

УДК 004.942

И.В. ШОСТАК, К.Э. ЯНОВСКАЯ, С.В. РОССОХА

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЯ ЗАНЯТИЙ НА ОСНОВЕ ТЕНЗОРНОГО ИСЧИСЛЕНИЯ В УЧЕБНОМ КОМПЛЕКСЕ

Приведен аналитический обзор существующих программных средств для решения задачи оптимизации составления расписания в учебных заведениях различной аккредитации, рассмотрены и проанализированы ранее предложенные модели и методы для решения данной задачи. Подтверждена актуальность темы в приложении к автоматизации расписания занятий в учебном комплексе. Сформулированы задачи и цели проводимых исследований. Описана модель расписания занятий в тензорной форме, а так же проведена разработка метода балансового планирования учебного комплекса и его графическое представление.

Ключевые слова: расписание, учебный комплекс, тензор, уравнение баланса, преподаватели, аудиторный фонд, группы студентов, поток, дисциплины, пары, кафедра, факультет.

Введение

Совершенствование процесса подготовки специалистов и эффективное использование творческого потенциала профессорско-преподавательского состава университета создания интегрированных компьютерных систем управления учебным процессом. Важное значение в этом получает компьютеризация составления расписаний занятий, что обусловлено необходимостью в оперативном и рациональном составлении расписаний занятий в учебном комплексе с учетом динамики его развития и средств организации обучения [1].

Современная автоматизация составления расписаний занятий в основном базируется на использовании классических методов, которые опираются на точные математические модели.

Однако, очень трудно построить такую математическую модель, которая бы учитывала лингвистический и нечеткий характер данных, требований и пожеланий. Любые попытки упрощения математической модели приводят к получению неадекватного результата.

Таким образом, решение задачи составления расписаний занятий в учебном комплексе с помощью существующих средств оказывается невозможным в следствие неструктурированности, большой размерности, присутствию нечетких количественных и качественных данных и необходимостью явно использовать знания экспертов об особенностях конкретного учебного комплекса[2].

Именно диспетчер учебного комплекса способен эффективно решить задачу составления распи-

саний занятий[3], благодаря своим знаниям и опыту, но ему необходима помощь в автоматизации как рутинной, так и творческой работы. Поэтому, актуально составление расписания занятий в учебном комплексе на основе тензорного исчисления.

В статье представлен анализ проблемы составления расписания занятий в учебном комплексе.

Целью статьи является изложение подхода к решению проблемы составления расписания занятий в учебном комплексе на основе тензорного исчисления.

1. Постановка задачи исследования

Задан ряд следующих объектов предметной области «Расписание занятий в учебном комплексе»: группы, потоки, аудиторный фонд, преподаватели, занятия, пользователи расписания, учебный план.

Каждая группа входит в один или несколько потоков. При объединении групп в один поток используются следующие принципы:

1. Группы в потоке используют один и тот же аудиторный фонд. Например, поток «Основы программирования. 1 курс», состоящий из групп 611п, 612п, 613п, использует аудиторный фонд из одной аудитории на 120 мест.

2. Лекции читаются всему потоку одновременно.

3. У каждого потока есть хотя бы одно занятие.

4. Поток может состоять из одной учебной группы. Например, поток «Инженерия программного обеспечения, предметы по специальности, пятый курс» состоит из одной группы, 657 п2м.

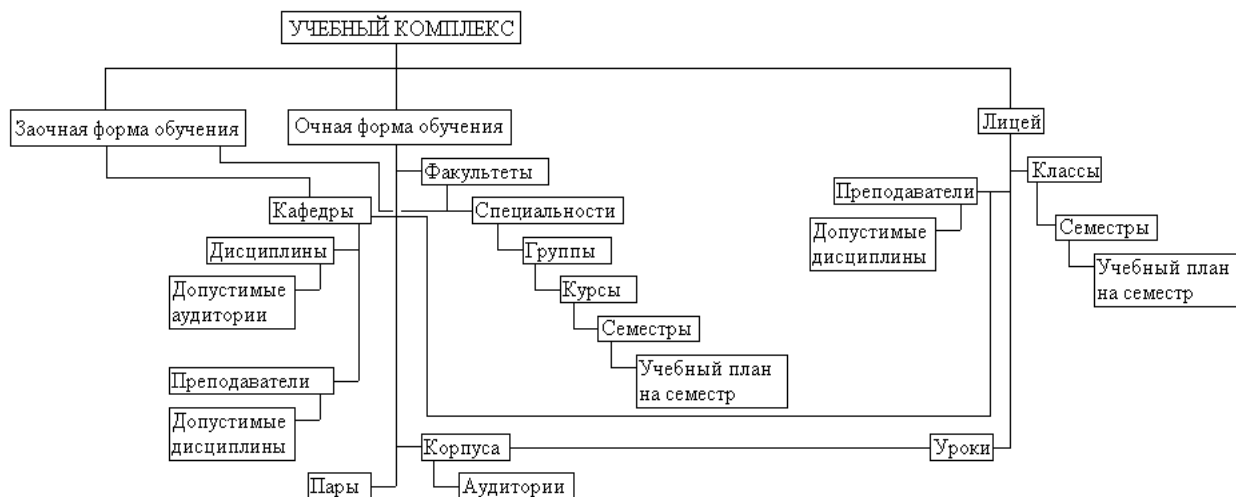


Рис. 1. Учебный комплекс

Преподаватели.

У каждого преподавателя есть нагрузка и семестровый план. А так же индивидуальные пожелания.

Пользователи расписания.

Объединение множества всех групп с множеством всех преподавателей.

Занятия.

Преподаватели проводят лекционные и практические занятия. Лекционные занятия проводятся у всего потока сразу. Практические занятия – только у одной группы; требуют другого аудиторного фонда. Например, практические занятия по программированию должны проходить в компьютерном классе. Глобально уникальным идентификатором занятия будет пара «номер потока – номер занятия на потоке». Занятия существенно зависят от потока. Так, «физика на первом курсе» отличается по содержанию от «физика на втором курсе». Лекционное занятие однозначно идентифицируется парой значений «номер потока – номер лекционного занятия».

Количество лекционных занятий: практическое занятие однозначно идентифицируется тройкой значений «номер потока – номер практического занятия – номер группы».

Количество практических занятий: количество групп в потоке.

Учебный план.

Закрепляет за каждым преподавателем предметы, которые он должен будет провести в течение семестра. Например, преподаватель номер 4 ведет занятия номер 2 из списка лекционных занятий потока номер 1.

Учебный план практических занятий: «номер потока – номер практического занятия – номер группы». Например, у группы с номером 4, которая входит в поток 1, практическое занятие номер 2 ведёт преподаватель 7.

Аудиторный фонд.

Множество аудиторий, где могут быть проведены занятия.

Расписание аудиторий.

Отображение множества занятий на множество аудиторий.

Ограничения.

Введём в задаче следующие ограничения.

1. Один преподаватель в каждый момент времени может проводить не более одного занятия.
2. В одной аудитории в каждый момент времени может проводиться не более одного занятия.
3. У одной группы в каждый момент времени может проводиться не более одного занятия.

Другими словами, для каждых двух пересекающихся потоков в каждый момент времени не может быть разных лекционных занятий в одно и то же время и для каждой группы не может быть разных практических занятий в одно и то же время. Это ограничение удобно проверять, предварительно разбив все занятия на классы. В класс входят все занятия, которые читаются группе персонально или в каком-либо потоке.

Ограничение будет выполнено тогда и только тогда, когда все занятия групп одного класса проводятся в разное время.

2. Тензорная модель расписания занятий

Имеется n кафедр, каждая из которых проводит различные занятия. Количество проведённых занятий кафедрой α в течение семестра обозначим через X_{α} . Совокупность проведённых занятий обеспечивает выполнение заданного учебного процесса – результатом которого является количество часов прочитанных на кафедре для специалистов кафедры u_{α} , а также чтение предметов $X_{\alpha\beta}$ другими кафедрами.

рами рассматриваемой системы X_β . Потребность кафедры β в дисциплинах кафедры α характеризуют так называемые коэффициенты прямых затрат $a_{\alpha\beta}$, численно равные количеству дисциплин кафедры α , читаемых для специалистов кафедры β . Изменение этих коэффициентов возможно при изменении межкафедральных связей. Если считать коэффициенты $a_{\alpha\beta}$ постоянными в течение рассматриваемого периода, то величины межкафедральных дисциплин выражаются формулой

$$x_{\alpha\beta} = a_{\alpha\beta} X_\beta. \quad (1)$$

Количество проведённых занятий кафедрой α равен сумме занятий проведённых для специалистов данной кафедры y_α и совокупности занятий проведённых для специалистов других кафедр $X_{\alpha\beta}$

$$X_\alpha = y_\alpha + \sum_{\beta} x_{\alpha\beta}. \quad (2)$$

Подставляя все значения α от 1 до n , мы получим систему уравнений баланса, а подставляя в (2) $X_{\alpha\beta}$ из (1), получим систему уравнений, в которой $a_{\alpha\beta}$ представляет собой матрицу коэффициентов прямых затрат:

$$X_\alpha = y_\alpha + \sum_{\beta} a_{\alpha\beta} X_\beta. \quad (3)$$

Помимо нагрузки $X_{\alpha\beta}$ кафедрам необходимы дополнительные ресурсы (например, преподаватели, аудиторный фонд, группы студентов).

Потребность кафедры α в ресурсе k характеризуется коэффициентом $b_{k\alpha}$ показывающим количество ресурса $r_{k\alpha}$, необходимого для проведения занятия. Тогда количество ресурса $r_{k\alpha}$, необходимого для выполнения X_α

$$r_{k\alpha} = b_{k\alpha} X_\alpha. \quad (4)$$

Потоки $r_{k\alpha}$ и $x_{\alpha\beta}$, обеспечивающие возможность производства X_α , также должны быть определены в ходе решения.

Распределение читаемых дисциплин для трех кафедр наглядно изображено на рис. 1.

Исходя из (3), мы получим совокупность проведённых занятий учебным комплексом, обеспечивающие учебный план.

$$X_\beta = (b_{k\alpha} - a_{\alpha\beta})^{-1} y_\alpha, \quad (5)$$

где $\delta_{\alpha\beta}$ – единичная матрица.

Подставляя вычисленное значение X_α из (5) в (1) и (4), мы получим количество межкафедральных занятий в учебном комплексе.

Матрица $(\delta_{\alpha\beta} - a_{\alpha\beta})$, обозначается как $(I - A)$.

Ее размер равен числу n кафедр. Время расчета обратной к ней матрицы в (5) растет пропорционально n^3 и с усложнением структуры учебного комплекса быстро начинает превышать потребности оперативного планирования, управления. Тем более затруднен поиск оптимального расписания, требующий многократного обращения $(I - A)$ и сравнения получаемых расписаний занятий.

Представим себе, будто все кафедры не работают, не читаются дисциплины, но все подготовлено к началу учебного процесса. Дан сигнал к действию: каждому преподавателю, кафедры α определен план – количество читаемых часов дисциплины y_α . Кафедрой начинают читать дисциплины в количестве $X_\beta^0 = y_\beta$.

Однако оказывается, что этого недостаточно, потому что кафедры используют также дисциплины друг друга в соответствии с (1). Другими словами, необходимо увеличить число читаемых часов для того, чтобы обеспечить чтение дисциплин для других кафедр.

Обозначим количество читаемых часов для других кафедр как X_β^1 , он равен

$$X_\beta^1 = X_\beta^0 + a_{\alpha\beta} X_\beta^0 = y_\beta + a_{\alpha\beta} y_\beta. \quad (6)$$

Растущее количество часов требует увеличение нагрузок для обеспечения прироста.

Заключение

Анализ публикаций, посвященных автоматизации составления расписания учебных занятий показал, что на сегодняшний день актуальной является проблема составления расписания для учебного комплекса, как учебного заведения нового типа.

Представлены содержательная и формальная постановка задачи автоматизированного составления расписания занятий в учебном комплексе, с учетом специфики каждого его элемента.

Показана адекватность математического аппарата тензорного исчисления для описания процессов составления расписания для учебного комплекса.

Изложенные результаты составляют методическую основу для создания специализированной диалоговой компьютерной системы как элемента комплексной автоматизации учебного процесса.

Литература

1. Пайкерс, В.Г. Методика составления расписания в образовательном учреждении [Текст] / В.Г. Пайкерс. – М.: АРКТИ, 2001. – 112 с.

2. Гусаков, В.П. Автоматизированная система поддержки принятия решений распределения аудиторного фонда вуза [Текст] / В.П. Гусаков, А.В. Шпак. – М.: ИТО, 2004. – 180 с.

3. Рубина, Т.Б. Применение метода замещений

для решения задачи составления расписания учебных занятий [Текст] / Т.Б. Рубина // Сб. тр. IX междунар. конф.-выставки "Информационные технологии в образовании" ("ИТО-99") – М.: ИТО, 1999. – С. 134 - 136.

Поступила в редакцию 15.05.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Э.Г. Петров, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ СКЛАДАННЯ РОЗКЛАДУ ЗАНЯТЬ НА ОСНОВІ ТЕНЗОРНОГО ОБЧИСЛЕННЯ В УЧБОВОМУ КОМПЛЕКСІ

І.В. Шостак, К.Е. Яновська, С.В.Розсоха

Наведено аналітичний огляд існуючих програмних засобів для вирішення задачі оптимізації складання розкладу в навчальних закладах різного акредитації, розглянуті і проаналізовані раніше запропоновані моделі та методи для вирішення даного завдання. Підтверджено актуальність теми в додатку до автоматизації розкладу занять у навчальному комплексі. Сформульовано завдання і цілі досліджень, що проводяться. Описана модель розкладу занять в тензорній формі, а так само проведена розробка методу балансового планування навчального комплексу та його графічне представлення.

Ключові слова: розклад, навчальний комплекс, тензор, рівняння балансу, викладачі, аудиторний фонд, групи студентів, потік, дисципліни, пари, кафедра, факультет.

AUTOMATION OF PROCESS FORMING SCHEDULED OF LESSONS BASED ON THE TENSOR IN TRAINING COMPLEX

I. V. Shostak, K. E. Yanovskaya, S. V. Rozsokha

An analytical review of existing software tools for solving the optimization problem of scheduling in schools of various accreditation, examined and analyzed the previously proposed models and methods for solving this problem. Confirmed the relevance of the topic in the annex to automate scheduling classes in the school complex. Stated goals and objectives of the research. A model timetable in tensor form, as well as the balance held to develop a method of planning the school complex and its graphical representation.

Key words: scheduling, training complex, tensor, the equation of balance, teachers, classroom Fund, a group.

Шостак Игорь Владимирович – д-р техн. наук, профессор кафедры инженерии программного обеспечения Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail: iv_shostak@rambler.ru.

Яновская Ксения Эдуардовна – магистрант кафедры инженерии программного обеспечения Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail: KillaKilla@mail.ru.

Розсоха Сергей Владимирович – канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры инженерии программного обеспечения Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail: sergey.rossokha@gmail.com.