

## Исследование экономических систем массового обслуживания с использованием компьютерных тренажеров с WEB-интерфейсом

© 2009 А.Ф. Рогачев

доктор технических наук, профессор

Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия

© 2009 Д.А. Зотов

Волгоградский колледж газа и нефти ОАО “Газпром”

Рассмотрено создание и применение компьютерных модельных тренажеров для исследования экономических систем массового обслуживания (СМО) при обучении и переподготовке менеджеров. Тренажеры разработаны на базе алгоритмических экономико-математических моделей СМО и оснащены созданным на основе гипертекстовых технологий WEB-интерфейсом для коллективного дистанционного использования.

*Ключевые слова:* гипертекстовые технологии, виды систем массового обслуживания, управляющие воздействия, имитационное моделирование.

“Экономика знаний”, которая воспринималась как отдаленное будущее, начинает приобретать реальные очертания. Модельная поддержка изучения экономической теории и других базовых дисциплин, реализуемая на основе экономико-математических моделей, использует аппарат высшей математики, математической статистики, эконометрики. Применение экономико-математических моделей и методов позволяет глубже и нагляднее освоить содержание и методологию экономической науки в целом.

Математические модели систем массового обслуживания (СМО) широко применяются в экономике и управлении для описания различных процессов, связанных с обработкой потоков заявок на обслуживание различных видов: материальных, финансовых, информационных. В качестве объектов обслуживания в СМО могут быть представлены различные процессы функционирования экономических, производственных, технических и других систем, например потоки товаров, потоки продукции, потоки деталей, потоки клиентов и т. п.

В процессе создания компьютерной алгоритмической модели содержательное описание реального процесса преобразуется в формальный алгоритм с использованием различных математических моделей следующих основных видов: непрерывно-детерминированных (D-схемы); дискретно-детерминированных (F-схемы); дискретно-стохастических (P-схемы); непрерывно-стохастических (Q-схемы).

Множество видов СМО подразделяется по числу каналов обслуживания СМО (одноканальные и многоканальные); по числу фаз или последовательно соединенных агрегатов (однофаз-

ные и многофазные); по виду приоритета СМО (системы со статическим приоритетом, обслуживание заявок в порядке поступления; системы с динамическим приоритетом). При моделировании и исследовании необходимо учитывать как относительный приоритет (заявка высокого приоритета ожидает окончания обслуживания заявки с более низким приоритетом), так и абсолютный приоритет (заявка высокого приоритета при поступлении немедленно вытесняет заявку с более низким приоритетом). При этом возможен и смешанный приоритет, когда заявка с низшим приоритетом обслуживалась в течение некоторого промежутка времени (меньше критического) с использованием абсолютного приоритета, а при его превышении - с использованием относительного приоритета.

В системе профессиональной подготовки и переподготовки управленческих кадров модель СМО может описывать, в частности, поток заявок для формирования групп, поступающих к управленческому звену, которое принимает решение о приеме заказа на профессиональную переподготовку и формирование целевых групп специалистов. В системе дополнительного образования заказы могут иметь различные приоритеты, в частности, поступать и от вышестоящей организации, а также особенности, которые необходимо учитывать при принятии управленческого решения. Аналогичные ситуации могут возникать при работе менеджеров или структурных подразделений различного уровня.

Эффективность интерактивного режима обучения может быть существенно повышена за счет применения компьютерных модельных тренажеров (МТ), в основу которых положены алгорит-

мические модели изучаемых экономических явлений и процессов, характеризующихся значительным количеством влияющих факторов и их стохастической природой, сложной внутренней структурой и часто опосредованным управлением. Использование алгоритмических моделей позволяет в процессе обучения наглядно проанализировать сложнейшие экономические взаимосвязи и обоснованно получать ответы на вопросы типа “что будет, если...”. При этом появляется возможность для обучаемых в режиме реального времени наблюдать за поведением моделируемой экономической системы, которое меняется в зависимости от изменения управляющих переменных, и самим, в частности дистанционно, исследовать реакцию модели на управляющие воздействия с учетом заданных заранее параметров.

Построение и реализацию компьютерных МТ рассмотрим на примере управленческой СМО, моделирующей принятие решения звеном управления в системе подготовки менеджеров. Пусть система является двухканальной (заведующий отделением и заведующий учебной частью) и двухфазной, при этом вторая фаза определяется принятием управленческого решения на уровне высшего руководства учебным заведением (см. рисунок).

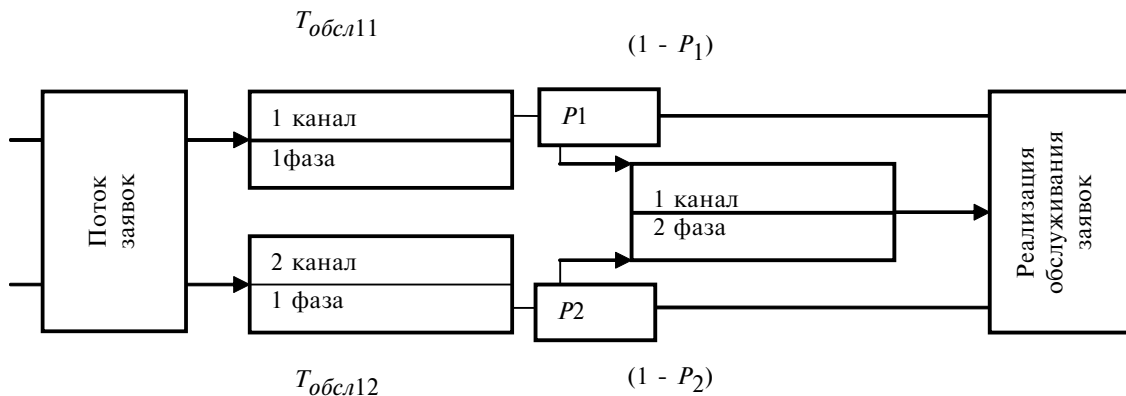


Рис. Схема функционирования моделируемого звена управления

В качестве математической модели можно принять двухканальную двухфазную СМО с неограниченным ожиданием. Во вторую фазу первого канала передаются не все заявки, а некоторая их часть, принятие решения по которым на первой фазе невозможно. Вторая фаза второго канала отсутствует.

Предполагается, поток заявок является простейшим, а время между приходом заявок имеет показательное распределение. В качестве входных величин учитываются интенсивность и среднее время обслуживания каждой фазы рассматриваемых

каналов. Время ожидания в рассматриваемой модели можно принять неограниченным.

Управляющими параметрами (или переменными управления) в модели будут доли  $P_1$  и  $P_2$  для первого и второго каналов, управленческое решение по которым принимается на второй фазе. Выходными характеристиками будут относительные величины трудозатрат каждого из участников управленческой деятельности.

Разработанный компьютерный тренажер “Моделирование двухфазной системы массового обслуживания с учетом приоритета заявок” (Свидетельство о государственной регистрации № 2008615184), может быть использован в учебно-исследовательских целях для обоснования оптимальных параметров системы. Алгоритм включает в себя следующие процедуры:

- формирование заявок,
- обслуживание однородных заявок,
- разделение потока заявок,
- процедура обслуживания заявок низшего приоритета в присутствии заявок высшего приоритета.

Моделируемая система представляет собой двухфазную и двухканальную СМО с неограниченным временем обслуживания заявок с различными приоритетами. Поток посетителей 1-го приоритета поступает в 1-ю фазу 1-го канала.

Поток является простейшим со средним временем между заявками  $T_{з ср1}$ . Время обслуживания заявки имеет показательное распределение со средним временем обслуживания  $T_{обсл11}$ .

Далее поток заявок разделяется на два потока. С вероятностью  $P_1$  заявка поступает во 2-ю фазу 1-го канала, а с вероятностью  $(1 - P_1)$  покидает систему обслуженной.

Время обслуживания заявок 1-го приоритета во 2-й фазе 1-го канала имеет показательное распределение со средним временем обслуживания  $T_{обсл21}$ .

Поток посетителей 2-го приоритета поступает в 1-ю фазу 2-го канала. Поток является простейшим со средним временем между заявками  $T_z \text{ ср}2$ . Время обслуживания заявки имеет показательное распределение со средним временем обслуживания  $T_{\text{обсл}12}$ .

Далее поток заявок разделяется на два потока. С вероятностью  $P_2$  заявка поступает во 2-ю фазу 1-го канала, а с вероятностью  $(1 - P_2)$  покидает систему обслуженной.

Время обслуживания заявок 2-го приоритета во 2-й фазе 1-го канала имеет показательное распределение со средним временем обслуживания  $T_{\text{обсл}22}$ .

Система обслуживания предусматривает неограниченность ожидания для всех заявок и абсолютное превосходство заявок 1-го приоритета по отношению к заявкам 2-го приоритета. Это означает, что при поступлении заявки 1-го приоритета во 2-ю фазу 1-го канала обслуживание заявки 2-го приоритета прерывается, но затем может продолжаться после окончания обслуживания заявки 1-го приоритета и освобождения канала. Количество прерываний не ограничено.

Время окончания функционирования системы  $T_{\text{fin}}$  задано.

В процессе проведения имитационного моделирования с использованием датчика случайных чисел проверяется ряд логических условий, характеризующих исследуемую СМО. В частности, логическое условие, при котором система начала обслуживать заявку 2-го приоритета, но до окончания расчетного периода поступила заявка 1-го приоритета, вытесняющая обслуживаемую, имеет вид

$$[T_{nj}(2) < T_{ki}(1)] \text{ и } [T_{ni}(1) < T_{kj}(2)],$$

$$(i = 1, N_{z_{21}}),$$

где  $T_{kj}(2)$  - время начала обслуживания  $j$ -й заявки второго приоритета.

Если приведенное условие выполняется для любой комбинации переменных  $T_{nj}(2)$ ,  $T_{kj}(2)$ ,  $T_{ki}(1)$ ,  $T_{ni}(1)$ , то процесс обслуживания заявки второго приоритета откладывается до момента освобождения канала обслуживания.

Показателем, характеризующим процесс функционирования системы, является относительное время занятости каждой фазы каждого канала по отношению к периоду функционирования. В качестве критерия оптимальности примем минимум различия относительных трудозатрат для первых фаз каждого канала и второй фазы.

Переменными управления являются величины  $P_1$  и  $P_2$ , которые могут принимать значения в интервале  $(0,1)$ . Оптимальный режим работы характеризуется сочетанием значений  $P_1$  и  $P_2$ , при которых относительное время занятости для

первых фаз каждого канала и второй фазы практически одинаково.

Особенностью разработанного МТ является использование Web-интерфейса на основе гипертекстовых технологий (ГТТ), обеспечивающего возможность использования МТ в составе локальных или глобальных вычислительных сетей, что предполагает новые технологии коллективного взаимодействия менеджеров в процессе целевых тренингов<sup>1</sup>.

Для организации Web-интерфейса обычно используются клиент-серверные технологии, предполагающие разделение функций отображения данных и диалога с пользователем, с одной стороны, и хранения и обработки данных, с другой стороны, между клиентом и сервером.

Существуют понятия “тонкий” и “толстый” клиент, при этом “толщина” клиента характеризует степень переноса функциональности сервера на сторону клиента. Тогда “тонким” клиентом является бездисковая рабочая станция без возможности долговременного хранения данных, а “толстым” - клиентская машина, хранящая часть БД или производящая обработку данных и реализацию бизнес-логики БД (см. таблицу)<sup>2</sup>.

Средства реализации активности на стороне клиента можно разделить на три группы:

1) скриптовые языки (*JavaScript*, *JScript*, *VBScript*, *ActiveScript*, апплеты *Java*), при этом через *web*-браузер клиента исходный код скрипта запрашивается на *web*-сервере, передается клиенту, интерпретатор языка выполняет скрипт и результат отображается в окне *web*-браузера клиента;

2) элементы управления *ActiveX*. При открытии *web*-страницы, содержащей *ActiveX*, проверяется, установлена ли на клиентской машине запрашиваемая версия элемента управления. В противном случае *ActiveX* загружается с *web*-сервера, устанавливается на клиентской машине и запускается;

3) отдельное приложение (программа, разработанная на C++, Object Pascal, Visual Basic или другом языке программирования). Пользователь получает дистрибутив, устанавливает на клиентской машине и при необходимости запускает программу.

Существует перспективный подход к созданию клиентской части распределенного приложения с использованием скриптов, называемый

<sup>1</sup> *Рогачев А.Ф., Зотов Д.А.* Инфокоммуникационные технологии использования модельных тренажеров при подготовке экономистов // Экон. вестн. Ростов. гос. ун-та. Ростов н/Д, 2007. № 2. Ч. 2. С. 257-260.

<sup>2</sup> *Гагарин А.Г.* Эффективность корпоративных сетей в АПК на основе Интернет-технологий // Вестн. АПК. 2003. №12. С. 12-13.

Параметры вариантов реализации клиента ИС

Параметр	"Тонкий" клиент	"Толстый" клиент
Аппаратное обеспечение	Бездисковая рабочая станция, устаревшие, <i>low-end</i> ПК	<i>Mainstream, hi-end</i> ПК, сервер начального уровня
Системное ПО	Работа в терминальном режиме, клиентские ОС	Клиентские ОС, серверные ОС
Средства реализации активности на стороне клиента	<i>JavaScript, JScript, VBScript, ActiveScript</i> , апплеты <i>Java</i>	<i>JavaScript, JScript, VBScript, ActiveScript</i> , апплеты <i>Java</i> , элементы управления <i>ActiveX</i> , специальная программа

*AJAX* (от *Asynchronous JavaScript + XML*, <http://ajaxphp.packtpub.com>). *AJAX* - это объединение нескольких самостоятельных технологий, совместное использование которых позволяет поднять *web*-программирование на качественно новый уровень.

Для реализации подходов *AJAX* необходимо использовать:

- стандартные средства отображения страниц, такие как *XHTML* и *CSS*;
- динамические средства отображения информации и взаимодействия с пользователем - *Document Object Model* ;
- стандарты обмена данными и их обработки - *XML* и *XSLT* ;
- механизмы асинхронной передачи данных с сервера с помощью *XMLHttpRequest* ;
- язык для написания *AJAX*-движка - *JavaScript*.

*AJAX*-движок загружается при открытии *web*-страницы, и дальнейшее взаимодействие клиента с сервера происходит через него с использованием асинхронных *XMLHttpRequest*. При запросе новых данных с сервера не требуется загрузка новой *web*-страницы, а требуемые данные передаются *AJAX*-движку, отвечающему за их корректное отображение в окне браузера на клиентской машине.

*AJAX* позволяет при открытии *web*-страницы после загрузки ее интерфейса в дальнейшем обмениваться с сервером только данными, необходимыми для наполнения этого интерфейса.

Таким образом, стандартный подход к разработке *web*-страниц с использованием языка *HTML* предпочтителен только при создании простых (небольшое количество и малый объем страниц) модельных тренажеров и ограниченности сроков разработки.

Для реализации активности на стороне сервера (например, удаленная работа с БД) могут быть использованы стандартные средства и расширения сервера (*ASP, PHP, Perl, IDC/HTX* страницы) или созданы собственные расширения сервера - *CGI*-программы или *ISAPI/NSAPI*-библиотеки (*DLL*).

Использование рассмотренных гипертекстовых технологий обеспечивает появление новых, синергетических эффектов, возникающих при разработке и использовании *MT*.

Основные преимущества использования *Web*-интерфейса для обучающее-контролирующих *ПС*:

- удобства размещения на серверах и использования в составе *ЛВС* учебных аудиторий;
- возможность непосредственного размещения в глобальной сети *Internet* для дистанционного обучения;
- инвариантность к операционной системе, независимость от типа используемого браузера;
- возможность реализации интерактивного коллективного режима в процессе обучения и контроля.

Таким образом, использование гипертекстовых технологий, обеспечивающих реализацию *Web*-интерфейса модельных тренажеров, позволяет создать гибкие обучающе-контролирующие системы, технология применения которых помогает сделать процесс интерактивного обучения более наглядным и активным. Это в значительной мере относится к сложным социально-экономическим системам и процессам, математические и алгоритмические модели которых являются громоздкими и многопараметрическими, а внутренние связи - неявными и сложными для изучения и исследования.

Поступила в редакцию 06.07.2009 г.