выходящий поток требований;
- ◆ режимы работы.

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Входящий поток. Для задания входящего потока требований необходимо описать моменты времени их поступления в систему (закон поступления) и количество требований, которое поступило одновременно. Закон поступления может быть детерминированный (например, одно требование поступает каждые 5 мин) или вероятностный (требования могут появляться с равной вероятностью в интервале 5 ± 2 мин). В общем случае входящий поток требований описывается распределением вероятностей интервалов времени между соседними требованиями.

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Классическая теория массового обслуживания рассматривает так называемый пуассоновский (простейший) поток требований. Для этого потока число требований k для любого интервала времени распределено по закону Пуассона:

$$P_k(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}, k \geq 0, t \geq 0$$

где λ - интенсивность потока требований (число требований за единицу времени).

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Дисциплины постановки в очередь и выбора из нее определяют порядок постановки требований в очередь, если заняты устройства обслуживания, и порядок выбора из очереди, если освобождается обслуживающее устройство. Простейшая дисциплина допускает постановку в очередь в порядке поступления требований. Такую дисциплину называют **«раньше поступил - раньше обслужился»** (в англоязычной литературе FIFO First In-First Out), например, очередь к телефону-автомату.

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Организация очереди по правилу **«последний поступил - первый обслужился»** (в англоязычной литературе LIFO Last In-First Out) допускает, что на обслуживание выбираются последние требования из очереди. Это правило также называется **«стеком»** или **«магазином»**.

Правило выбора из очереди может быть *случайным* (RANDOM).

Возможна также организация выбора из очереди *по параметрам* (например, мужчины в очереди пропускают женщин вперед).

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

На очередь могут накладываться **ограничения по длине очереди или по времени пребывания в ней**. Например, если в очереди находится более трех требований, то новое требование, которое поступило, покидает систему; или, если время пребывания в очереди более двух минут, то требование покидает систему.

Очередь может быть с ограниченным количеством мест ожидания в ней - это так называемый **буфер** (например, бункер, в который поступают заготовки раньше, чем они будут обработаны станком).

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Правила обслуживания характеризуются длительностью обслуживания (распределением времени обслуживания), количеством требований, которые обслуживаются одновременно и дисциплиной обслуживания. Время обслуживания бывает детерминированным, или заданным вероятностным законом распределения.

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Обслуживание может организовываться с помощью одного устройства - это так называемые **системы с одним устройством (каналом) обслуживания** - или с несколькими идентичными устройствами обслуживания, например, если установлено несколько кабин с телефонами-автоматами. Системы с идентичными устройствами обслуживания называют **многоканальными системами**.

Устройства обслуживания могут быть объединены в последовательную цепочку. Это **многофазные системы обслуживания**, в которых требования последовательно проходят несколько фаз обслуживания, перед тем как покинуть систему.

Дисциплины обслуживания определяют:

- ◆ при каких условиях прекращается обслуживание требований;
- ◆ как выбирается для обслуживания следующее требование;
- ◆ что делать с частично обслуженным требованием.

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Различают дисциплины обслуживания **бесприоритетные** и **приоритетные**. При **бесприоритетном** обслуживании порядок обслуживания определяется дисциплиной выбора из очереди, например, FIFO.

При **приоритетном** обслуживании требованию задается некоторый параметр, который определяет его **приоритет**. Этот параметр может задаваться в числовом виде (*статический приоритет*) или в виде функции, которая зависит от времени пребывания в системе (*динамический приоритет*).

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Дисциплины обслуживания могут быть с относительными или абсолютными приоритетами.

Относительный приоритет предусматривает, что поступление требования с более высоким приоритетом не прерывает обслуживания менее приоритетного требования (обслуживание без прерывания). Из требований с одинаковыми приоритетами могут организовываться очереди.

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

При использовании *абсолютного приоритета* появление требования с более высоким приоритетом прерывает обслуживание менее приоритетного требования (обслуживание с прерыванием). Прерванные требования могут или оставлять систему обслуживания, или снова становиться в очередь для дообслуживания.

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Выходящий поток - это поток требований, которые покидают систему, причем требования в нем могут быть как обслуженные, так и не обслуженные. Структура выходящего потока может иметь большее значение для многофазных систем, где этот поток становится входящим для следующей фазы обслуживания. Распределение требований в выходящем потоке во времени зависит от плотности входящего потока и характеристик работы устройств обслуживания.

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

По практическим соображениям часто приходится изучать режимы работы СМО. Например, устройства обслуживания время от времени могут выходить из строя (режим отказа), в особенности, если с помощью этих систем описывается некоторый производственный или информационный процесс. Есть еще один режим – блокирование обслуживания, - который связан с временным прерыванием процесса обслуживания или с замедлением его.

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Для СМО любого вида справедлив закон Литтла: для любого распределения времени между двумя событиями поступления требований, любого распределения времени их обслуживания, любого количества устройств обслуживания и любой дисциплины обслуживания среднее количество требований \bar{N} в СМО определяется через интенсивность поступления и среднее время пребывания требований в системе T , то есть:

$$\bar{N} = \lambda T$$

Основы дискретно-событийного моделирования СМО

Определим основные понятия и термины, используемые, в моделировании.

Система - множество объектов (например, людей и машин), которые взаимодействуют одновременно для достижения одной или большего количества целей.

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Модель - абстрактное представление системы, обычно содержит структурные, логические или математические отношения, которые описывают систему в терминах состояний, объектов и их свойств, множеств, процессов, событий, действий и задержек.

Состояние системы - множество переменных, которые содержат всю информацию, необходимую для описания свойств системы в любое время.

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Объект - любой элемент или компонент в системе, который должен быть представлен в модели в явном виде (например, обслуживающее устройство, клиент, машина).

Свойство или **атрибут** - свойства данного объекта (например, приоритет ожидающего клиента, маршрут процесса выполнения работ в цеху).

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Список - множество (постоянное или временное) связанных объектов, упорядоченное некоторым логическим способом (например, все клиенты, находящиеся в настоящее время в очереди ожидания, упорядочены по принципу «раньше прибыл, раньше обслужился» или по приоритету).

Событие - мгновенно возникающее изменение состояния системы (например, прибытие нового требования).

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Уведомление о событии - запись события, которое произойдет в потоке событий или в некотором будущем времени наряду с любыми связанными данными, необходимыми для обработки события (запись всегда включает тип события и время события).

Список событий - список намеченных будущих событий, упорядоченных по времени возникновения, известный также как список будущих событий (СБС).

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Действие - продолжительность времени указанного промежутка (например, время обслуживания или время между поступлениями заявок), для которого известно, когда оно начинается и заканчивается (хотя оно может быть определено в терминах статистического распределения).

Задержка - продолжительность времени неопределенного промежутка, для которого неизвестно заранее, когда он заканчивается (например, задержка клиента в очереди по правилу «последний пришел - первый обслужился», так как начало обслуживания зависит от будущих поступлений).

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Модельное время - неотрицательная возрастающая величина, отражающая течение времени в имитационной модели.

Часы - переменная, отражающая протекание времени моделирования, называется в примерах ЧАСЫ (CLOCK).

Дискретно-событийное моделирование - моделирование системы в дискретные моменты времени, когда происходят события, отражающие последовательность изменения состояний системы во времени. В дальнейшем такое моделирование будем называть имитационным. Рассматриваемые здесь системы динамические, то есть изменяются во времени. Поэтому состояние системы, свойства объекта и число активных объектов, параметров, действий и задержек - все они функции времени и постоянно изменяются в процессе моделирования.

Системы с одним устройством обслуживания

Рассмотрим одноканальную (с одним устройством обслуживания) СМО, показанную на рис. 1.

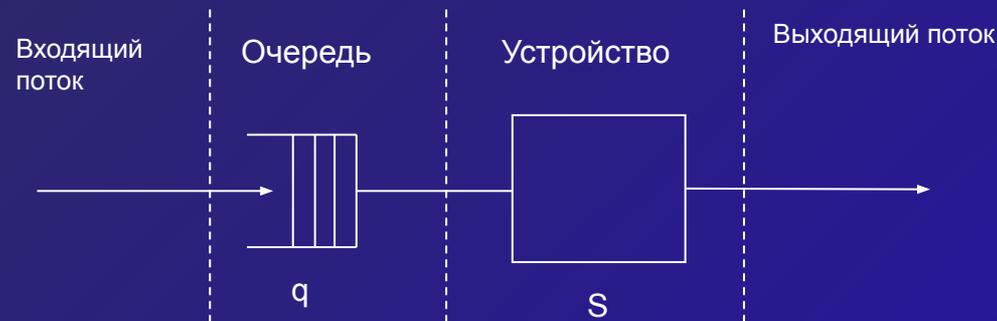


Рисунок 1 - Одноканальная СМО

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Для обозначения СМО используются три параметра: $X/Y/Z$, где X - распределение времени поступления; Y - распределение времени обслуживания; Z - число обслуживающих устройств.

В теории СМО некоторые аналитические решения были получены для систем вида $D/D/1$, $M/M/1$ и $M/G/1$. Для других значений параметров систем обслуживания аналитические решения не были получены, то есть эта проблема мотивирует использование моделирования.

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Самая известная модель - это так называемая СМО типа $M/M/1$, где M - марковские процессы распределения времени поступления и обслуживания с одним устройством. Например, в системе $M/M/1$ время между двумя поступлениями в систему требований и время обслуживания имеют экспоненциальные распределения. Такая СМО иногда используется как модель для одного процессора компьютерной системы или как стандартное устройство ввода-вывода (например, магнитный диск).

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Система $D/D/1$ - детерминированная система, тогда как $D/M/1$ - смешанная. Если о системе мало известно, это обозначается как $G/G/m$, то есть система с произвольными распределениями и m устройствами.

Многоканальные системы массового обслуживания

Многоканальная СМО (с несколькими одинаковыми устройствами обслуживания) изображена на рис. 2. В отличие от одноканальных СМО многоканальные системы рассчитать сложнее. Теория массового обслуживания позволяет получать аналитические зависимости для расчетов характеристик работы многоканальных СМО в стационарном режиме работы, однако, эти зависимости можно получить только для системы $M/M/m$.

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

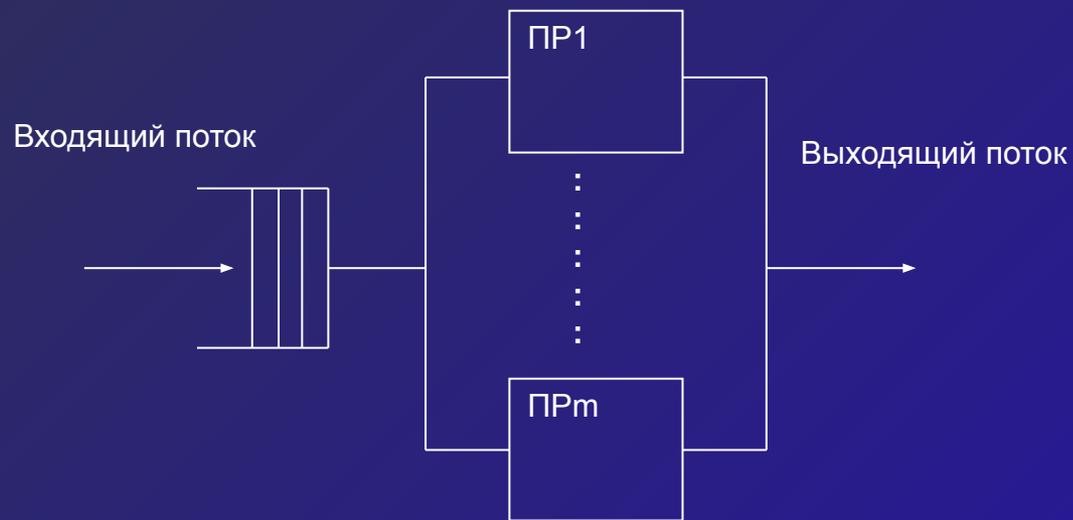


Рисунок 2 - Многоканальная СМО

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

- ◆ Дайте определение понятиям: СМО, входящий поток, выходящий поток.
- ◆ Правила обслуживания.
- ◆ Дисциплины постановки в очередь и выбора из неё.
- ◆ Дайте определение основным понятиям дискретно-событийного моделирования СМО.
- ◆ Классификация видов СМО.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ◆ Гультяев А.К. Имитационное моделирование в среде Windos. – СПб.: КОРОНА принт, 2001. – 400 с.
- ◆ Кийкова Е.В., Лаврушина Е.Г. Имитационное моделирование экономических процессов. Учебное пособие.- Владивосток: ВГУЭС, 2007. -128 с.
- ◆ Томашевский В.Н., Жданова Е.Г. Имитационное моделирование в среде GPSS. – М.: Бестселлер, 2003. – 416 с.
- ◆ Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. Учебник для ВУЗов. - М.: Высшая школа, 2001.-344 с.

Использование материалов презентации

Использование данной презентации, может осуществляться только при условии соблюдения требований законов РФ об авторском праве и интеллектуальной собственности, а также с учетом требований настоящего Заявления.

Презентация является собственностью авторов. Разрешается распечатывать копию любой части презентации для личного некоммерческого использования, однако не допускается распечатывать какую-либо часть презентации с любой иной целью или по каким-либо причинам вносить изменения в любую часть презентации. Использование любой части презентации в другом произведении, как в печатной, электронной, так и иной форме, а также использование любой части презентации в другой презентации посредством ссылки или иным образом допускается только после получения письменного согласия авторов.