

В.Д. ГОГУНСКИЙ, д-р техн. наук,
А.Ф. САФОНОВА, канд. техн. наук,
И.И. СТАНОВСКАЯ, Одесса, Украина

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАСПИСАНИЯ ЗАМКНУТЫХ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Запропонована модель процесу автоматизованого проектування розкладу подій у замкнених системах масового обслуговування. Технологія моделювання розглянута на прикладі проектування розкладу вищого навчального закладу, що працює за кредитно-модульною системою. Автоматизована система проектування розкладу за допомогою запропонованих 4D-матриць враховує заміну викладачів і дисциплін відповідно до навчального плану при переході до кредитно-модульної системи; змушені заміни викладачів, аудиторій протягом семестру, тощо.

Предложена модель процесса автоматизированного проектирования расписания событий в замкнутых системах массового обслуживания. Технология моделирования рассмотрена на примере проектирования расписания высшего учебного заведения, работающего по кредитно-модульной системе. Автоматизированная система проектирования расписания с помощью предложенных 4D-матриц учитывает замену преподавателей и дисциплин в соответствии с учебным планом при переходе к кредитной модульной системе; вынужденные замены преподавателей, аудиторий на протяжении семестра и т.п.

V.D. GOGUNSKIJ, A.F. SAFONOVA, I.I. STANOVSKAJA
THE AUTOMATED DESIGNING OF THE SCHEDULE OF THE CLOSED SYSTEMS OF MASS SERVICE

The model of the automated designing process of the events schedule in the closed systems of mass service is offered. The technology of modeling is considered on an example of the schedule designing of the higher educational institution working on credit modular system. The automated system of the schedule designing by means of the offered 4D-matrixes considers replacement of teachers and disciplines according to the curriculum at transition to credit modular system; the compelled replacements of teachers, audiences throughout a semester, etc.

Большой класс систем, которые сложно изучить аналитическими способами, но которые хорошо изучаются методами статистического моделирования, сводится к системам массового обслуживания (СМО).

В СМО подразумевается, что есть типовые пути (каналы обслуживания), через которые в процессе обработки проходят заявки. Принято говорить, что заявки обслуживаются каналами. Каналы могут быть разными по

назначению, характеристикам, они могут сочетаться в разных комбинациях; заявки могут находиться в очередях и ожидать обслуживания. Часть заявок может быть обслужена каналами, а части могут отказать в этом. Важно, что заявки, с точки зрения системы, абстрактны: это то, что желает обслужиться, то есть пройти определенный путь в системе. Каналы являются также абстракцией: это то, что обслуживает заявки.

Заявки могут приходиться неравномерно, каналы могут обслуживать разные заявки за разное время и так далее, количество заявок всегда весьма велико. Все это делает такие системы сложными для изучения и управления, и проследить все причинно-следственные связи в них не представляется возможным. Поэтому принято представление о том, что обслуживание в сложных системах носит случайный характер.

В то же время, одной из разновидностей замкнутых СМО являются объекты, в которых и поток требований и набор обслуживающих приборов являются конечными, заранее известными множествами, а целью их моделирования служит оптимизация (как правило, многоцелевая) некоторых критериев качества при выполнении многочисленных, зачастую противоречащих друг другу, ограничений [1].

К таким объектам можно отнести параллельные технологические процессы (заявка – деталь, обслуживающий прибор – станок), учреждении транспорта (заявка – транспортная единица, обслуживающий прибор – вокзал), образования (заявка – учебная группа, обслуживающий прибор – специализированное учебное заведение) и многое другое.

Важной особенностью подобных систем является возможность заранее составить (спроектировать) план их работы, т.е. составить расписание обслуживания. Рассмотрим этот процесс на примере проектирования расписания (ПР) высшего учебного заведения, работающего по кредитно-модульной системе (КМС). Для модели модульное деление дисциплин означает ее изменение в заданные моменты времени при каждом завершении модуля учебного плана. Поэтому рассматриваемая модель является дискретной [2], информация о времени ее изменений хранится в изначально определенной базе знаний (БЗ) системы ПР.

Пусть в некотором ВУЗе имеется N_g учебных групп, в которых работают N_v преподавателей. Примем следующие обозначения: $G = \{g_i\}$ – множество учебных групп, $i = \overline{1, N_g}$; $V = \{v_j\}$ – множество преподавателей, $j = \overline{1, N_v}$; $T = \{t_k\}$ – множество часовых интервалов, $\{t_k\} = (t_k^w, t_k^d, t_k^p)$, где t_k^w – номер недели, t_k^d – название дня недели, t_k^p – номер пары, $k = \overline{1, N_k}$, N_k – об-

щее количество часовых интервалов. С каждой учебной группой g_i в течение недели, согласно учебному плану, проводится W_i занятий, $i = \overline{1, N_g}$ [3].

Построим пространственную модель автоматизированной системы ПР для данного ВУЗа. Для этого расписание занятий каждого преподавателя v_j в каждой группе g_i представим в виде $2D$ -матрицы, столбцы которой соответствуют дням недели t_k^d , а строки – номерам пар t_k^p (рис. 1).

Объединим $2D$ -матрицы расписаний в общую $4D$ -матрицу таким образом, чтобы каждая горизонталь полученной четырехмерной матрицы представляла собой последовательность $2D$ -матриц расписаний всех преподавателей v_j , $j = \overline{1, N_v}$, для одной из групп g_i , а вертикаль – последовательность $2D$ -матриц расписаний всех групп g_i , $i = \overline{1, N_g}$, для одного из преподавателей v_j .

		Преподаватель v_j				
		Пн	Вт	Ср	Чт	Пт
пара 1						
			группа			
пара 2						
пара 3						
пара 4						

Рисунок 1 – $2D$ -матрица расписания занятий преподавателя v_j в группе g_i .

Особенностью формирования такой $4D$ -матрицы является способ объединения $2D$ -матриц. Они присоединяются таким образом, чтобы ячейки с одновременно одинаковыми значениями элементов t_k^d и t_k^p были расположены напротив друг друга (рис. 2).

Далее, применяя алгоритм ПР, основной принцип которого заключается в определении занятий, которые могут быть проведены одновременно при последовательной их расстановке, формируем расписание занятий. В результате получаем пространственную модель текущего состояния автоматизированной системы ПР.

Расписание учебных занятий на протяжении семестра может изменяться под влиянием следующих факторов: замен преподавателей и дисциплин в соответствии с учебным планом при переходе к КМС; вынужденных замен преподавателей, аудиторий и т. п.

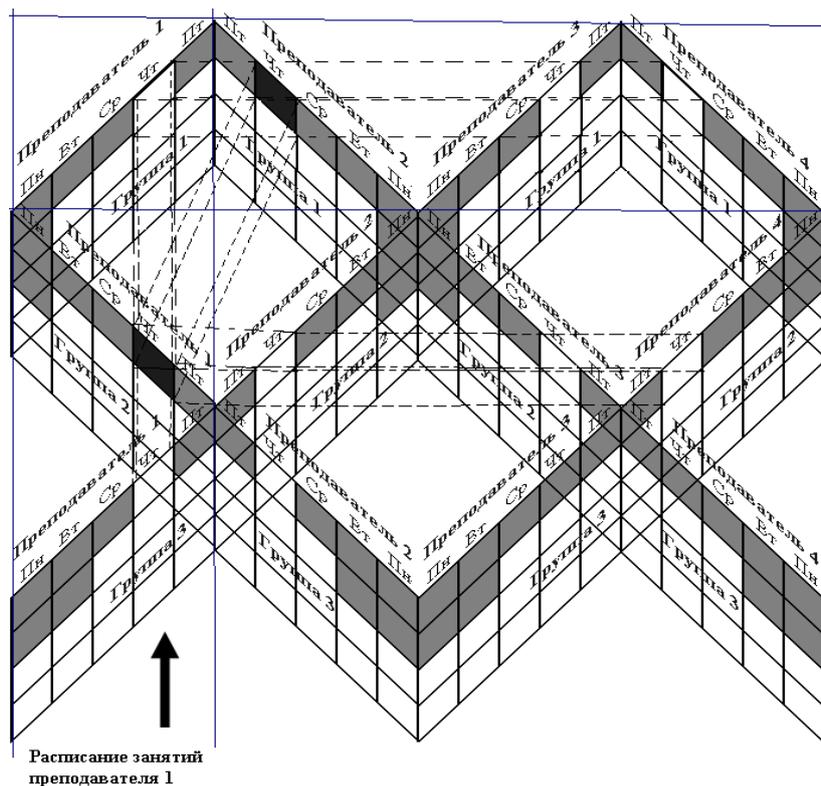


Рисунок 2 – 4D-матрица расписания для случая $N_g=3, N_v=4$: ■ – в группе g_i в день t_k^d на паре t_k^p проводится занятие; ■ – в g_i в день t_k^d , пара t_k^p проводится занятие преподавателем v_j ; □ – в g_i в день t_k^d , пара t_k^p занятие преподавателем v_j не проводится

Автоматизированная система ПР учитывает описанные факторы следующим образом. Добавление в расписание занятий новой группы или преподавателя в модели отображается присоединением к 4D-матрице соответствующих 2D-матриц, благодаря чему новое расписание не противоречит исходному.

Аналогично при удалении из расписания группы или преподавателя, в 4D-матрице убираются соответствующие 2D-матрицы.

Учитывая рассмотренные факторы, а также применяя алгоритм ПР, переведем модель системы из первого состояния во второе (рис. 3), затем в третье и т. д. При этом происходит сохранение каждого текущего состояния модели с возможностью возвращения в предыдущее состояние.

Особенностью построенной пространственной модели автоматизированной системы ПР есть учет динамики замен дисциплин в расписании при КМС. Построенная пространственная модель автоматизированной системы ПР проходила проверку в ОНПУ, где показала следующие положительные качества:

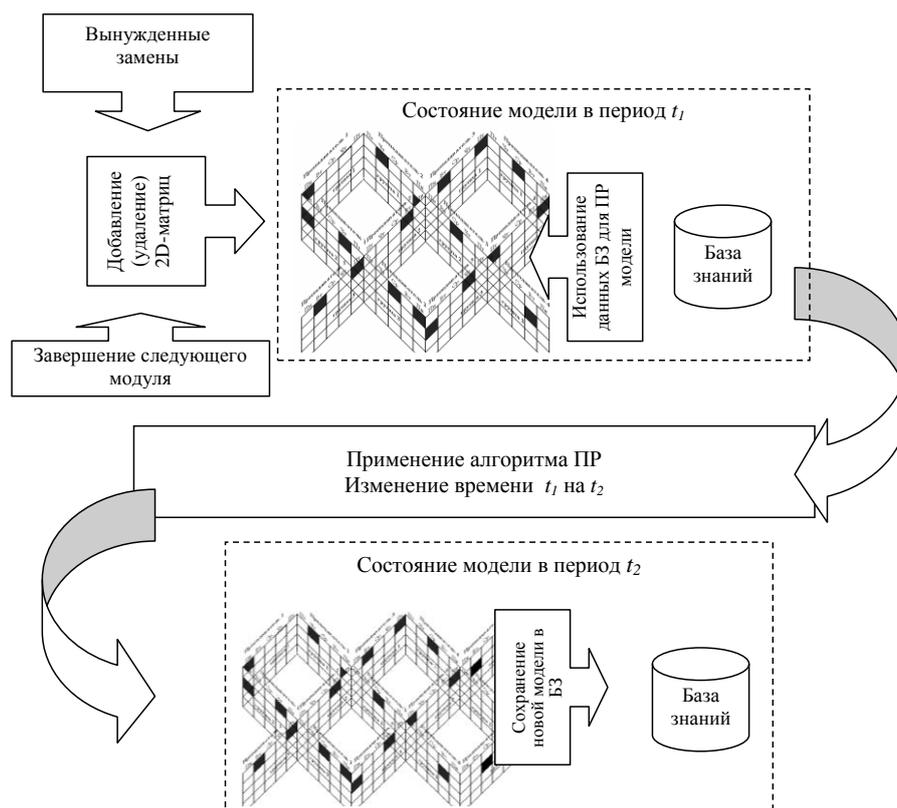


Рисунок 3 – Схема изменения модели системы PR в дискретные моменты времени

- 1) визуализирует процесс PR, что позволяет проследить как занятия, которые могут быть проведены одновременно, так и занятия, которые исключают друг друга;
- 2) предотвращает появление «окон» в расписании групп;
- 3) минимизирует количество «окон» в расписании преподавателей;
- 4) учитывает особенности КМС.

Список использованных источников: 1. Бочаров П.П. Теория массового обслуживания / П.П. Бочаров, А.В. Печинкин. – М.: РУДН, 1995. – 530 с. 2. Ускач А.Ф., Становский А.Л. Синтез имитационной модели для формирования расписания занятий// Матер. XIV семинара «Моделир. В прикладных науч. исслед.» – Одесса: ОНПУ, 2007. – С. 18 – 20. 3. Ускач А.Ф., Гогунский В.Д., Яковенко А.Е. Модели задачи распределения в теории расписания // Автоматика. Автоматизация. Электрические комплексы и системы. – 2006. – №2(18) – С. 98 – 104.

Bibliography (transliterated): 1. Bocharov P.P. Teorija massovogo obsluzhivaniya / P.P. Bocharov, A.V. Pechinkin. – M.: RUDN, 1995. – 530 s. 2. Uskach A.F., Stanovskij A.L. Sintez imitacionnoj modeli dlja formirovaniya raspisaniya zanjatij// Mater. XIV seminaru «Modelir. V prikladnyh nauch. issled.» – Odessa: ONPU, 2007. – S. 18 – 20. 3. Uskach A.F., Gogunskij V.D., Jakovenko A.E. Modeli zadachi raspredelenija v teorii raspisaniya // Avtomatika. Avtomatizacija. Jelektricheskie komplekxy i sistemy. – 2006. – №2(18) – S. 98 – 104.