

УДК 621.313:681.3

В.К. Маригодов, профессор, д-р техн. наук,**Г.А. Тихонов, доцент, канд. техн. наук***Севастопольский национальный технический университет**ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Украина, 99053**E-mail: root@sevgtu.sebastopol.ua***ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С АБСОЛЮТНЫМИ ПРИОРИТЕТАМИ БЕЗ ПРЕРЫВАНИЯ**

Произведена оценка эффективности системы массового обслуживания (СМО) для энергоснабжения, которая использует режим с абсолютными приоритетами при отсутствии прерываний.

Ключевые слова: система массового обслуживания, абсолютный приоритет, цифровая система управления, среднее время ожидания.

Исследование систем энергоснабжения с различными классами приоритетов проведено в [1 – 3]. Вопросы повышения эффективности цифровой управляющей системы (ЦУС) для этих систем рассмотрены в [4]. СМО с абсолютными приоритетами и прерыванием обслуживания требований (заявок потребителей на подключение к сети) не всегда удовлетворяет потребителей электроэнергии, поскольку при поступлении в систему требований с более высоким приоритетом происходит прекращение подачи электроэнергии. При этом режим дообслуживания может наступить через большой интервал времени. В связи с этим целесообразно исключить режим прерывания, что создает более благоприятные условия для всех потребителей. При работе СМО в таком режиме требованию, которое находится в режиме дообслуживания, дается возможность завершить режим без прерывания даже в таких ситуациях, когда в это время в систему поступает требование с более высоким приоритетом.

Цель статьи состоит в том, чтобы произвести оценку эффективности системы энергоснабжения, в которой СМО работает в классе с абсолютными приоритетами без прерываний, а также дать сравнительный анализ эффективности для систем с другими классами приоритетов.

Структурная схема системы энергоснабжения для исследуемого режима работы изображена на рисунке 1, а на рисунке 2 показана схема, иллюстрирующая принцип обработки требований с различными приоритетами.

Система (рисунок 1) работает следующим образом. Блок программ задает нужный режим работы для ЦУС и процессора. ЦУС управляет работой поставщика электроэнергии, блока программ, процессора и коммутатора. Требования от потребителей поступают в ЦУС и к поставщику электроэнергии через общую магистральную шину. Блок программ управляется также диспетчером (рисунок 2), который выбирает из общего потока нужное требование согласно приоритетности.

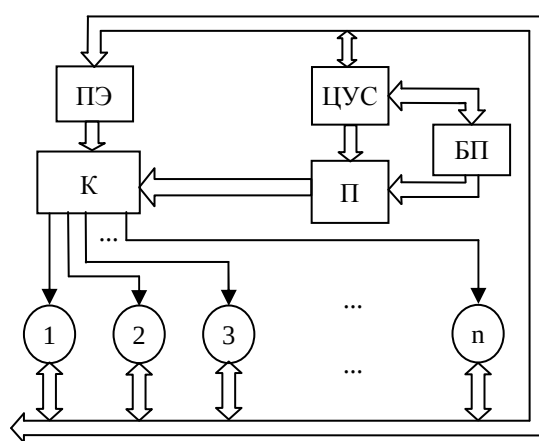


Рисунок 1 – Схема системы энергоснабжения:
ПЭ – поставщик электроэнергии; ЦУС – цифровая управляющая система; БП – блок программ;
К – коммутатор; П – процессор;
1, 2, ..., n – потребители

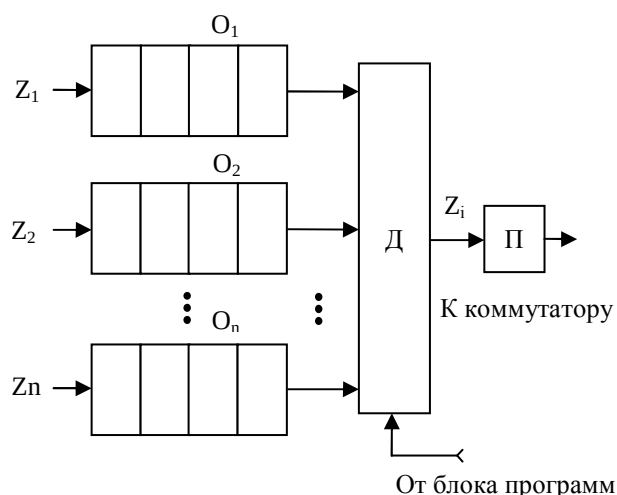


Рисунок 2 – Схема обработки требований:
 $\overline{Z_1, Z_n}$ – требования различных приоритетов;
 $\overline{O_1, O_n}$ – очереди на обслуживание;
Д – диспетчер; П – процессор

Определим основные параметры СМО, которые характеризуют эффективность ее работы.

Для нормальной работы СМО необходимо, чтобы выполнялось условие $\rho_{\Sigma} < 1$, где $\rho_{\Sigma} = \rho_1 + \rho_2 + \dots + \rho_n$ – результирующий коэффициент загрузки (использования) СМО, ρ_i – коэффициенты загрузки для различных приоритетов ($i = \overline{1, n}$). При этом

$$\rho_i = \lambda_i / \mu_i, \quad (1)$$

где μ_i – скорость обработки требований i -го приоритета в системе; λ_i – интенсивность поступления в СМО требований i -го приоритета.

Среднее время ожидания в очереди для требования 1-го приоритета [5]

$$W_1 = R + \frac{1}{\mu_1} N_1, \quad (2)$$

где R – среднее остаточное время обслуживания; N_1 – среднее количество требований в очереди 1-го приоритета.

На основании теоремы Литтла можно записать [5]

$$N_1 = \lambda_1 W_1. \quad (3)$$

Если представить W_1 в виде $W_1 = R + \rho_1 W_1$, то для 1-го приоритета получим

$$W_1 = R / (1 - \rho_1). \quad (4)$$

Аналогично для 2-го приоритета находим

$$W_2 = R + \frac{1}{\mu_1} N_1 + \frac{1}{\mu_{21}} N_2 + \frac{1}{\mu_1} \lambda_1 W_2. \quad (5)$$

Последнее слагаемое в (5) учитывает время дополнительной задержки, которая происходит вследствие того, что требования более высокого приоритета поступают в СМО в тот период времени, когда требования более низкого приоритета находятся в режиме ожидания.

Если учесть, что в соответствии с теоремой Литтла $N_k = \lambda_k W_{k1}$, то (5) можно представить в виде

$$W_2 = R + \rho_1 (W_1 + W_2) + \rho_2 W_2, \quad (6)$$

откуда получаем

$$W_2 = (R + \rho_1 W_1) / (1 - \rho_1 - \rho_2). \quad (7)$$

С учетом (4) выражение (7) запишется как

$$W_2 = \frac{R}{(1 - \rho_1)(1 - \rho_1 - \rho_2)}. \quad (8)$$

По аналогии с (8) среднее время ожидания в очереди для всех приоритетов при $k > 1$, где k – номер приоритета, находится следующим образом:

$$W_k = \frac{R}{(1 - R_{k-1})(1 - R_k)}, \quad (9)$$

где $R_{k-1} = (\rho_1 + \rho_2 + \dots + \rho_{k-1})$ – суммарный коэффициент нагрузки СМО потоками требований с приоритетами не ниже $k-1$; R_k – то же для потоков требований с приоритетами не ниже k .

Среднее время задержки требований k -го приоритета равно

$$T_k = \frac{1}{\mu_k} + W_k. \quad (10)$$

Среднее время обслуживания требований в СМО находится как

$$R = 0,5 \sum_{i=1}^n \lambda_i \overline{X^2}, \quad (11)$$

где $\overline{X^2}$ – второй начальный момент распределения времени обслуживания, усредненный по всем классам приоритетов, и равный

$$\overline{X^2} = \frac{\lambda_1}{\sum_{i=1}^n \lambda_i} \overline{X_1^2} + \dots + \frac{\lambda_n}{\sum_{i=1}^n \lambda_i} \overline{X_n^2}; \quad (12)$$

n – количество потребителей. Используя (11), получаем

$$R = 0,5 \sum_{i=1}^n \lambda_i \overline{X_i^2}. \quad (13)$$

Если подставить (13) в (9), то получим

$$W_k = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i \overline{X_i^2}}{2(1-R_{k-1})(1-R_k)}. \quad (14)$$

В работе [2] показано, что в случае представления $\overline{X_i^2}$ через коэффициент вариации и среднеквадратичное отклонение длительности обслуживания, то $\overline{X_i^2} = 2$. Тогда (14) запишется как

$$W_k = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i}{(1-R_{k-1})(1-R_k)}. \quad (15)$$

Приведем в качестве примера расчет W_k по формуле (15), используя параметры СМО такие же, как в [2, 3] для анализа полученных результатов. Пусть СМО обслуживает 100 потребителей ($n=100$). Считаем также, что приоритетность имеют только 10 потребителей ($k=10$). Примем также, что $\lambda_1 = \lambda_2 = \dots = \lambda_k = 1 \text{ бум/с}$; $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_n = 100 \text{ бум/с}$. При этом находим $\rho_{\Sigma} = 0,315$; $R_{k-1} = 0,3$; $R_k = 0,315$.

В таблице 1 для примера приведены данные расчета величины среднего времени ожидания требования W_k для классов работы СМО с относительными приоритетами (ОП), абсолютными приоритетами с прерыванием (АПП) и с абсолютными приоритетами без прерываний (АПБП). В первых двух столбцах таблицы (слева – направо) представлены данные, полученные в [2]. В последнем столбце приведены расчетные значения W_k , которые найдены по формуле (15).

Таблица 1 – Среднее время ожидания требования

Номер приоритета	$W_k, \text{с}$		
	ОП	АПП	АПБП
1	101,0	10,77	10,1
2	117,3	35,2	35,1
3	131,6	65,86	65,6
4	142,2	100,12	100,0
5	151,5	136,54	136,3

Из анализа данных таблицы 1 следует, что лучшей по эффективности является СМО с абсолютными приоритетами без прерывания обслуживания, однако среднее время ожидания требования в этой системе лишь незначительно уменьшается для различных приоритетов по сравнению со СМО, использующей режим прерывания. Система с относительными приоритетами обладает преимуществом только для десятого приоритета.

Выводы

1. Определены основные параметры СМО, работающей в классе с абсолютными приоритетами без прерывания (формулы (1) – (15)).
2. Рассмотренная система обладает существенным преимуществом по сравнению с системой, работа которой происходит в классе абсолютных приоритетов с прерыванием обслуживания. Оно заключается в том, что потребитель не отключается из сети, пока не завершится обработка требования.

3. Проведен сравнительный анализ СМО с различными классами приоритетов.

Задачами дальнейших исследований в данном направлении можно считать определение трудоемкости алгоритмов работы ЦУС для СМО с разными режимами функционирования.

Библиографический список использованной литературы

1. Маригодов В.К. Управление распределением электроэнергии как система массового обслуживания / В.К. Маригодов, Р.В. Иванников, Г.А. Тихонов // Вестн. СевГТУ. Сер. Механика, энергетика, экология: сб. науч. тр. — Севастополь, 2008. — Вып. 88. — С. 113–116.

2. Маригодов В.К. Энергоснабжение как система массового обслуживания с абсолютными приоритетами и прерыванием / В.К. Маригодов, Г.А. Тихонов // Вестн. СевГТУ. Сер. Механика, энергетика, экология: сб. науч. тр. — Севастополь, 2009. — Вып. 97. — С. 62–65.

3. Маригодов В.К. Распределение электроэнергии как система массового обслуживания со смешанными приоритетами / В. К. Маригодов // Вестн. СевГТУ. Сер. Механика, энергетика, экология: сб. науч. тр. — Севастополь, 2009. — Вып. 97. — С. 66–68.

4. Маригодов В. К. Повышение эффективности ЦУС в системах энергоснабжения / В.К. Маригодов, Г.А. Тихонов // Вестн. СевНТУ. Сер. Механика, энергетика, экология: сб. науч. тр. — Севастополь, 2010. — Вып. 106. — С. 124–127.

5. Бертсекас Д. Сети передачи данных: пер. с англ; под ред. Б.С. Цыбакова / Д. Бертсекас, Р. Галлагер. — М.: Мир, 1989. — 544 с.

Поступила в редакцию 28.09.2010.

Марігодов В.К., Тіхонов Г.О. Енергопостачання на основі системи масового обслуговування з абсолютними пріоритетами без переривання

Наведено оцінку ефективності системи масового обслуговування (СМО) для електропостачання, що використовує режим із абсолютними пріоритетами за відсутності переривань.

Ключові слова: система масового обслуговування, абсолютний пріоритет, цифрова керуюча система, середній час очікування.

Marigodov V.K., Tichonov G.A. Energy supply in terms of system mass service with absolute priorities without interruption

Estimation of efficiency for the system of mass service (SMS) for energy supply with the use of regime absolute priorities without interruption is conducted.

Keywords: system mass service, absolute priority, digital control system, average time expectation.