УДК 519.872

МОДЕЛИРОВАНИЕ СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЯ ЗАНЯТИЙ С УЧЕТОМ ПОТОКОВ

Димитриев Александр Петрович

канд. тех. наук
Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, Чебоксары

author@apriori-journal.ru

Аннотация. В данной работе разрабатывается и исследуется математическая модель расписания учебных занятий. Модель основана на использовании математического аппарата теории графов. Модель состоит из шести подсетей, соответствующих учебным дням недели. Разрабатывается также математическая модель, сходная с первой, которая использует в качестве основы математический аппарат раскрашенных сетей Петри. Она моделирует динамику процесса составления расписания.

Ключевые слова: расписание учебных занятий; группа; аудитория; транспортная сеть; сеть Петри.

MODELING OF SCHEDULING LESSONS WITH ACCOUNTING OF THREADS

Dimitriev Alexander Petrivich

candidate of engineering
Chuvash State University named after I.N. Ulyanov, Cheboksary

Abstract. In this paper, develop and study mathematical model of the schedule of lessons. The model is based on the mathematical theory of graphs. The model consists of six subnets, appropriate training days. Also develop mathematical model similar to first one that uses as the basis mathematical apparatus of colored Petri nets. It models dynamics of the process scheduling.

Key words: schedule of lessons; group; auditorium; transport network; Petri net.

Введение

Составление расписания учебных занятий является актуальной задачей для любого высшего учебного заведения каждый семестр. Так как расписание можно составить по-разному, естественно желание составить его лучше, т.е. более оптимально. Составить наилучшее расписание – это такая задача, решить которую невозможно вследствие комбинаторного взрыва [1; 2]. Однако следует все-таки по возможности выбирать лучшие варианты расписания учебных занятий. Это прямо или косвенно полезно для учебного процесса и в итоге способствует повышению качества выпускаемых вузом специалистов. С целью изучения рассматриваемой задачи в данной работе производится математическое моделирование расписания учебных занятий. Математическое моделирование означает, прежде всего, выбор математического аппарата и разработку математической модели.

Модель расписания на основе транспортной сети

На рис. 1 изображена предлагаемая модель составления расписания на основе транспортных сетей как разновидности графов. Моделирование на подобном математическом аппарате осуществлялось в [3], однако в статье применялась нечеткая логика. К работам автора по теории графов, в частности, относится [4], а по нечетким множествам – [5], при этом работа [4] связана с комбинаторной задачей, также как и задача составления расписания.

Модель на рис. 1 без нечеткой логики и упрощенная, так как не учитывается такой ресурс, как преподаватели. Однако она позволяет применить для моделирования теорию графов.

Сеть разбита на шесть подсетей, соответствующих дням недели с понедельника по субботу. На рис. 1 изображены две такие подсети – для понедельника и вторника.

Здесь имеется несколько видов вершин:

а) окружности малого размера;

б) окружности обычного размера;

в) окружности, расчерченные линиями;

г) окружности, обведенные окружностями.

Внутри некоторых видов окружностей записаны обозначения. Как правило, это аудитория, соответствующая той или иной паре одного из дней недели. Из них исходят дуги с записанной рядом пропускной способностью. Она равна числу посадочных мест аудитории либо, для нижних окружностей дней недели, бесконечности, что означает нахождение студентов вне учебного заведения.

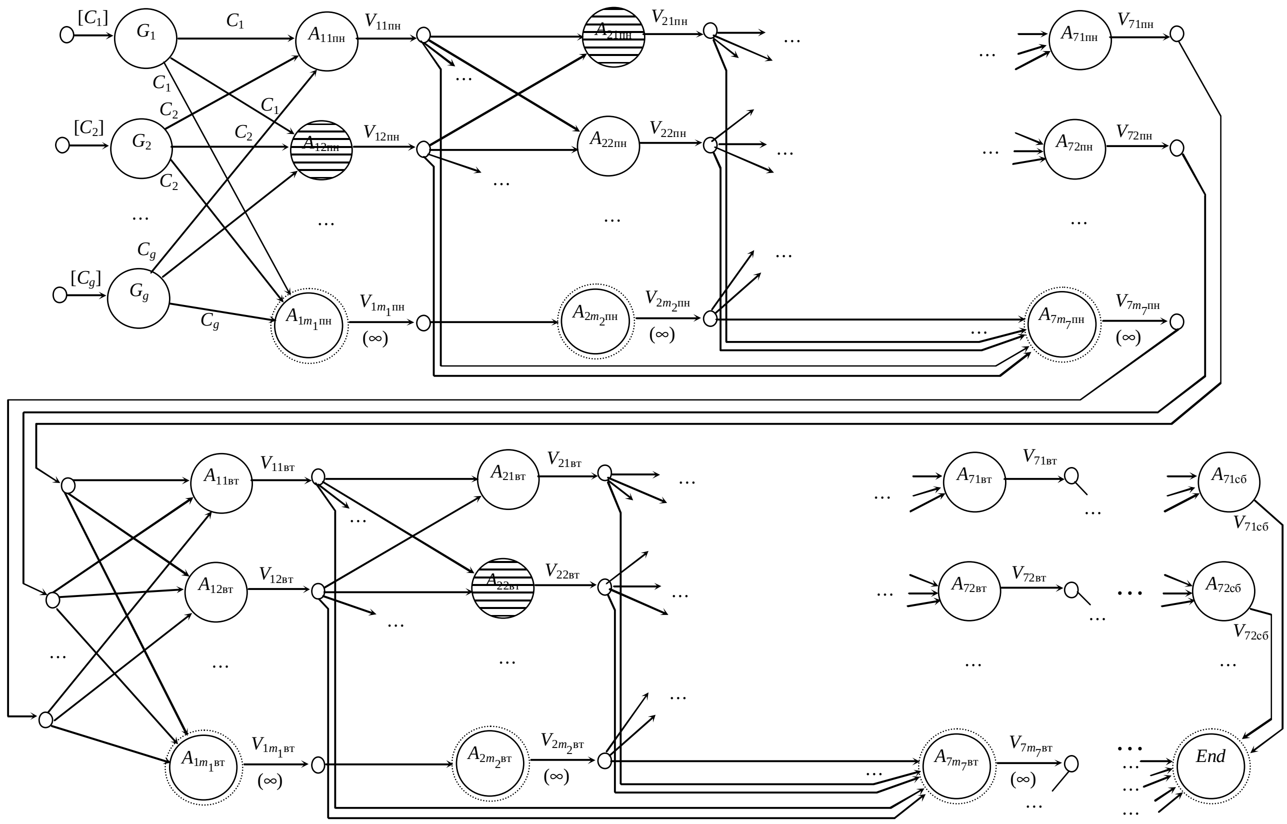

Рис. 1. Модель составления расписания
на основе транспортной сети

Первоначально поток исходит из левых вершин подсети, соответствующей понедельнику и обозначен в квадратных скобках. Его нужно распределить по аудиториям в течение всей недели так, чтобы реализовать семестровый учебный план. План в модели не представлен, но его можно рассматривать как внешние данные, доступные тому, кто занимается распределением.

Сразу после левых вершин имеется набор вершин, соответствующих учебным группам. Из них исходят дуги с определенной пропускной способностью. Пропускная способность той или иной дуги равна числу студентов в группе, направляющие студентов либо в одну из аудиторий, либо вне учебного заведения, если все выделенные аудитории достаточной вместимости уже заняты.

Структура сети такова, что с утра студенты могут прийти на любую пару и заниматься без «окон». Если им не нашлось места после прохождения некоторого занятия, они в этот день отправляются домой без возможности возврата. Это моделируется длинными изогнутыми стрелками, такими как из малой окружности после $A_{11пн}$ в $A_{7m7пн}$, означающей, что в понедельник после присутствия первой парой в первой аудитории понедельника они свободны до времени после седьмой пары.

Вершины, расчерченные линиями, представляют собой поточные аудитории, куда помещаются несколько групп студентов. После выхода из них студенты разных групп, находившиеся вместе, снова могут разделиться по группам. Обозначение введено для наглядности рисунка.

Поток студентов, определенный в квадратных скобках, не меняется до конца сети (попадания в вершину «*End*») в любом из разрезов, отделяющих одну пару от другой. При этом часть студентов учатся в аудиториях, а остальные находятся дома. Задачей составления расписания в данном случае является определение того, по каким из дуг будет проходить моделирующий транспортный поток.

Задачей здесь не является определение максимального потока, как в транспортных сетях [2]. Поток известен заранее и не может быть изменен, это общая численность студентов всех групп. Они все должны пройти семестровый план, что определяется их наличием в той или иной аудитории, а не только вне учебного заведения.

Модель на раскрашенных сетях Петри

На рис. 2 изображена модель составления расписания с теми же особенностями, как и для модели на основе транспортной сети, но на основе сети Петри [1; 6].

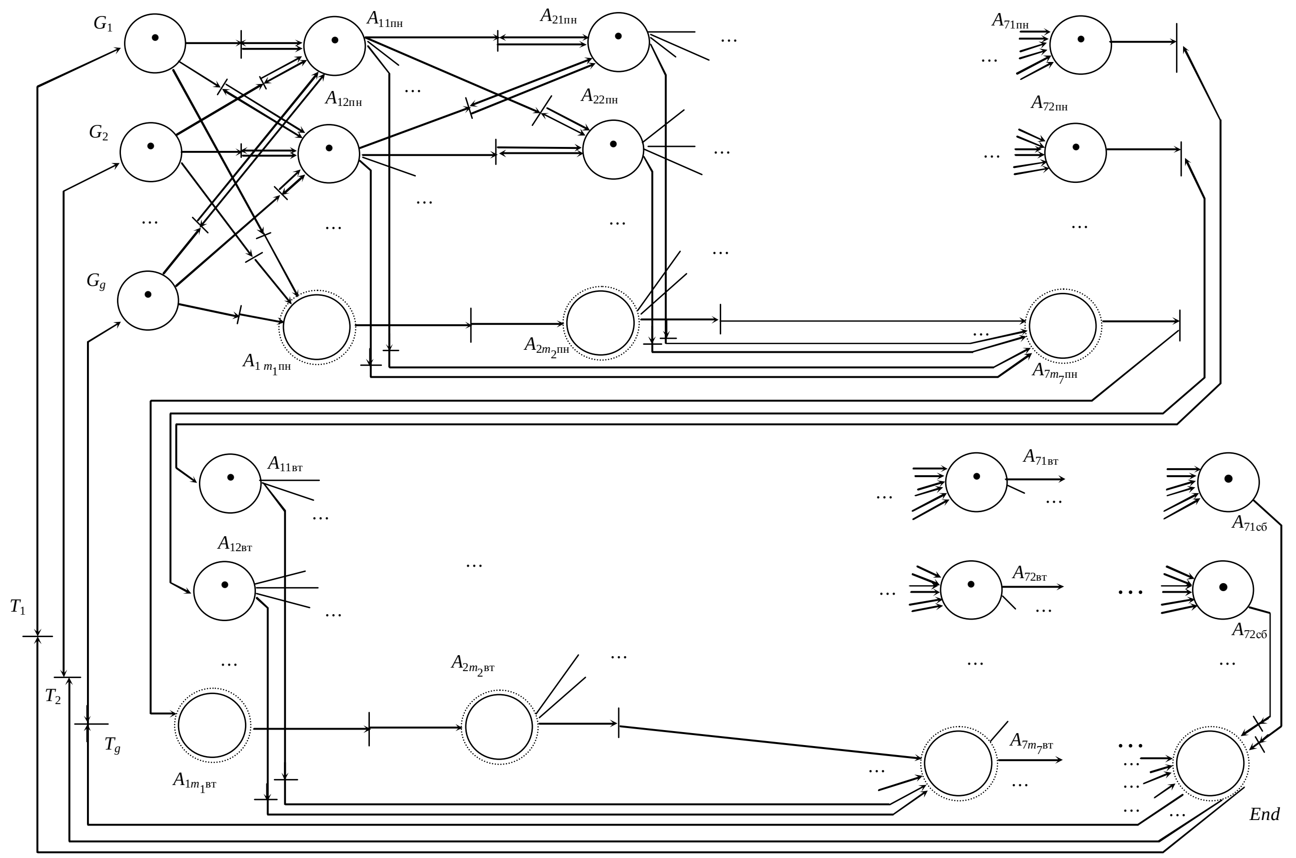

Рис. 2. Модель составления расписания на основе сети Петри

В модели на рис. 2 учитывается вместимость аудиторий и численность студенческих групп. Сеть Петри раскрашенная. Цвета маркеров в позициях, в обозначениях которых использован первый символ «*А*» (моделирующих аудитории каждой пары в течение недели), содержат в себе атрибуты занятия.

Если на занятии должны находиться несколько групп (поток), то переход, ведущий к такой позиции, обладает повышенным приоритетом для того, чтобы эти группы не разошлись по разным аудиториям. Чтобы на такое занятие попала первая группа, в первую очередь проверяется вместимость аудитории, чтобы туда поместилась не только эта, но и все необходимые группы. Это определяется логикой раскрашенной сети Петри.

Любая позиция, моделирующая аудиторию, содержит маркер с одним из цветов «вместимость аудитории», на основании которого определяется, является ли ведущий в нее переход возбужденным (а также условием является существование неразмещенных записей семестрового плана).

Если пока проведение занятия в ней не запланировано, то условие соответствующего перехода, разрешающего его возбуждение по признаку «свободна», является истинным. При срабатывании этого перехода:

– запись плана маркера помечается как размещенная;
– цвет маркера позиции, моделирующей аудиторию, становится «занято для данного занятия»;
– уменьшается значение оставшейся вместимости соответствующей аудитории.

Маркеры «циркулируют» по сети, начиная с позиций $G_1, ..., G_g$, где g – число групп, до тех пор пока все занятия не будут размещены по аудиториям. Это определяется отсутствием возбужденных переходов. Переходы $T_1, ..., T_g$ возбуждены, если еще не весь семестровый учебный план соответствующей группы реализован в расписании учебных занятий, моделируемом данной сетью Петри.

Когда расписание будет построено, все маркеры, представляющие группы, окажутся в позиции «*End*». Цветами таких маркеров являются записи семестровых планов групп с указанием, внесены ли они в расписание.

Так же, как и для предыдущей модели, сеть состоит из фрагментов, представляющих дни недели и пары, нижние позиции в которых означают прохождение маркеров без внесения в расписание в данное время. Но это, возможно, временно, так как маркеры могут сделать несколько кругов по сети и все же разместить занятие в это время.

Заключение

Сравним модели на основе транспортной сети, которая была предложена в предыдущей статье данного сборника, и в настоящей статье, на основе математического аппарата раскрашенных сети Петри. Необходимо отметить, что предлагаемая раскрашенная сеть Петри допускает расширение модели с помощью добавления учета свободного времени преподавателей. Необходимо также иметь в виду, что сеть Петри моделирует сам процесс составления расписания, а в предыдущей модели явным образом этого не видно. Если нужно было бы смоделировать, как студенты проходят обучение по уже составленному расписанию учебных занятий, то этой теме, в частности, посвящена статья [7].

Список использованных источников

1. Желтов В.П., Димитриев А.П. Стохастическая оптимизация расписания на сетях Петри. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2001. 213 с.
2. Рейнгольд Э., Нивергельт Ю., Део Н. Комбинаторные алгоритмы: Теория и практика. М.: Мир, 1980. 476 с.
3. Prade H. Using fuzzy set theory in scheduling problem: a case study // Fuzzy Sets and Systems. 1979. V. 2. № 2. P. 153-165.
4. Павлов М.Ю., Желтов В.П., Димитриев А.П. Алгоритм определения хроматического числа графа // Наука, образование, культура: Материалы XXX студ. науч. конф. Чебоксары: Чуваш. ун-т. 1996. С. 110.
5. Малышев А.В. Желтов В.П., Димитриев А.П. Применение нечетких множеств в дискретной оптимизации // Информационные технологии в электротехнике и электроэнергетике: Матер. III всерос. науч.-техн. конф. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2000. С. 381-382.
6. Желтова Л.В., Желтов В.П. Моделирование систем и дискретные математические модели: Текст лекций. Чебоксары: Чуваш. ун-т, 1995. 124 с.

7. Димитриев А.П. Моделирование усвоения и применения учебного материала на раскрашенных сетях Петри // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 4. [Электронный ресурс]. http://www.science-education.ru/118-14367 (дата обращения: 20.08.2014).