

На правах рукописи

МАКАРЦОВА Екатерина Алексеевна

**СРЕДСТВА МОДЕЛИРОВАНИЯ И ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ
В ЗАДАЧЕ ФОРМИРОВАНИЯ НАЧАЛЬНОГО РАСПИСАНИЯ
ЗАНЯТИЙ**

Специальность 05.13.18 – Математическое моделирование,
численные методы и комплексы программ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Макарьова

Саратов 2006

Диссертация выполнена в ГОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет»

- | | |
|-----------------------|---|
| Научный руководитель | - кандидат технических наук, доцент
Клеванский Николай Николаевич |
| Официальные оппоненты | - доктор технических наук, профессор
Львов Алексей Арленович
- доктор технических наук, профессор
Кузнецов Валентин Николаевич |
| Ведущая организация | - Саратовская государственная академия права |

Защита диссертации состоится 21 апреля 2006 года в 13⁰⁰ на заседании диссертационного совета Д 212.242.08 при Саратовском государственном техническом университете по адресу: 410054, г. Саратов, ул. Политехническая, 77, корп. 1, ауд. 319.

С диссертацией можно ознакомиться в научно-технической библиотеке Саратовского государственного технического университета.

Автореферат разослан «20» марта 2006 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Большаков А.А.

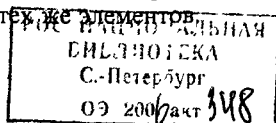
ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Актуальность исследования. Информатизация процессов управления деятельностью высшего учебного заведения отнесена к одному из основных направлений «Концепции информатизации высшего образования РФ». Информационные системы различной степени интеграции созданы для управления учебным процессом. В большинстве случаев они представляют собой совокупность разрозненных подсистем, каждая из которых решает свою отдельную задачу, используя локальную базу данных (БД).

Составление расписания занятий является одной из самых сложных задач информатизации учебного процесса, характеризуемой значительной трудоемкостью, а ее успешная реализация возможна только при учете всех подразделений учебного заведения. Автоматизация подготовки расписания занятий наиболее эффективна в рамках интегрированной системы управления учебным процессом. Вместе с тем большинство известных систем автоматизированного составления расписания занятий являются автономными, не интегрированными системами, требующими ввода больших объемов входной информации, как правило, сходного характера.

Составление расписания занятий, являясь итерационным процессом, состоит вместе с тем из двух основных этапов. На первом этапе формируется начальное расписание на основе исходных данных об аудиторной нагрузке преподавателей. Основная проблема здесь связана со стратегией включения в расписание всей нагрузки. Расписание должно быть непротиворечивым и, по возможности, оптимальным. Непротиворечивость связана с соблюдением обязательных ограничений: у академической группы или преподавателя в одно и то же время может быть только одно занятие, отсутствие «окон» в занятиях студентов и др. Оптимальность расписания обеспечивается соблюдением желательных ограничений. Например, минимизация количества «окон» у преподавателей и/или равномерность распределения занятий студентов по дням недели и др. Всё это определяет сложность формирования начального расписания, а также его существенную значимость для следующего этапа. На втором этапе производится глобальная корректировка расписания с целью его оптимизации. Методы глобальной корректировки расписания рассмотрены в диссертации Костина С.А. «Модели и методы многокритериальной оптимизации начального расписания занятий».

Основное отличие между этапами заключается в характере входных данных и способах их обработки. Входные данные первого этапа как объекта формализации являются неупорядоченным множеством элементов, отдельные атрибуты которых представляют три распределяемых ресурса - учащихся, преподавателей и учебные аудитории. Входные данные второго этапа являются упорядоченным во времени множеством тех же элементов.



Задача первого этапа заключается в упорядочении неупорядоченного множества, тогда как задача второго этапа связана с обработкой уже упорядоченного множества. Следует также отметить идентичность обязательных ограничений для задач обоих этапов и различие в наборах желательных ограничений. Решение задач второго этапа существенно зависит от эффективности решения задач первого этапа.

В составлении начального расписания занятий используются два подхода. В первом первоначально распределяются два ресурса – контингент учащихся и учебные аудитории, то есть формируется «сетка» занятий, заполняемая затем занятиями конкретных преподавателей. Во втором подходе начальное расписание формируется на основе одновременного распределения всех трех ресурсов (учащиеся, преподаватели, аудитории).

Уменьшение числа распределяемых ресурсов в первом подходе (работы Ерунова В.П., Морковина И.Н.) упрощает алгоритмы решения, кроме того, возможны минимизация количества требуемых учебных аудиторий и обеспечение равномерности загрузки академических групп. Оптимизация работы преподавателей при этом затруднена.

Второй подход (работы Давыдова С.В., Лагоша Б.А., Петропавловской А.В., Пантелеева Е.Р.) требует более сложных и трудоемких в вычислительном плане алгоритмов, но позволяет оптимизировать загруженность трех основных ресурсов, благодаря чему он был принят к использованию в данной работе.

Практически не исследованными при составлении начального расписания занятий являются:

- реализация подсистем подготовки расписания занятий в составе интегрированных систем управления учебным процессом вуза, приводящих к значительному уменьшению требуемой исходной информации;
- подходы с использованием рассчитываемых на каждой итерации приоритетов не включенных в расписание элементов входного множества, благодаря чему возможно автоматическое управление выбором элементов с наиболее загруженными ресурсами и их включением в формируемое расписание;
- вопросы создания средств генерации тестовых заданий для задач составления расписания занятий. Использование этих средств обеспечит отладку и анализ процессов составления начального расписания занятий.

Изложенное определяет актуальность диссертационной работы, целью которой является разработка, исследование и реализация математических моделей и методов составления начального расписания занятий для интегрированной системы управления учебным процессом вуза.

К основным задачам работы, обеспечивающим достижение указанной цели, отнесены:

- разработка метода составления начального расписания занятий для интегрированных систем управления учебным процессом вуза;
- реализация алгоритмов составления начального расписания занятий вуза;
- разработка средств генерации тестовых заданий;
- исследование характеристик разработанных методов и алгоритмов

Объект исследования – теория расписаний.

Предмет исследования – задача подготовки расписания занятий вуза.

Методологическая и теоретическая основа исследования - в диссертационной работе использован математический аппарат теории множеств, исследования операций, теории графов и целочисленного линейного программирования, а также общей теории расписаний.

В работе использованы методы системного анализа, статистики, оптимизации, компьютерной графики.

Научная новизна исследования состоит в следующем:

- разработана модель расписания занятий на основе учебных поручений в составе общей модели управления учебным процессом вуза;
- предложен метод решения задачи формирования начального расписания занятий, отличающийся от известных решений:
 - возможностью реализации в интегрированных системах управления учебным процессом вуза;
 - сочетанием многокритериальной выборки ресурсов с многокритериальной оценкой их включения в расписание занятий. Многокритериальная оценка в отличие от всех существующих производится по сформированной части расписания, а не для всего расписания, и носит прогностический характер, а ее применение прямо влияет на эффективность решений второго этапа – оптимизации начального расписания;
- впервые реализован алгоритм составления начального расписания занятий вуза с использованием многокритериальной выборки на основе переопределяемых на каждой итерации критериев загруженности основных распределяемых ресурсов и многокритериальной оценки принимаемых решений по расстановке. В отличие от весовых коэффициентов вообще критерии загруженности являются объективными характеристиками, не зависящими от суждений разработчика.

На защиту выносятся:

- математическая модель и формализованная постановка задачи составления начального расписания занятий вуза, в которой учитываются требования интегрированной системы управления учебным процессом вуза;
- метод составления начального расписания занятий вуза на основе многокритериальной выборки с использованием переопределяемых крите-

риев загруженности основных ресурсов – академических групп, преподавателей, учебных аудиторий и многокритериальной оценки для выбора времени и места проведения занятий;

- методика разработок тестовых заданий, соответствующих образовательным стандартам высшего образования и учебным планам технических специальностей, для задачи составления расписания занятий вуза.

Практическая значимость работы - предложенные в диссертации модели, методы и алгоритмы используются при разработке и практической реализации информационных систем управления учебным процессом вуза.

Апробация результатов исследования - предложенные в диссертации модели, методы и алгоритмы были использованы при разработке и практической реализации информационных систем управления учебным процессом вуза. Система прошла внедрение в Саратовском государственном техническом университете и Саратовской государственной академии права и продолжает совершенствоваться.

Основные результаты работы докладывались на 2-й Всероссийской научной конференции молодых ученых и аспирантов (г. Таганрог, 1999), XI, XII, XIII и XV международных конференциях-выставках: «Информационные технологии в образовании» (г. Москва, 2001, 2002, 2003 и 2005).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 8 работ.

Объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав и заключения, изложенных на 125 страницах машинописного текста, 33 рисунков, 24 таблиц, списка использованной литературы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновываются актуальность, научная новизна и практическая ценность результатов диссертационной работы. Сформулированы основные цели и задачи работы. Содержатся сведения об апробации и внедрении результатов, обоснована их практическая значимость. Раскрывается структура содержания диссертации.

В первой главе проведен анализ существующих информационных систем для автоматизации управления учебным процессом, а также систем для автоматизации процесса составления расписания занятий. Рассматриваются основные подходы к решению задачи составления расписания учебных занятий.

Показано, что:

- имеющиеся в настоящее время системы управления учебным процессом, как правило, имеют узкую направленность, так как автоматизируется работа одного из подразделений (кафедры, факультета и т.д.). Базы данных подсистем разобщены. Подсистема формирования расписания, как правило, автономна, что требует ввода больших объемов исходной информации. Реализация подсистем подготовки расписания занятий в

составе интегрированных систем управления учебным процессом вуза значительно уменьшит объем исходной информации;

- среди известных различных подходов к формализации задачи расписания и точных алгоритмов генерации расписаний практически не исследованными являются подходы с использованием изменяющихся в процессе расчета приоритетов, позволяющих автоматически управлять выбором наиболее загруженных ресурсов и их включением в формируемое расписание;
- не выявлено исследований по созданию и применению тестовых заданий, позволяющих оценить работу системы и проанализировать формируемое расписание. В создаваемых тестовых примерах не было соответствия с реально существующими учебными планами. Так же недостаточно рассмотрены вопросы создания средств визуального моделирования для решения задач составления расписания занятий. Использование подобных средств обеспечит создание инструментов для отладки и анализа процессов формирования расписания занятий.

Во второй главе рассматривается общая постановка задачи состав-

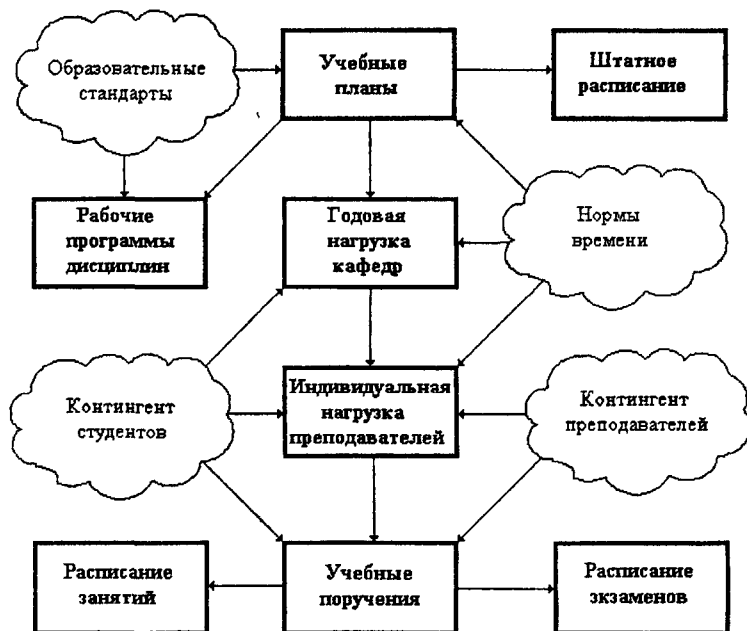


Рис.1. Документы управления учебным процессом вуза

ления расписания занятий в составе интегрированной системы управления

учебным процессом вуза, которое основано на ряде разрабатываемых документов (рис.1). Приведенная последовательность формирования учебных документов обязательна, а для многих документов строго периодична.

Множественно-графовая интерпретация модели исследования включает следующее.

Множество академических групп G . $A_G = \{a_{G1}, a_{G2}, a_{G3}, a_{G4}\}$ - атрибуты (a_{G1} - количество запланированных «пар» занятий группы за две недели; a_{G2} - количество распределенных в расписание «пар» занятий группы; a_{G3} - критерий загруженности группы; a_{G4} - количество студентов группы).

$$a_{G3} = \frac{a_{G1} - a_{G2}}{12 * N - a_{G2}},$$

где N - количество регламентированных для расписания «пар» занятий в день.

Множество потоков P групп для проведения лекционных занятий.

Множество подгрупп Q , на которые могут быть разделены академические группы для проведения некоторых занятий (например, практические занятия по иностранному языку или лабораторные занятия).

Гиперграф структуры групп и потоков $C = \{G, P\}$, а **гиперграф струк-**

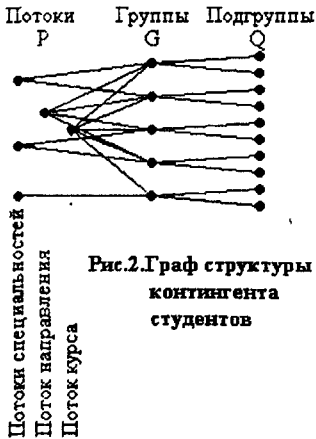


Рис.2.Граф структуры контингента студентов

туры групп и подгрупп $A = \{(G, Q)\}$. На рис.2 оба гиперграфа представлены трехдольным графом для академических групп трех специальностей. Две специальности относятся к одному направлению. Каждая группа в рассматриваемом случае содержит две подгруппы для проведения лабораторных занятий.

Множество преподавателей T , разделяемое на подмножества преподавателей кафедр. $A_T = \{a_{T1}, a_{T2}, a_{T3}\}$ - атрибуты (a_{T1} - количество запланированных «пар» занятий преподавателя за две недели; a_{T2} - количество распределенных в расписании «пар» занятий преподавателя; a_{T3} - критерий загруженности преподавателя).

$$a_{T3} = \frac{a_{T1} - a_{T2}}{12 * N - a_{T2}}.$$

Рассчитываемая и распределяемая учебная нагрузка включает проведение занятий:

- одной группы с одним преподавателем;
- нескольких групп (потока) с одним преподавателем;

- одной группы с несколькими преподавателями подгрупп.

Из трех сущностей студенческого контингента (ПОТОК, ГРУППА, ПОДГРУППА) только одна (ГРУППА) является устойчивым образованием. Поэтому гиперграф индивидуальной нагрузки определен как $H = \{G, T, I_H, A_H\}$, где I_H – инцидентор, порождающий множество пар $L = \{(g, t) | I_H(g, t), g \in G, t \in T\}$. Инцидентность между g и t означает, что занятие L в академической группе g проводит преподаватель t . $A_H = \{a_{H1}, a_{H2}, a_{H3}, a_{H4}, a_{H5}\}$ – атрибуты L (a_{H1} – поток группы, включая пустой поток; a_{H2} – подгруппа группы, включая пустую подгруппу; a_{H3} – дисциплина; a_{H4} – вид занятия; a_{H5} – количество часов занятий за две недели). Гиперграфы H содержат неизменяемые в течение года (по крайней мере, семестра) связи между элементами множеств G и T и являются подграфами гиперграфов учебной нагрузки кафедр. На рис.3 гиперграф H представлен многодольным графом, множество вершин которого содержит три непересекающихся множества G, L и T .

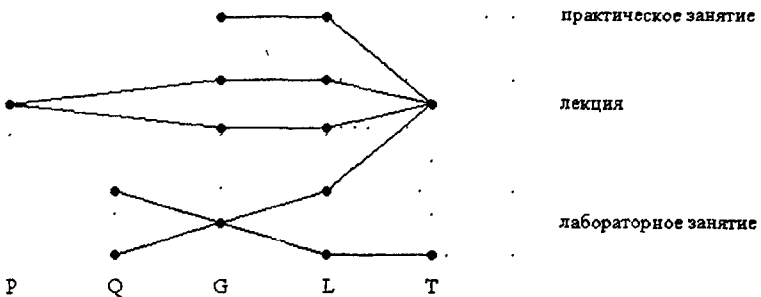


Рис.3.Граф индивидуальной учебной нагрузки преподавателей

Множество аудиторий R . $A_R = \{a_{R1}, a_{R2}, a_{R3}, a_{R4}\}$ – атрибуты (a_{R1} – количество запланированных «пар» занятий в аудитории за две недели; a_{R2} – количество распределенных в расписании «пар» занятий в аудитории; a_{R3} – критерий загрузки аудитории; a_{R4} – атрибут, представляющий вместимость аудитории).

$$a_{R3} = \frac{a_{R1} - a_{R2}}{12 * N - a_{R2}}$$

Гиперграф учебных поручений $U = \{L, R, I_U\}$, где I_U – инцидентор, порождающий множество пар $M = \{(l, r) | I_U(l, r), l \in L, r \in R\}$. Инцидентность между l и r означает, что поручение M для занятия l содержит требуемую аудиторию r или «пустую» аудиторию, вместо которой необходимо распределить подходящую при составлении расписания занятий. В реляцион-

ном представлении модели исследования (рис.4) гиперграфу U соответствует сущность НАГРУЗКА.

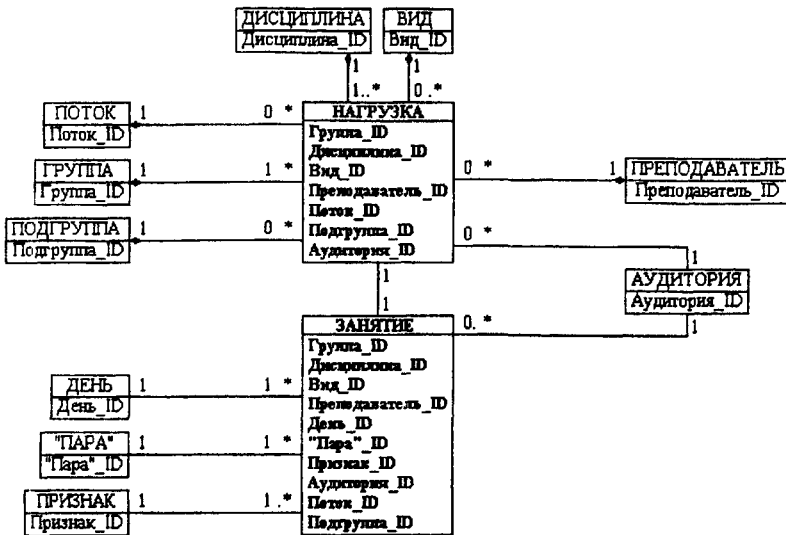


Рис.4.Реляционное представление модели исследования

Для моделирования временных сущностей введено множество тайм-слотов V , элементы которого включают атрибуты учебного дня, «пары» и признака недели.

Гиперграф расписания $E = \{M, V, I_E\}$, где I_E – инцидентор, порождающий множество учебных «пар» $\{(m, v) | I_E(m, v), m \in M, v \in V\}$.

В работе представлен и исследован эвристический алгоритм преобразования гиперграфа U в гиперграф E .

Гиперграф учета загрузки групп $Z = \{G, D, I_Z\}$, где I_Z – инцидентор, порождающий множество пар $Z_g = \{(g, d) | I_Z(g, d), g \in G, d \in D\}$.

$A_z = \{a_{z1}, a_{z2}\}$ – атрибуты Z_g (a_{z1} – количество «пар» группы g в учебный день d ; a_{z2} – разница количеств «пар» группы g в учебный день d для двух недель расписания). Аналогичным образом определены гиперграфы учета загрузки преподавателей и аудиторий, необходимые для интенсификации процесса формирования начального расписания занятий.

Реляционное представление модели исследования показано в виде схемы фрагмента базы данных в нотации унифицированного языка моделирования UML. Отношение НАГРУЗКА содержит учебные поручения преподавателей кафедр для проведения занятий с академическими группами. В зависимости от студенческого контингента на проводимом занятии в

учебном поручении может присутствовать информация о потоке или подгруппе (в виде первичных ключей соответствующих сущностей). Каждому учебному поручению (одному кортежу в отношении НАГРУЗКА) должно соответствовать одно занятие (один кортеж в отношении ЗАНЯТИЕ).

Формирование начального расписания занятий завершено, если каждому учебному поручению поставлены в соответствие:

- время – день недели, «пара» академических часов, признак одной из двух возможных недель занятий;
- место – требуемая по учебному поручению или выбираемая аудитория.

На рис.5 в нотации UML показана принципиальная схема метода формирования начального расписания занятий. Преобразование информации об учебных поручениях (отношение НАГРУЗКА) в занятия (отношение ЗАНЯТИЕ) представлено в виде диаграммы деятельности. В качестве исходных данных используются учебные поручения. На каждом шаге осуществляется выбор наиболее «загруженного» поручения, для чего используется функция выбора. В зависимости от типа занятия выбранного поручения на основе функции оценки расписания определяются время и место проведения. После этого осуществляется преобразование каждого

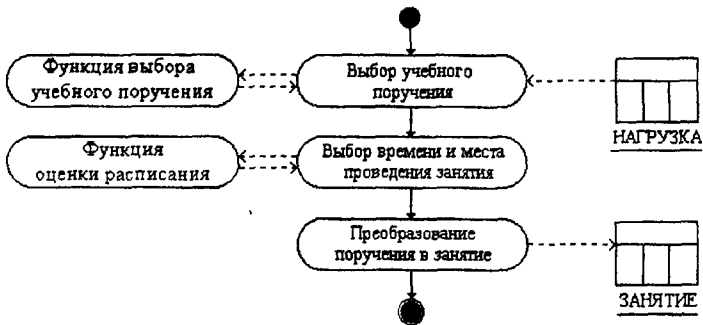


Рис.5.Метод формирования начального расписания

учебного поручения в занятие.

Исходя из схемы метода, стратегия формирования расписания определяется стратегиями выбора очередного учебного поручения и выбора времени и места проведения занятия.

Функция выбора рассчитывается для каждого не включенного в расписание учебного поручения. Функция является мультипликативным критерием загруженности основных ресурсов – групп, преподавателей и аудиторий, а также потоков и подгрупп. То есть, мультипликативный критерий учитывает загруженность всех пяти параметров учебного поручения. Загруженность потоков и подгрупп каждого поручения определяется в начальной фазе и остается неизменной. Загруженность групп, преподавате-

лей и аудиторий переопределяется для каждого поручения на каждой итерации.

В разработанном на базе предложенного метода алгоритме выбор времени и места проведения занятия основан на обеспечении равномерности расписания по следующим параметрам:

- общему количеству занятий для двух различных недель расписания;
- количеству занятий каждой академической группы для двух различных недель расписания;
- количеству занятий каждой академической группы в каждый день для двух различных недель расписания.

В связи с этим, завершение преобразования каждого учебного поручения в занятие в зависимости от его вида сопровождается:

- увеличением текущего количества расставленных в расписании занятий группы в выбранный день на 1;
- переопределением текущего признака превалирования занятий одной из двух недель для группы в выбранный день;
- увеличением текущего количества расставленных в расписании занятий преподавателя на 1 и переопределением его приоритета занятости;
- увеличением текущего количества расставленных в расписании занятий группы на 1 и переопределением ее приоритета занятости;
- переопределением признака превалирования занятий для всего сформированного расписания.

Алгоритм реализован на базе реляционных операторов и операций над множествами.

Третья глава посвящена разработке критериев исходной информации, тестового задания и критериев анализа готового расписания. Моделирование задачи составления расписания включает разработку средств (критериев) оценки исходной и выходной информации, а также тестовых заданий, моделирующих реальные условия учебного процесса вуза.

Исходная информация для составления расписания может быть охарактеризована двумя группами критериев – внешних, количественных, дающих общее представление об информации, и детализированных, позволяющих качественную оценку. Любое занятие, относящееся к аудиторной учебной нагрузке, характеризуется тремя распределяемыми ресурсами: студентами, преподавателями и аудиториями.

В общем случае, студенты характеризуются своей принадлежностью к академической группе специальности или направления (при отсутствии специальности). Количество групп, участвующих в составлении расписания, и их распределение по специальностям и направлениям относятся к внешним, количественным критериям. Для расписания более важными являются распределения аудиторных занятий групп, потоков и подгрупп (с одновременным указанием количества студентов).

К внешним, количественным критериям преподавателей относятся их количественное распределение по кафедрам. Существенными критериями являются общие распределения количества аудиторных занятий преподавателей и детализированные распределения занятий с различными контингентами студентов (группы, потоки, подгруппы).

Исходя из тех же соображений, к внешним, количественным критериям аудиторий относятся их количества и их распределение по принадлежности к кафедрам и вместимости. Более значимыми являются количественные распределения аудиторий по вместимости.

Расписание занятий в большинстве случаев ориентируется на факультеты или подобные им подразделения, поэтому в качестве тестового задания рассматриваются учебные поручения одного из семестров учебного года для всех групп пяти курсов факультета, на котором обучаются студенты пяти специальностей, входящих в четыре направления (табл. 1).

Таблица 1

Количества групп специальностей, направлений и курсов

Направление	Направ 1	Направ 2	Направ 3	Направ 4	
Специальность	Спец 1	Спец 2	Спец 3	Спец 4	
Групп	курса	2	3	2	2
	факультета	10	15	10	10

Для всех групп тестового задания недельная аудиторная нагрузка составляет 27 часов, из которых 14 – лекции, 5 и 8 соответственно лабораторные и практические занятия.

Для дисциплин тестового задания установлены следующие ограничения:

- дисциплины циклов гуманитарных и социально-экономических дисциплин (ГСЭ) приняты идентичными для всех пяти учебных планов;
- дисциплины циклов специальных дисциплин (СД) приняты различными для различных специальностей;
- дисциплины циклов математических и естественно-научных дисциплин (ЕН) и общепрофессиональных дисциплин (ОПД) приняты различными для различных направлений.

В результате на соответствующих курсах создаются два потока из пяти групп для чтения лекций цикла ГСЭ. Для дисциплин цикла СД на каждом курсе создаются 5 потоков из групп одной специальности (потоки из одной, двух и трех групп). Для дисциплин циклов ЕН и ОПД на каждом курсе создаются четыре потока из групп одного направления (потоки из одной, двух, трех и четырех групп).

Все учебные планы с точки зрения количественных показателей, определяющих геометрическую форму распределения аудиторной недельной

нагрузки циклов дисциплин по семестрам (курсам), приняты одинаковыми (рис.6).

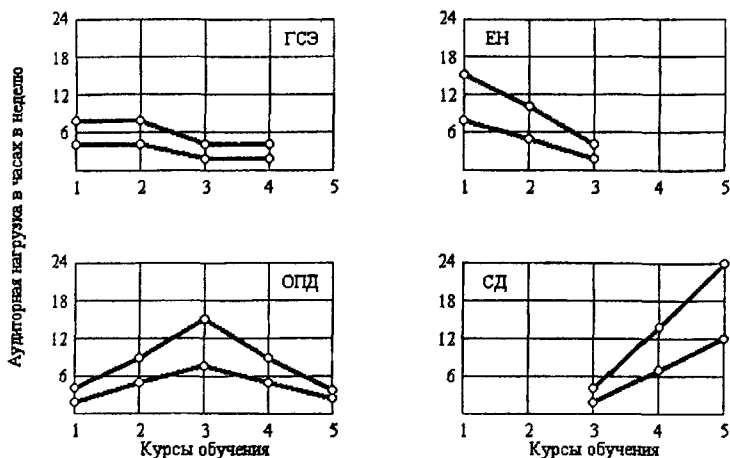


Рис.6. Аудиторная нагрузка тестовых заданий для циклов и курсов

Верхний набор маркеров показывает общую аудиторную нагрузку для соответствующих курсов обучения, нижний – лекционную.

Все дисциплины учебных планов закреплены за кафедрами, преподаватели которых осуществляют их проведение. Лабораторные занятия проводятся в специальных лабораториях соответствующих кафедр.

Таблица 2

Распределение преподавателей, аудиторий и нагрузки в тестовом задании

Кафедра	Количества преподавателей/лабораторий	Аудиторная недельная нагрузка в часах		
		лекции	практ. занятия	лабор. занятия
ГСЭ	10/	24	120	
ЕН	22/3	60	70	140
Спец 1	15/2	43	42	72
Спец 2	20/3	43	63	108
Спец 3	14/2	32	44	68
Спец 4	14/2	32	40	76
Спец 5	9/1	43	21	36
Всего:	104/13	277	400	500

Генерация тестового задания осуществляется путем распределения кафедральной нагрузки между преподавателями кафедры. В данном тестовом примере нагрузка преподавателей распределена случайным образом (рис.7). Средняя нагрузка преподавателя составляет 11,3 часа занятий в неделю.

В четвертой главе проанализированы полученные варианты расписаний, результаты вычислительных экспериментов.

В начальной стадии разработки данный алгоритм реализовывался для различных количеств аудиторий для лекционных и практических занятий. Минимальное количество таких аудиторий, для которых было сформировано расписание – 17. При этом количество аудиторий для лабораторных работ остается постоянным.

Для тестового задания был проведен ряд расчетов с различными количествами аудиторий для лекционных и практических занятий в интервале от 17 до 27. Полученные данные позволяют оценить влияние количества лекционных аудиторий на основные распределяемые ресурсы (группы, преподавателей, аудитории).

На рис.8,а представлены характеристики учебных дней групп. Увеличение количества аудиторий приводит к значительному уменьшению количества дней, в которые группы занимаются 1 или 4 «пары» и увеличению дней с 2 «парами».

Рис.8, б показывает, что с увеличением количества лекционных аудиторий количество групп, занимающихся на второй «паре», растет, тогда как на первой «паре» это количество меняется незначительно. Количество групп, занимающихся на 3-й и 4-й «парах», снижается, но с увеличением количества аудиторий более 20 практически не меняется. На рис.8, в и г представлены характеристики распределения групп по разности и сумме количества «пар» в день разных недель соответственно.

Следует отметить, что количество дней с одинаковым количеством «пар» равномерно увеличивается с увеличением количества лекционных аудиторий, количество дней с разностью в 1 «пару» растет с увеличением количества аудиторий до 20, затем снижается при увеличении аудиторий до 24 и далее практически не изменяется. Количество дней с разностью в 2 пары равномерно снижается, а с разностью в 3 пары практически не изменяется.

Количество дней занятий за 2 недели с суммарным количеством «пар» в день разных недель 4 и 5 равномерно увеличивается с ростом количества лекционных аудиторий, количество дней с суммарными значениями тех же параметров, равных 2,3,6,7,8, снижается.

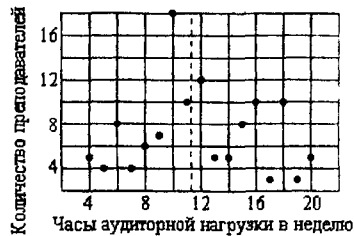


Рис.7. Распределение нагрузки между преподавателями:

--- средняя нагрузка преподавателей

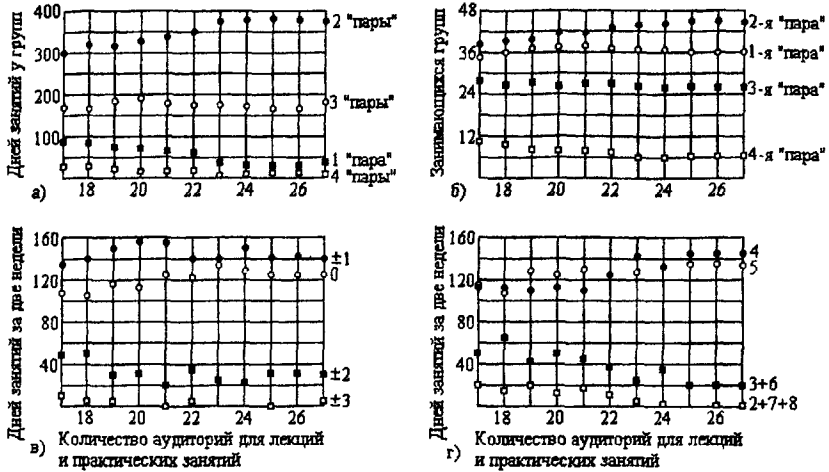


Рис.8. Распределение ресурса "ГРУППЫ": а - по учебным дням; б - по "парам"; в и г - по разности и сумме количества "пар" в день разных недель

Увеличение количества аудиторий приводит к увеличению количества дней с суммарным количеством «пар» в день равным 4 и 5 (за обе недели), и разностью в «парах» 0 и 1, т.е. увеличению количества дней с 2-3 «парами» в день. И уменьшению дней со слишком маленьким или, наоборот, большим количеством «пар» у групп.

В заключении сформулированы основные результаты и выводы диссертационной работы.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Предложена математическая модель расписания занятий в составе общей модели управления учебным процессом вуза.
2. Разработан метод составления начального расписания занятий вуза на основе многокритериальной выборки с использованием переопределяемых критериев загруженности основных ресурсов и многокритериальной оценки для выбора места и времени проведения занятий.
3. Создан алгоритм составления начального расписания занятий вуза с откатом.
4. Разработаны средства генерации тестовых заданий.
5. Проанализированы характеристики разработанных методов и алгоритмов.

Основные публикации по теме диссертации

1. Макарецова Е.А. Информационно-управляющая система учебным процессом вуза/ Н.Н. Клеванский, Е.А. Макарецова // Новые информационные технологии. Разработка и аспекты применения: сб тез. 2-й Всерос науч. конф. мол. уч. и асп. /Таганрог. гос. радиотехн. ун-т. Таганрог, 1999. С. 23-24.
2. Макарецова Е.А. Информационная поддержка управления учебной деятельностью вуза/ Н.Н. Клеванский, Е.А. Макарецова // Информационные технологии в образовании: сб. материалов. межвуз. науч.-метод. конф./ Саратов. гос. техн. ун-т. Саратов, 2000. С. 4- 5.
3. Макарецова Е.А. Формирование расписания с использованием динамических критериев загрузки/ Н.Н. Клеванский, Е.А. Макарецова // Информационные технологии в образовании: XI Междунар. конф.-выставка. Ч. IV. М.: МИФИ, 2001. С.139-140.
4. Макарецова Е.А. Использование графического представления в планировании расписания занятий/ Н.Н. Клеванский, Е.А. Макарецова, Д.И. Дудин // Совершенствование подготовки учащихся и студентов в области графики, конструирования и стандартизации: межвуз. научн.-метод. сб. Саратов: СГТУ, 2002. С.113–114.
5. Макарецова Е.А. Анализ результатов автоматического формирования расписания занятий вуза/ Н.Н. Клеванский, Е.А. Макарецова // Информационные технологии в образовании: XII Междунар. конф.-выставка. Ч. IV. М.: МИФИ, 2002. С.193.
6. Макарецова Е.А. Моделирование стратегии формирования расписания занятий вуза средствами реляционной алгебры/ Н.Н. Клеванский, Е.А. Макарецова, С.А. Костин // Прикладные проблемы образовательной деятельности: межвуз. сб. науч. тр. Воронеж: ВГПУ, 2003. С.71-74.
7. Макарецова Е.А. Критерии оценки расписания занятий вуза и автоматизация его корректировки/ Н.Н. Клеванский, Е.А. Макарецова, С.А.Костин // Информационные технологии в образовании: XIII Междунар. конф.-выставка Ч. IV. М.: МИФИ, 2003. С 199-201.
8. Макарецова Е.А. Формирование первоначального расписания занятий вуза с использованием многокритериальной выборки/ Н.Н. Клеванский, Е.А. Макарецова, С.С. Кашин // Информационные технологии в образовании: XV Междунар. конф.-выставка. Ч. IV. М.: МИФИ, 2005. С. 157-158.

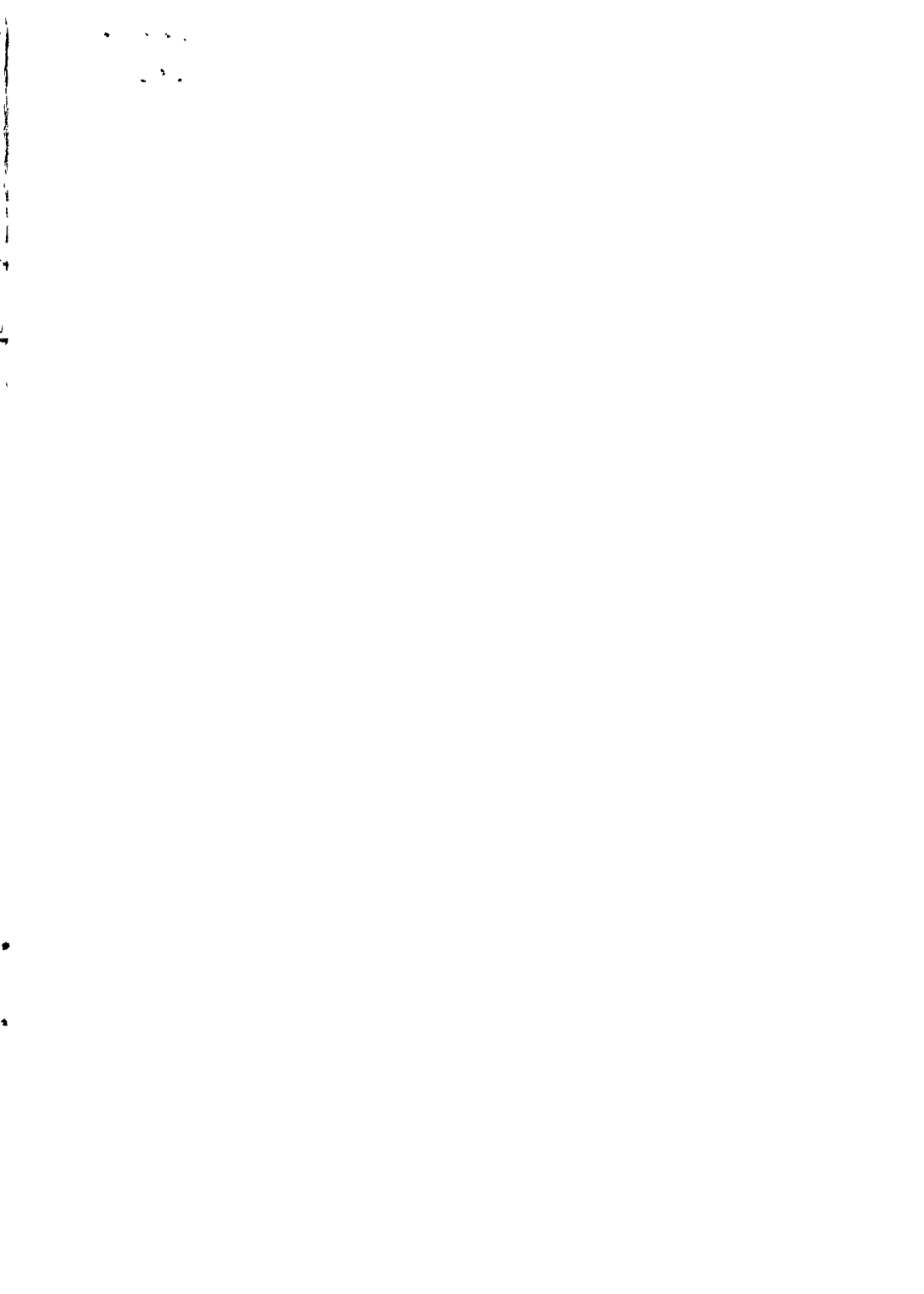
Лицензия ИД № 06268 от 14.11.01

Подписано в печать	15. 03. 06	Формат	60×84 1/16
Бум. тип.		Усл. печ.л.	1,0
		Уч.-изд.л.	1,0
Тираж	100 экз.	Заказ	90
			Бесплатно

Саратовский государственный технический университет

410054, Саратов, Политехническая ул., 77

Отпечатано в РИЦ СГТУ. 410054, Саратов, Политехническая ул., 77



2006-1
8691

W-8691