

ПРИМЕНЕНИЕ АППАРАТА ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ

Матвеев Ю.В.

Севастопольский государственный университет, г. Севастополь

Ключевые слова: заявка, очередь, поток, канал, обслуживание, модель.

Аннотация. В статье анализируются проблемы высшей школы, связанные с использованием в учебном процессе систем дистанционного обучения. Рассматривается возможность улучшения эффективности дистанционного образования путем создания моделей системы дистанционного обучения с применением теории массового обслуживания. Сделана оценка параметров модели системы дистанционного обучения с целью оптимизации процесса обучения.

APPLICATION OF QUEUING THEORY TO CREATE A SYSTEM MODEL DISTANCE LEARNING FOR STUDENTS

Matveev Yu. V.

Sevastopol State University, Sevastopol

Keywords: request, queue, stream, channel, service, model.

Abstract. The article analyzes the problems of higher education related to the use of distance learning systems in the educational process. The possibility of improving the effectiveness of distance education by creating models of distance learning systems using the theory of Queuing is considered. The parameters of the distance learning system model are evaluated in order to optimize the learning process.

Все процессы, происходящие в различного рода системах, с которыми связана деятельность человека, с позиции теории вероятности делятся на детерминированные и случайные. В первом случае, когда система находится под влиянием несущественных случайных возмущений, а также в полной определенности в настоящем и будущем времени, для ее описания следует применить детерминированную математическую модель. Однако большинство процессов, происходящих в системах, обслуживающих человека, обладают эффектом случайности. Принимая это во внимание, для оценки влияния случайных факторов на процесс в системе, следует использовать вероятностную математическую модель. В такую модель в заранее не определенные (или случайные) промежутки времени поступают заявки (требования) для решения определенных задач. Вследствие того, что возможности системы по обслуживанию заявок могут быть ограничены при приходе в нее других заявок, время их обслуживания будет также случайным. Таким образом, возникает очередь из заявок с ожиданием в обслуживании.

Схожие процессы возникают в сфере образования, особенно технического. В связи с нынешней возникшей ситуацией во всем мире, важную роль в системе образования РФ стала играть система дистанционного обучения (ДО). Для ее реализации стали применять различные системы обучения, в том числе и систему

электронного обучения (или управления обучением) Moodle. Задачей подобной системы является организация дистанционного взаимодействия между преподавателями и обучающимися. Однако, как показывает опыт ее применения на практике, в силу ряда факторов, возникает проблема повышения эффективности ее использования. Она связана с тем, что на обслуживающие сервера учебных заведений информационные потоки, поступающие одновременно и неравномерно, могут создавать очереди в их обслуживании, а в худшем случае – сбой работы системы в целом. Такие моменты особенно могут обостряться в часы проведения занятий, связанных с: чтением лекций, тестированием, приемом экзаменов и т.д. Возникновение таких ситуаций наиболее вероятно и в технических вузах, обучающих студентов предметам, связанным с проектированием и разработкой различного рода: устройств, оборудования, машин. Использование для этих целей мощных программных средств поглощает ресурсы компьютеров, как пользователей, так и обслуживающих серверов вуза. В таких условиях задача упорядочения поступления информационных потоков (заявок) на обслуживающий сервер учебного заведения является актуальной.

Для ее решения можно, воспользовавшись теорией систем массового обслуживания (СМО), создать модель системы ДО. Такая модель в общем случае состоит из двух типов объектов: заявок (объектов, которые нуждаются в обслуживании) и средств, обслуживающих требования (заявки). Средства, участвующие в обслуживании, еще называются обслуживающими приборами или каналами. На рисунке 1 изображена структурная схема СМО [1].

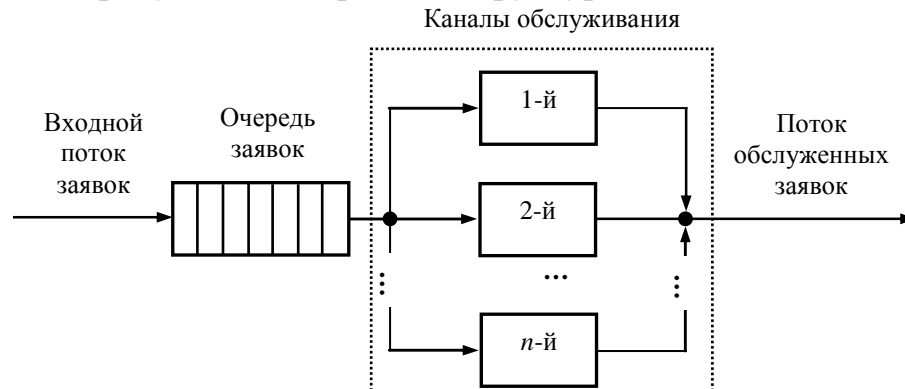


Рис. 1. Структурная схема СМО

Для удобства рассмотрения примем, что СМО работает с простейшим потоком событий, имеющим свойства ординарности, стационарности и отсутствия последействия. Такой поток событий называется пуассоновским. При известных значениях интенсивности входного потока заявок λ , можно определить вероятность появления n событий за время длительностью τ [2]:

$$P_n(\tau) = \frac{(\lambda\tau)^n}{n!} e^{-\lambda\tau}.$$

Приближенную количественную оценку возможностей эффективной работы системы ДО можно сделать двумя путями:

1) расчет характеристик быстродействия обслуживающего прибора (сервер, компьютер, сеть и т.д.) и, соответственно определение объемов памяти, требуемых для хранения очереди заявок;

2) расчет характеристик процесса преподавания в системе ДО с учетом психолого-физиологических возможностей преподавателя и обучаемого по восприятию и запоминанию информации при привлечении технологий ДО.

В любом случае, перед расчетом характеристик модели системы ДО с привлечением теории СМО, необходимо задаться дисциплиной обслуживания СМО. По времени пребывания заявок в очереди до начала обслуживания существуют следующие дисциплины обслуживания [3]:

– СМО с отказами – это система, в которой заявка, пришедшая в момент, когда канал (или каналы) занят, в дальнейшем обслуживании не участвует и покидает систему;

– СМО с очередью (ожиданием) – это система, в которой заявка, поступившая в момент, когда канал (или каналы) занят, ждет своей очереди на обслуживание;

– СМО смешанного типа, для которой характерно пребывание заявки в очереди с ограничением по времени при наличии вероятности быть не обслуженной.

В качестве примера, применим в модели ДО многоканальную систему СМО с отказами или, так называемую классическую задачу Эрланга (основателя теории систем массового обслуживания).

Пусть в систему, включающую n каналов, поступает поток заявок с интенсивностью λ . Обслуживание этих заявок осуществляется с интенсивностью μ .

Показателями эффективности такой СМО, согласно [1, 4], являются: p_0, \dots, p_n – предельные вероятности состояний, задаваемые формулами Эрланга; Q – относительная пропускная способность; A – абсолютная пропускная способность; $p_{\text{отк.}}$ – вероятность отказа; $\bar{k}_{\text{зан.}}$ – среднее число занятых каналов.

Пример. Пусть интенсивность поступления заявок в сервер системы ДО составляет $\lambda=10$ заявок/с. Сервер имеет 4 процессора. Среднее время обработки заявки каждым процессором составляет $t_{\text{обсл.}}=0,07$ с. Необходимо определить показатели эффективности и вероятностные состояния модели системы.

Вначале расчета найдем интенсивность обработки заявок одним процессором [1]:

$$\mu = \frac{1}{t_{\text{обсл.}}} = 14,$$

а также интенсивность нагрузки одного процессора (канала):

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} = 0,7.$$

Далее определим вероятности состояний СМО при $n=4$ [3]:

$$p_0 = \left(1 + \rho + \frac{\rho^2}{2!} + \frac{\rho^3}{3!} + \frac{\rho^4}{4!} \right)^{-1} = \left(1 + 0,7 + \frac{0,7^2}{2!} + \frac{0,7^3}{3!} + \frac{0,7^4}{4!} \right)^{-1} = 0,5;$$

$$p_1 = \rho \cdot p_0 = 0,7 \cdot 0,5 = 0,35; \quad p_2 = \frac{\rho^2}{2!} \cdot p_0 = \frac{0,7^2}{2!} \cdot 0,5 = 0,12;$$

$$p_3 = \frac{\rho^3}{3!} \cdot p_0 = \frac{0,7^3}{3!} \cdot 0,5 = 0,03; \quad p_4 = \frac{\rho^4}{4!} \cdot p_0 = \frac{0,7^4}{4!} \cdot 0,5 = 0,005.$$

Из приведенных выше значений сделаем вывод, что 50% времени сервер не работает вследствие отсутствия запроса.

При этом, 35% времени “занят” только один процессор, 12% времени — два процессора, 3% времени — три процессора и 0,5% времени — четыре процессора.

На следующем шаге рассчитаем относительную пропускную способность [3]:

$$Q = 1 - p_{отк.} = 1 - \frac{\rho^n}{n!} p_0 = 1 - 0,005 = 0,995.$$

Последний результат говорит нам о том, что 99,5% поступающих заявок на сервер будут обслужены.

Далее определим абсолютную пропускную способность сервера [3]:

$$A = \lambda \cdot Q = 10 \cdot 0,995 = 9,95 \approx 10 \text{ заявок/с}$$

и найдем среднее число занятых каналов (процессоров) в 4-х процессорной системе [3]:

$$\overline{k_{зан.}} = \frac{A}{\mu} = \frac{9,95}{14} = 0,71.$$

Вследствие того, что среднее число процессоров, занятых в обработке потоков заявок составило <1 , можно говорить об эффективности работы принятой модели дистанционного образования с СМО при заданных параметрах интенсивности поступления заявок и их обработке.

Выводы. Система ДО не заменяет классическую систему обучения, а лишь ее дополняет. Создание и анализ работы моделей систем ДО с применением теории СМО, позволит улучшить их эффективность работы.

Список литературы

1. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания. – М.: Книга по требованию, 2013. – 429 с.
2. Хемди А. Таха. Введение в исследование операций. Пер. с англ. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2001. – 912 с.
3. Гнеденко Б.В., Коваленко И.Н. Введение в теорию массового обслуживания. – М.: Изд-во ЛКИ, 2011. – 400 с.
4. Саати Т. Л. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения. – М.: Книжный Дом Либроком, 2010. – 520 с.

Сведения об авторе:

Матвеев Юрий Валентинович – к.т.н., доцент, доцент кафедры “Судовое электрооборудование”, СевГУ, г. Севастополь.