

А. В. Шубин

КЛАССИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ ОБСЛУЖИВАНИЯ КЛИЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Выделены часто встречающиеся на практике модели поведения клиентов информационных систем. Подробно рассмотрена модель, когда клиентам необходимо получить комплексное обслуживание. Полученные результаты могут быть полезны при проектировании и анализе работы информационных систем.

Введение

Любая деятельность человека в глобальном смысле связана с обработкой информации. Но для того чтобы обработать информацию, ее нужно получить, поэтому наличие информационной системы (ИС) является необходимым. Ежедневно всем нам необходима информация и информационные услуги, в связи с чем все мы регулярно становимся клиентами информационных систем. Это могут быть самые различные ИС, но объединяет их то, что они являются системами обслуживания. Рассматривая понятие ИС, мы практически не будем касаться самой информации, но будем говорить о фундаментальных объектах и свойствах любой системы обработки информации – это пользователи или клиенты, кто информацию получает (являются внешними по отношению к ИС); обслуживающие места или приборы (являющиеся внутренними по отношению к ИС, и часто с ней отождествляются). Помимо разнообразных свойств внутренних объектов ИС, нас интересуют собирательные свойства качества ее работы, значительно меняющиеся от выбранных объектов и их свойств (удовлетворительность, скорость, пропускная способность и т. д.). По сути, ИС обслуживают требования пользователей. Ими могут быть клиенты в банке, покупатели в магазине, посетители интернет-кафе и т. д. Прежде чем начать работать, любая ИС должна быть тщательно спроектирована и построена. С точки зрения проектирования и администрирования ИС крайне важно знать поведение ее клиентов. От этого зависят и потоки запросов в ИС, и загрузка оборудования, и, естественно, время получения ответов на запросы (те самые свойства качества работы ИС). Простой пример, если количество запросов к системе превышает ее пропускную способность, то может образоваться очередь запросов на обслуживание. Иначе говоря, приходится ждать перед получением доступа в систему, и здесь возможны разнообразные алгоритмы поведения клиентов. Эти алгоритмы мы будем называть *модели обслуживания клиентов ИС*. В данной работе были выделены наиболее часто встречающиеся модели обслуживания клиентов ИС, рассмотрен случай многосложного запроса к ИС. Под таким запросом понимается такой, где обязательно необходимо получить информацию из нескольких источников в пределах одной ИС.

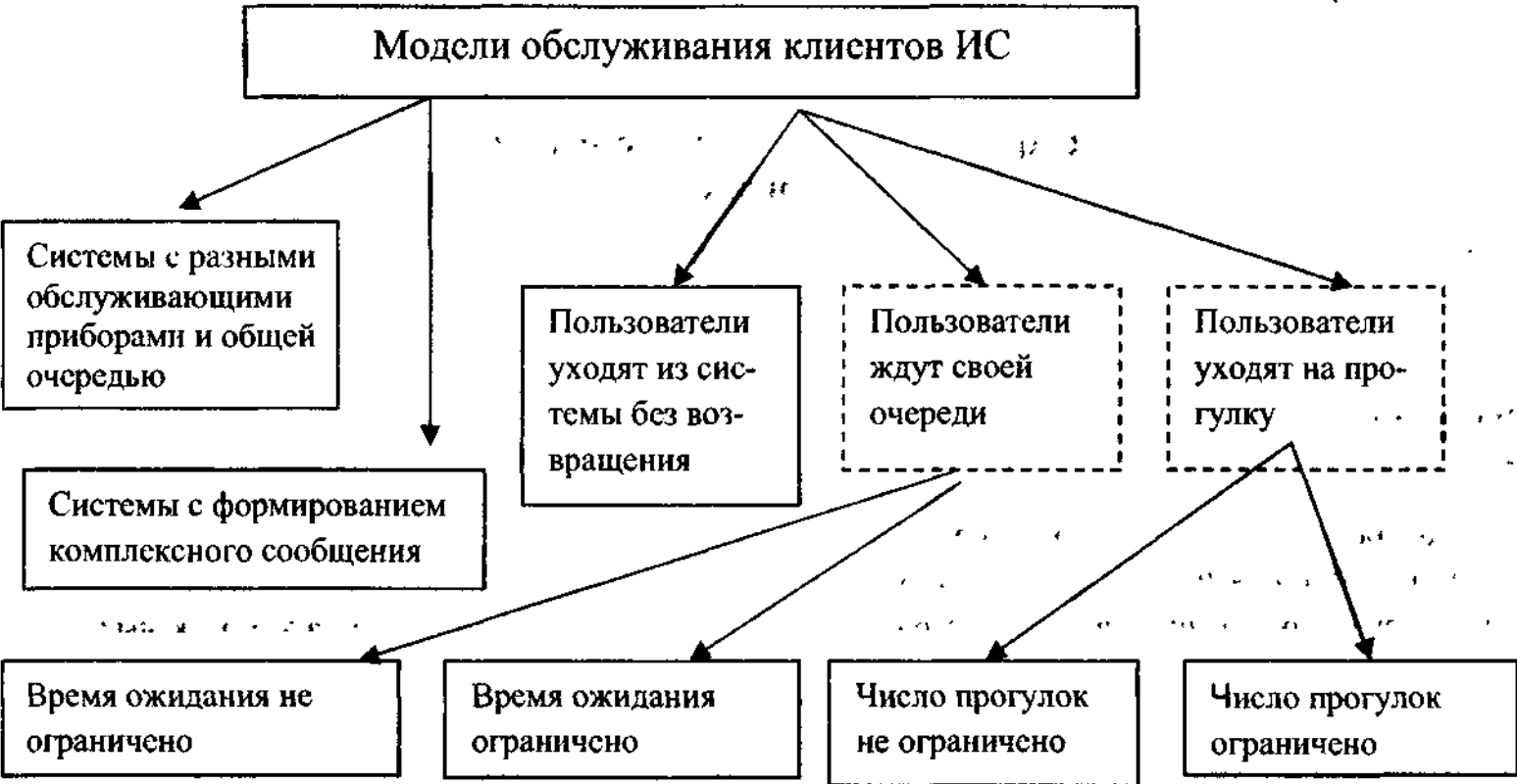
Постановка задачи

В зависимости от рассматриваемой модели обслуживания администраторам и проектировщикам требуется определять различные характеристики. Если клиенты становятся в очередь, то необходимо знать хотя бы среднюю длину очереди. Если же клиенты не становятся в очередь, а покидают систему (отказ в обслуживании), то необходимо знать, например, интенсивность отказов и т. д. Таким образом, от модели обслуживания зависит необходимый для рассмотрения проектировщику набор параметров ИС. Этот набор уже

сам по себе дает некоторую информацию об ИС, но, кроме того, часто позволяет определить эффективность ее работы. В общем случае эффективность работы ИС есть функция ее параметров, и дальнейшая работа проектировщика или администратора заключается в повышении эффективности ИС. Результатом их работы будет определение оптимальных значений изменяемых параметров, обеспечивающих наилучшую эффективность. Кроме того, однако, сам выбор модели обслуживания клиентов также является задачей проектировщика: необходимо подобрать модель по возможности наиболее четко отображающую реальную картину. Но анализ этой части выходит за рамки данной работы, в которой мы делаем акцент на описание различных моделей обслуживания клиентов, и рассматриваем более детально нередкий случай многосложного запроса.

Методы анализа моделей обслуживания клиентов ИС

Для анализа моделей обслуживания клиентов ИС (см. рисунок) оказалось очень удобно применять аппарат теории массового обслуживания (ТМО) (или иначе, теории очередей). В таком случае ИС представляется как система массового обслуживания (СМО) с обслуживающими приборами и входящим потоком заявок (говоря об односложных запросах). Характеристиками являются определяющие параметры СМО: входящий поток заявок, структура системы (число и типы обслуживающих приборов, наличие и емкости накопителей перед всеми приборами в целом и/или отдельными из них), времена обслуживания на приборах, дисциплины обслуживания на приборах (процесс распределения заявок между приборами, формирования очередей, выбора заявок из очереди на обслуживание) и т. д. В зависимости от анализируемой модели меняется и набор характеристик СМО (параметров соответствующей ИС), поэтому будем указывать для каждой описываемой модели обслуживания, какие типы СМО можно использовать для анализа соответствующих ИС. Наше рассмотрение будет состоять из двух частей. В первой рассматриваются односложные запросы к ИС, и на основе поведения пользователей в случае недоступности свободной пропускной емкости производится классификация моделей обслуживания клиентов ИС. Во второй части рассматривается два случая многосложных запросов к ИС, в частности таких, когда необходимо получить информацию из нескольких источников в пределах одной ИС, т. е. в терминах ТМО, обязательно обслужиться на нескольких приборах СМО.



Модели обслуживания клиентов ИС

Основой для рассмотрения нам служит следующая СМО. Система состоит из N одинаковых приборов (мест обслуживания), которые обслуживают поступающие заявки (поступающих клиентов). Поток заявок пуассоновский с параметром λ . Заявки обслуживаются в порядке общей очереди. Укажем теперь наиболее часто встречающиеся модели поведения клиентов, в случае, когда все обслуживающие места заняты. В каждом случае, где возможно, будем указывать функцию качества работы системы.

- Клиент ИС, не застав свободных мест для обслуживания, покидает систему и не возвращается в нее. Для анализа можно использовать СМО типа $M/G/n$ с потерями. Некоторые частные случаи (например, $M/M/n$ и $M/G/0$) исследованы в [1].
- Каждый клиент, не заставший свободных мест для обслуживания, не становится в очередь, но не совсем покидает систему, а уходит на «прогулку», длительность которой есть случайная величина. По окончании «прогулки», если он вновь застанет очередь, опять уходит на случайное время, и так до тех пор, пока по возвращении он не получит обслуживания. Для случая $M/M/n$ ранее была получена система производящих функций, приведенная к системе линейных ОДУ в матричной форме, и позволяющая находить стационарные вероятности. Для анализа можно использовать СМО типа $M/G/n$ с повторными заявками. Случай $M/M/1$ исследован в [1].
- Клиент ИС, не застав свободных мест для обслуживания, покидает систему на «прогулку», но через некоторое время возвращается и снова пытается обслужиться, только теперь число «прогулок» ограничено. Как и раньше, для анализа можно использовать СМО типа $M/G/n$ с повторными заявками с ограничением на число повторов.
- Клиент, не застав свободных мест для обслуживания, становится в очередь и ждет, пока не обслужится. Классическая система без потерь. Для анализа можно использовать СМО типа $M/G/n/\infty$ частично исследованную в [1].
- Как и в предыдущем случае, клиент становится в очередь, только ожидание в очереди ограничено. То есть если по истечении некоторого времени не наступит очередь клиента обслуживаться, он уходит из системы. Для анализа можно использовать СМО типа $M/G/n/\infty$ с ограниченным временем ожидания.
- Случай, когда места для обслуживания не одинаковы. Тогда в системе образуется общая очередь к различающимся местам обслуживания. Причем клиент занимает первое освободившееся место, что не гарантирует того, что он обслужится раньше клиентов, стоящих за ним в очереди. Для анализа можно использовать многолинейные ассиметричные СМО [4].
- Бывает также случай, когда места для обслуживания не одинаковы по типу обслуживания. Тогда к каждому может образоваться своя очередь, и, кроме того, клиенту, необходимо получить обслуживание на каждом приборе. Пришедший в систему клиент, в таком случае занимает несколько очередей и/или переходит из одной очереди в другую. Для анализа можно использовать СМО фазового типа [1].

Система уравнений для модели с формированием комплексного сообщения

В работе исследована модель СМО с групповым поступлением сообщений. Рассматривается случай, когда число мест для ожидания поступающим сообщениям комплексирования ограничено. Состав комплексного сообщения задается вектором $(1, 1)$. Число мест ожидания для сообщений первого и второго потока одинаково и равно K . Поступающие сообщения, заставшие все места для ожидания занятыми, теряются. Комплексные сообщения мгновенно покидают очередь. Можно привести следующий пример ИС, проектируемой на данную СМО. Допустим в ИС существует два обслуживающих прибора разного типа и с разными характеристиками. Запрос, попавший в ИС, должен по одному разу (в данном случае) обслужиться на каждом приборе, только после этого он покидает систему.

Входящие потоки считаем пуассоновскими, с параметрами $\lambda_1 > 0$ и $\lambda_2 > 0$. Под состоянием очереди понимается число сообщений первого и второго потоков, которые не вошли в состав комплексных сообщений. Возможны следующие состояния очереди: $(0, 0)$, $(0, 1)$, ..., $(0, K)$, $(1, 0)$, ..., $(K, 0)$. Обозначим вероятность состояния очереди (i, j) в момент t как $p_{ij}(t)$.

Полученные значения будут:

$$p_{j0} = (\lambda_1 / \lambda_2)^j \frac{(\lambda_1 / \lambda_2)^{K+1} - (\lambda_1 / \lambda_2)^K}{(\lambda_1 / \lambda_2)^{2K+1} - 1} \quad (j = 1, 2, \dots, K),$$

$$p_{0i} = (\lambda_2 / \lambda_1)^i \frac{(\lambda_1 / \lambda_2)^{K+1} - (\lambda_1 / \lambda_2)^K}{(\lambda_1 / \lambda_2)^{2K+1} - 1} \quad (i = 1, 2, \dots, K).$$

Таким образом, получены выражения для вероятностей состояний очереди. Их можно использовать для получения оценки состояний очереди и других характеристик.

Литература

1. Бочаров, П. П. Теория массового обслуживания: учебник / П. П. Бочаров, А. В. Печинкин. М. : РУДН, 1995. – 529 с.
2. Саксонов, Е. А. Модели обслуживания клиентов информационных систем / Е. А. Саксонов, А. В. Шубин // Современные информационные компьютерные технологии: сб. науч. ст.: в 2 ч. ГрГУ имени Я. Купалы; редкол.: Е. А. Ровба, А. М. Кадан (отв. редактор) [и др.]. – Гродно : ГрГУ, 2008. – Ч. 2. – С. 131–133.
3. Саксонов, Е. А. Модель информационной системы как марковской многолинейной системы с повторными вызовами / Е. А. Саксонов, А. В. Шубин // Материалы междунар. науч. конф. «Математические методы повышения эффективности информационно-телекоммуникационных сетей». – Вып. 19. – Гродно, 2007. – С. 222–223.
4. Вишневский, В. М. Теоретические основы проектирования компьютерных сетей / В. М. Вишневский. – М. : Техносфера, 2003. – 512 с.

Шубин Андрей Викторович, аспирант кафедры теории вероятностей и математической статистики физико-математического факультета Российского университета дружбы народов, andy_mg@mail.ru