

УДК 371.3:001.8:681.3

В.К. Маригодов, профессор, д-р техн. наук

Севастопольский национальный технический университет

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Украина, 99053

E-mail: root@sevgtu.sebastopol.ua

ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ КАК СИСТЕМА МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СО СМЕШАННЫМИ ПРИОРИТЕТАМИ

Рассматривается возможность моделирования дистанционного обучения студентов системой массового обслуживания (СМО) со смешанными приоритетами (относительными, абсолютными и при их отсутствии). Определены основные информационные параметры СМО для трех классов приоритетов и проведен сравнительный анализ их эффективности.

В связи с происходящим вхождением образовательной системы Украины в единую европейскую систему, внедрение новых информационных технологий обучения студентов становится своевременным и актуальным [1,2]. Для повышения уровня подготовки студентов, которые обучаются в технических вузах и университетах Украины, применяются специальные системы тестирования, а также *программные комплексы дистанционного обучения* для разных учебных дисциплин [3]. Современное компьютерное образование уже сегодня является надежным и эффективным способом обеспечения качественного дистанционного обучения для студентов-заочников, которые имеют некоторые физические отклонения. Педагогические программные среды могут весьма эффективно использоваться на практике в тех областях образования, где наглядность играет главную роль, а также для изучения таких дисциплин, как информатика и программирование. Кроме того, дистанционные информационные технологии обучения можно с успехом использовать для подготовки абитуриентов.

Система дистанционного образования полностью решает задачу использования современных компьютерных учебников и учебных пособий в учебном процессе, а также возможности современных электронных консультационных пунктов и библиотек. Необходимо также отметить, что в системах дистанционного обучения целесообразно использовать современные методы и средства защиты информации [4]. Для этих целей широкое применение находит следующая совокупность сервисов защиты: определение и нейтрализация отказов, контроль защищенности от несанкционированного доступа, идентификация, аутентификация, ограничение прав подключения, журналирование, шифрование и криптография.

В настоящее время в различных образовательных системах имеется определенное разветвление дистанционного обучения в системе высшего и последилового образования. Это вызвано необходимостью удовлетворения образовательных проблем граждан, к которым можно, например, отнести культурно-просветительные или профессиональные [1, 2]. Так, например, сегодня в США количество студентов-заочников высшей школы превышает 43 %.

Дистанционное обучение можно рассматривать как СМО [5]. В частности, такая модель была использована для отображения психологических процессов восприятия учебной информации [6].

Целью статьи является моделирование дистанционного обучения СМО со смешанными приоритетами и определение основных параметров этой системы в соответствии с заданными классами приоритетности для решения задачи подключения отдельных абонентов или структур в сети дистанционного образования.

В качестве СМО для решения поставленной задачи целесообразно выбрать систему типа $M/M/m$ [5, 6]. Здесь первый символ означает то, что процесс поступления в СМО заявок на обслуживание (в терминологии СМО – требований) является пуассоновским потоком, в котором интервалы времени между поступлениями требований имеют экспоненциальное распределение. Вторым символом в обозначении типа СМО указывает на экспоненциальное распределение длительностей обслуживания, а третий символ (m) – количество абонентов или структур в сети дистанционного обучения.

Функциональная схема СМО изображена на рисунке 1. Здесь введены следующие обозначения блоков: КОМ – коммутатор; УУ – управляющее устройство; ЦУС – цифровая управляющая система; УВР – устройство выбора режима; П – процессор; БП – блок программ; $A_1, A_2, \dots, A_m$ – абоненты. Схема (рисунок 1) работает следующим образом. Требования (заявки на обслуживание учебной информацией) через магистральную шину поступают в ЦУС. Последняя с помощью блока программ, процессора, управляющего устройства и устройства выбора режима устанавливает нужный класс приоритетов и включает коммутатор, который осуществляет подключение соответствующих абонентов. Наивысший приоритет при этом присваивается, например, по следующему принципу: 1) абонент досрочно выполнил задание; 2) требование поступает от структуры (центра обучения); 3) в случае передачи сценария деловой игры; 4) как поощрение за качественное выполнение задания и т.п.

При работе СМО с относительными приоритетами прерывания обслуживаемых требований не происходит. В случае класса работы с абсолютными приоритетами УВР производит прерывание низкоприоритетных требований и производит обслуживание высокоприоритетных, остальные требования проходят стадию дообслуживания. В некоторых ситуациях работы сети дистанционного обучения необходимо выполнить жесткие ограничения на время ожидания отдельных требований, что обуславливает целесообразность работы в режиме с абсолютными приоритетами и прерыванием. Однако при этом среднее время ожидания у низкоприоритетных требований может оказаться недопустимо большим. Для устранения этого недостатка вводится режим работы СМО с относительными приоритетами. При этом возможна такая ситуация, при которой в двух упомянутых режимах работы среднее время ожидания требования окажется большим, чем при работе без приоритетов. С учетом этого вводится бесприоритетный режим работы СМО.

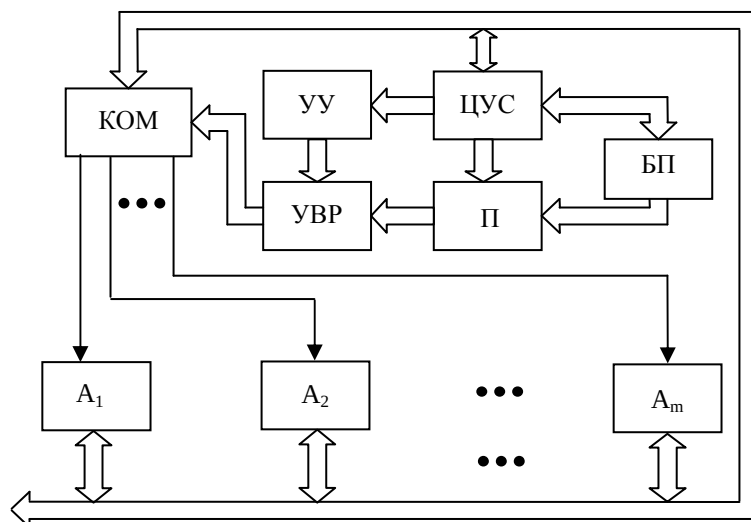


Рисунок 1 – Функциональная схема СМО

Определим основные параметры СМО для рассматриваемых трех классов работы, т. е. для смешанных приоритетов. В качестве основного параметра, характеризующего эффективность работы СМО, целесообразно выбрать среднее время ожидания требований различных приоритетов W_k для каждого из трех классов [5].

Для класса (режима) с относительными приоритетами можно представить W_k в виде [5].

$$W_k = W'_k + W''_k, \quad (1)$$

где W'_k – среднее время ожидания без учета прерываний со стороны требований, имеющих абсолютный приоритет; W''_k – среднее время ожидания, вызванное прерыванием требований с абсолютными приоритетами.

Можно определить W'_k следующим образом [6]:

$$W'_k = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i}{(1 - R_{k-1})(1 - R_k)}. \quad (2)$$

Здесь $R_{k-1} = \rho_1 + \rho_2 + \dots + \rho_{k-1}$ – суммарный коэффициент нагрузки СМО потоками требований с приоритетами не ниже, чем $k-1$, где k – номер приоритета; R_k – тот же параметр для приоритетов не ниже, чем k ; ρ_i – коэффициент нагрузки для соответствующих более высоких приоритетов $i = \overline{1, k}$; $\lambda_i = \rho_i \mu_i$ – интенсивность поступления в СМО i -го требования; μ_i – скорость обслуживания требований.

Второе слагаемое в (1) находится как [5]

$$W''_k = R_{n1} T_k / (1 - R_{n1}), \quad (3)$$

где $T_k = \frac{1}{\mu_k} + W_k$; T_k – среднее время обслуживания требования $k = \overline{n1+1, n}$; $R_{n1} = \rho_1 + \dots + \rho_{n1}$ – коэффициент нагрузки требований, имеющих абсолютный приоритет.

Для класса работы СМО с абсолютными приоритетами и прерыванием обслуживания низкоприоритетных требований можно получить следующее выражение [6]:

$$W_k = \frac{R_{k-1}T_k}{1-R_{k-1}} + \frac{\sum_{i=1}^k \lambda_i}{(1-R_{k-1})(1-R_k)} . \quad (4)$$

В случае бесприоритетного режима получаем [5]:

$$W_k = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i}{(1-R_{n1+n2})(1-R)} , \quad (5)$$

где $R_{n1+n2} = \sum_{i=1}^{n1+n2} \rho_i$; $R = \sum_{i=1}^n \rho_i$.

Проведем сравнительный анализ эффективности работы СМО для рассмотренных трех классов приоритетов. Для этого примем, что $\lambda_1 = \lambda_2 = \dots = \lambda_k = 1 \text{ бит/с}$; $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k = 100 \text{ бит/с}$. Считаем также, что в сети дистанционного обучения имеется 100 абонентов ($m=100$), а число приоритетов $n=10 < k$. Тогда с учетом (1) – (5) можно рассчитать среднее время ожидания требований в системе для всех классов работы. Результаты расчета сведены в таблицу 1. Для бесприоритетного режима работы СМО характерной процедурой обслуживания является FIFO (первое требование пришло в систему, первым вышло после обслуживания). Для такого режима имеет место закон сохранения времени ожидания требований [5, 7].

Таблица 1 – Зависимость W_k от номера приоритета

Тип приоритета	Диапазон значений приоритета	Номер приоритета k	$W_k, \text{с}$
Относительный	$k = \overline{n1+1, n1+n2}$; $n1=4; n2=4; n=10$	2	12,5
		4	18
		6	21,5
		8	25
		10	26,5
		12	28
Абсолютный	$k = \overline{1, n1}$; $n1=4$	2	4,5
		4	10
		6	14,5
		8	25
		10	33
		12	37
Бесприоритетный	$k = \overline{n1+n2+1, n}$;	Для всех номеров	25

Таким образом, можно сделать следующие выводы.

1. В качестве модели дистанционного обучения рассмотрена СМО со смешанными приоритетами. Приведены формулы, позволяющие рассчитать среднее время ожидания требований для всех трех классов работы СМО.
2. Определены расчетные значения среднего времени ожидания для каждого типа и номера приоритета (таблица 1).
3. Из данных расчета следует, что СМО с абсолютными приоритетами до восьмого приоритета ($k=8$) обладает существенным преимуществом в экономии времени ожидания требований по сравнению с режимом работы СМО с относительными приоритетами.
4. Начиная с восьмого приоритета ($k=8$), бесприоритетный режим работы СМО дает больший выигрыш по сравнению с двумя упомянутыми режимами. Для него получаем, что $W_k = 25 \text{ с} = \text{const}$.

В качестве дальнейших исследований в данном направлении представляется целесообразным рассмотреть СМО с неограниченным временем пребывания требований, а также с относительными ограничениями на длительность пребывания требований в очереди.

Библиографический список

1. Національна доктрина розвитку освіти у XXI столітті: Проект // Педагогічна газета. — 2001. — № 7. — С. 4–6.
2. Зубко В. Компаративний аналіз систем вищої освіти як умова успіху в її реформуванні / В. Зубко, В. Козаков // Порівняльний аналіз сучасних систем вищої освіти в реформуванні вищої школи України: матер. міжнар. наук. конф., Київ, 23 – 26 берез. 1996 р. — К., 1996. — С. 3–6.
3. Антоненко П.С. Система дистанционной проверки программ через WEB-интерфейс / П.С. Антоненко // Новые информационные технологии в учебных заведениях Украины: матер. междунар. конф. памяти профессора И.И. Мархеля. Одесса, 21 – 26 июня 2005 г. — Одесса, 2005. — С. 14–15.
4. Давыдов В.И. Защита информации в системах дистанционного обучения / В.И. Давыдов, А.А. Змиевский // Новые информационные технологии в учебных заведениях Украины: матер. междунар. конф. памяти профессора И.И. Мархеля. Одесса, 21 – 26 июня 2005 г. — Одесса, 2005. — С. 58–59.
5. Бертсекас Д. Сети передачи данных / Д. Бертсекас, Р. Галлагер: пер. с англ.; под ред. Б.С. Цыбакова. — М.: Мир, 1989. — 544 с.
6. Марігодов В.К. Психологічні процеси навчання як теорія масового обслуговування / В.К. Марігодов, Е.Ф. Бабуров // Проблеми освіти: наук. зб. — К.: Інститут інноваційних технологій і змісту освіти МОН України, 2007. — Вип. 53. — С. 38–42.
7. Маригодов В.К. Теория и практика научных исследований: монограф. / В.К. Маригодов, Г.А. Тихонов; под общ. ред. В.К. Маригодова. — Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2007. — 247 с.

Поступила в редакцию 12.11.2008 г.