

С.П. Семенов, Я.Б. Татаринцев

## Сравнительный анализ подходов к автоматизации составления расписаний учебных занятий в образовательных учреждениях

*Ключевые слова:* расписание занятий, системы планирования ресурсов предприятия, корпоративные информационные системы (КИС).

*Key words:* timetable of employment, enterprise resource planning system (ERP), corporate information systems (CIS).

**Введение.** Составление расписания – одна из наиболее распространенных задач в планировании и оптимизации учебного процесса в образовательных учреждениях. От того, насколько хорошо составлено расписание, зависит эффективность работы преподавателей, усвоение учебного материала студентами, рациональное использование интеллектуальной и материальной баз вуза.

Тема автоматизации составления расписания – достаточно классическая задача в системах управления учебным процессом вуза, но на данный момент нет единого, общепринятого способа ее решения.

**Существующие методы составления расписания.** В общей постановке задача составления расписания представляет собой процесс распределения некоторого конечного набора событий во времени в условиях ресурсных и других ограничений.

В качестве исходных данных для составления расписания выступают списки групп студентов, дисциплин, а также учебная нагрузка на группы. Имеющийся ресурс выражен в качестве списка преподавателей, которые могут читать некоторые предметы в заданных группах, списка аудиторий, количества учебных дней в неделю, максимального количества занятий в день.

Необходимо составить оптимальное расписание занятий для каждой группы по дням недели, распределить учебные аудитории в каждый из дней недели, распределить нагрузку на преподавателей по дням с учетом их пожеланий. То есть наиболее удобным образом распределить имеющиеся ресурсы в соответствии с запросами и выделить время для занятий каждой группы.

Существование удачно составленных расписаний говорит о том, что задача составления оптимального расписания разрешима, или хотя бы о том, что для нее существуют допустимые решения.

Составление расписания относится к задачам целочисленного программирования, сложность решения которых растет экспоненциально с ростом числа и возможных значений варьируемых переменных (такие задачи относятся к классу NP-трудных задач). Кроме того, для нее характерно наличие большого объема различной по своему составу ис-

ходной информации и большого числа трудноформализуемых требований. Указанные сложности препятствуют автоматизации процедуры составления расписания, несмотря на наличие широкого спектра методов целочисленного программирования [1, с. 99].

В работах [2–4] подробно рассмотрены подходы, основанные на так называемых точных (классических) методах и алгоритмах целочисленного программирования. В [5, 6] описан метод раскраски графов. Кроме того, применяются методы полного перебора, ветвей и границ, а также эвристические методы, в том числе основанные на генетических алгоритмах [1, 6].

С помощью данных методов возможно получение точной математической модели, отвечающей всем ограничениям, но в силу NP-сложного характера задачи составления расписания эта модель будет громоздкой и сложной. Чтобы избежать этого, применяется имитационное моделирование. В этом случае алгоритм оперирует непосредственно расписанием и списком занятий, которые необходимо включить в расписание (учебным планом). Процесс составления начинается с пустого расписания, когда все занятия находятся в списке неучтенных занятий. Далее алгоритм переходит от одного незаконченного расписания к другому, стремясь наилучшим образом расставить все занятия, включенные в список. Процесс продолжается до тех пор, пока не будет сформировано полное расписание или выполнится фиксированное количество итераций.

При реализации алгоритма, основанного на принципах имитационного моделирования, особое внимание уделяется разработке эвристических правил выбора очередного занятия из списка, определения наилучшей для него позиции в расписании и оценке получаемого расписания.

К положительным чертам такого подхода можно отнести возможность детального учета специфики решаемой задачи в случае составления расписания для конкретного вуза. Однако при этом сильно ограничивается возможность применения разработанной системы в других учебных заведениях. Кроме того, по-видимому, понадобится вносить существенные изменения в алгоритм при незначительных внутренних изменениях в вузе.

Так как алгоритм основан на действиях, совершаемых диспетчером при составлении расписания, то существует возможность организации деятельного диалога между пользователем и системой при поиске оптимального расписания [3, 7].

**Подходы к автоматизации составления расписания.** Во многих вузах Российской Федерации расписание формируется в ручном режиме, составляется оно на картонных планшетах, мелким почерком карандашом на них наносится сетка расписания. В таком же виде они распространяются по факультетам и кафедрам. Найти нужную информацию или сделать определенную выборку в такой ситуации крайне затруднительно. Поэтому как минимум необходимо автоматизировать ввод и хранение информации о расписании занятий.

Существующие программные продукты позволяют достаточно успешно формировать расписание занятий в автоматическом режиме, но при этом теряются опыт и устойчивая привычная структура расписания, полученные при ручном составлении. Кроме того, такие программы чаще всего используют локальный подход, т.е. автоматизацию только одного отдела, ответственного за составление расписания. Сотрудникам этого отдела требуется провести трудоемкий процесс ввода исходной информации в единую базу данных.

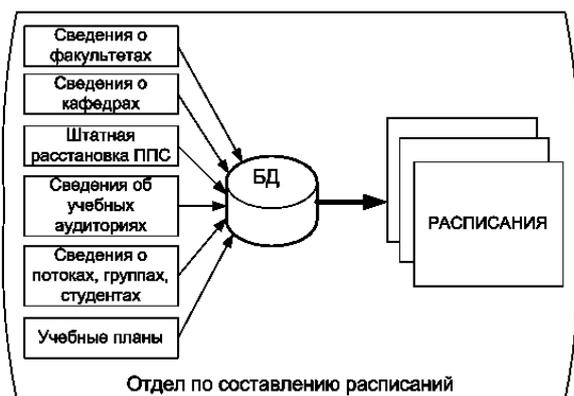


Рис. 1. Поток данных при локальном подходе

Как видно из схемы на рисунке 1, соотношение объема входных и выходных данных настолько велико, что имеют место необоснованные потери времени, возникающие при подготовке значительного объема входных данных только для составления расписания. Возможность же использования базы данных для решения других задач отсутствует.

Для решения этой проблемы необходимо вменить в обязанности ввод каждого блока информации соответствующим службам, непосредственно отвечающим за эти данные, которые будут контролировать, поддерживать актуальность и нести ответственность за вводимую информацию. Сведения о преподавателях – отдел кадров; учебные планы и дисциплины – учебно-методический отдел; группы и студенты – деканаты факультетов. Кроме того, необходимо заинтересовать эти службы во вводе данных в информационную систему, например, возможностью автоматизировать их бизнес-процессы, наладить поиск и устранение критических ошибок, а также возможностью формировать различные выборки, используя

консолидированные данные из различных блоков информации.

Таким образом, схема потоков данных примет вид, представленный на рисунке 2.



Рис. 2. Поток данных при системном подходе

Это и есть принципиальная схема системного подхода к автоматизации составления расписаний вуза, т.е. автоматизации всех бизнес-процессов, связанных с предметной областью расписания. Именно это позволит автоматизировать рутинные, а окончательный выбор при принятии решения оставить за пользователем.

При локальном подходе процесс автоматизации составления расписания достаточно трудоемок. К положительным моментам можно отнести, что разработать информационную систему, реализующую данный подход, Вуз может своими силами, в достаточно короткий срок и с минимальными финансовыми затратами. Примером может служить информационно-поисковая система «Электронное расписание занятий Алтайского государственного университета», разработанная штатными сотрудниками университета с применением упрощенного локального подхода. База данных содержит всего 10 справочников, хранящих необходимый для составления расписания минимум информации. Главные задачи при разработке информационной системы: автоматизация ввода расписаний занятий с учетом специфики вуза, автоматизация поиска и устранения накладок, возникающих при составлении расписаний, а также предоставление расписаний занятий в различных разрезах всем заинтересованным пользователям с помощью web-интерфейса. Данная информационная система является примером успешной лоскутной автоматизации, т.е. автоматизации одной отдельной части всего учебного процесса. Это снижает эффективность ее использования, так как отсутствует связь с другими объектами деятельности университета.

Для реализации системного подхода требуется внедрение корпоративной информационной системы (КИС) класса ERP, т.е. системы управления ре-

сурсами предприятия. Для разработки такой системы необходимы опытная команда программистов и достаточно длительный период разработки или же приобрести готовый программный продукт, который может быть быстро адаптирован к конкретному образовательному учреждению. Проблемы при внедрении КИС заключаются в том, что сотрудникам различных служб придется заполнять множество различных справочников и таблиц, содержащих информацию, которая относится к их службам, но напрямую используется только в других подразделениях. Например, сведения о посадочных местах заполняются в инженерно-технической службе, но используются только в отделе по составлению расписаний. Кроме того, возможно придется изменять устоявшиеся бизнес-процессы, подстраивая их под функционалы новой системы. Все это потребует поддержки и заинтересованности руководства вуза, а также введения регламента работ соответствующих служб.

Примером реализации системного подхода служит разработка комплексной информационной системы управления вузом в Югорском государственном университете на базе контуров и модулей корпоративной информационной системы «Галактика ERP». Главная ее цель – избежать лоскутной автома-

тизации, когда для каждой критической области, в том числе и для составления расписания, применялась отдельная система. В первую очередь были внедрены модули «Управление персоналом», «Управление контингентом студентов», «Управление недвижимостью». В настоящее время по заказу Югорского государственного университета специалистами корпорации «Галактика» разработаны четыре новых модуля контура «Управление учебным процессом» (подробнее о внедрении данного контура см.: [8]).

**Выводы.** В результате анализа существующих методов и подходов составления расписания можно сделать вывод об экономической нецелесообразности применения полностью автоматизированных систем составления расписаний в средних и крупных вузах, из-за трудоемкости построения точных математических моделей. Эффективным решением задачи является применение системы диалогового процесса составления расписания, построенного с использованием системного подхода и являющегося частью корпоративной управленческой информационной системы. Этот подход обеспечит хранение всей необходимой и актуальной информации для составления расписания, а окончательное решение будет принимать сотрудник отдела по составлению расписаний.

### Библиографический список

1. Кабальнов, Ю.С. Композиционный генетический алгоритм составления расписания учебных занятий / Ю.С. Кабальнов, Л.И. Шехтман, Г.Ф. Низамова, Н.А. Земченкова // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2006. – Т. 7, №2.
2. Логоша, Б.А. Комплекс моделей и методов оптимизации расписания занятий в вузе / Б.А. Логоша, А.В. Петропавловская // Экономика и математические методы. – 1993. – Т. 29, №4.
3. Брезгинов, А.Н. Обзор существующих методов составления расписаний / А.Н. Безгинов, С.Ю. Трегубов // Информационные технологии в программировании. – М., 2005. – №2(14).
4. Рубальская, О.Н. Автоматизированные системы составления учебных расписаний / О.Н. Рубальская, Г.Б. Рубальский // Новые информационные технологии в образовании: аналитические обзоры по основным направлениям развития высшего образования. – М., 2001.
5. Burke, E.K. A University Timetabling System Based on Graph Colouring and Constraint Manipulation / E.K. Burke, D.G. Elliman, R.F. Weare // Journal of Research on Computing in Education. – 1993.
6. Клемент, Р. Генетические алгоритмы: почему они работают? Когда их применять? / Р. Клемент // Компьютерра. – 1999. – №11.
7. Muller, T. Some Novel Approaches to Lecture Timetabling / T. Muller // In Proceedings of the 4th Workshop of Constraint Programming for Decision and Control, CPDC'2002. Gliwice. – September 2002.
8. Семенов, С.П. Интегрированная информационная модель управления современным образовательным учреждением // С.П. Семенов, Т.Д. Карминская // Известия ОрелГТУ. Сер.: Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии: информационные системы и технологии. – 2008. – №1–4/269 (544).