

На правах рукописи

НАУМОВА Светлана Викторовна

**МОДЕЛИ И МЕТОДЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СИНТЕЗА
УЧЕБНЫХ ПЛАНОВ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Специальности: 05.13.18 — Математическое моделирование,
численные методы и комплексы программ

05.13.16—Информационно-измерительные
и управляющие системы

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук



Саратов 2005

Работа выполнена в ГОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет»

Научный руководитель- кандидат технических наук, доцент
Клеванский Николай Николаевич

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Купшиков Вадим Алексеевич
доктор технических наук, профессор
Кузнецов Валентин Николаевич

Ведущая организация- Саратовский государственный
аграрный университет им. Н.И.
Вавилова

Защита диссертации состоится 5 июля 2005 года в 15⁰⁰ на заседании диссертационного совета Д 212.242.08 при ГОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет» по адресу: 410054, г. Саратов, ул. Политехническая, 77, корп. 1, ауд. 319.

С диссертацией можно ознакомиться в научно-технической библиотеке ГОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет».

Автореферат разослан 3 июня 2005 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета



ш а к о в А.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Одной из задач системы высшего образования является удовлетворение потребностей общества и экономики в специалистах нужного профиля. При этом выпускаемые специалисты могут иметь различное качество подготовки, которое будет зависеть от того, насколько полно выпускник вуза сможет соответствовать предъявляемым к нему требованиям.

Развитие общественных и экономических отношений, науки и техники обуславливает повышение требований к содержанию высшего образования. Качество подготовки специалистов определяется образовательными стандартами, на основании которых в вузах разрабатываются учебные планы специальностей и направлений.

Проблемам совершенствования и обоснования методик разработки учебных планов посвящены работы специалистов различных вузов России, в частности: В.П.Селюкова (Московский государственный университет им. Баумана), Ю.Г.Кирюхина (Пензенский государственный университет) Л.Л. Кайниной (Курганский государственный университет), О.К.Трофимовой (Московский государственный университет пищевых производств) и др.

Несмотря на большое разнообразие возможных подходов, подавляющее большинство основаны на опыте и интуиции работников высшей школы. Для формирования учебных планов разработчику требуется, как правило, не один год педагогической работы. Поэтому попытки моделирования учебного процесса помогают учесть возможности применения технических средств обработки информации.

Анализ работ в области составления учебных планов позволил сделать выводы об отсутствии средств математического моделирования и информационной поддержки при оптимизации учебных планов, неполном учете всего комплекса ограничений образовательных стандартов, мало исследованных вопросах качественного распределения трудоемкостей циклов дисциплин учебных планов по семестрам обучения. Задача автоматизированного синтеза учебного плана на основе графа связанности учебных дисциплин и распределения трудоемкостей различных циклов дисциплин плана оптимальным образом ранее не ставилась.

Таким образом, исследования, связанные с разработкой автоматизированных методов и систем синтеза учебных планов в системе высшего образования и устраняющие указанные недостатки, актуальны.

Исходя из полученных выводов, была сформулирована следующая **цель** работы: ***разработка методов математического моделирования учебных планов высшего технического образования, проведение вычислительных экспериментов и оптимизация учебных планов.***

Для достижения поставленной цели были сформулированы и последовательно решены следующие **задачи**:

- разработка методики определения последовательности проведения дисциплин учебного плана;
- статистический анализ и математическое моделирование трудоемкостей учебных планов технических специальностей;
- реализация полученной методики и модели в виде общей концепции синтеза учебных планов вузов с полным учетом ограничений образовательных стандартов.

Объектом исследования является учебный план высшего образования.

Предмет исследования - процесс формирования и совершенствования учебных планов технических специальностей.

Методологическая и теоретическая основа исследования

В диссертационной работе использован математический аппарат теории множеств, методы экспертных оценок, метод динамического программирования, методы оптимизации, теории графов и методы целочисленного линейного программирования.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

- предложен и формализован новый подход к синтезу содержания обучения, основанный на анализе вклада каждой дисциплины в формирование профессиональных навыков, методах сбора исходных данных и обработки экспертиз, с учетом тесноты связи между учебными дисциплинами, а также методика решения задачи синтеза как многокритериальной задачи теории расписания;
- на основе статистического анализа учебных планов выявлены закономерности распределения трудоемкостей отдельных циклов дисциплин по семестрам обучения;
- с учетом выявленных закономерностей предложена и теоретически обоснована математическая модель распределения трудоемкостей циклов дисциплин по семестрам обучения в зависимости от трудоемкостей этих циклов в образовательных стандартах;
- на основе сформулированного подхода и предложенной математической модели разработана концепция и автоматизированная система, реализующая эту концепцию, позволяющая оптимизировать характеристики учебного плана путем корректировки расчетных трудоемкостей отдельных дисциплин и циклов в целом и распределения дисциплин в учебном плане с учетом логической связи между ними.

На защиту выносятся:

- методика определения последовательности дисциплин на основе экспертного опроса и графа связанности, позволяющая находить оптимальные структуры процесса обучения и сохранять информацию о всех взаимосвязях дисциплин;

- результаты статистического анализа учебных планов 44 специальностей, выявившие характер распределения значений трудоемкостей дисциплин учебных планов по семестрам обучения, а также позволившие сравнить трудоемкости различных учебных планов специальностей, разработанных по государственным образовательным стандартам 2000 года;
- математическая модель распределения трудоемкостей различных циклов дисциплин учебного плана по семестрам обучения, используемая для качественной оптимизации учебных планов различных специальностей в информационной системе поддержки управления учебным процессом вуза;
- методика распределения дисциплин по семестрам обучения с учетом тесноты связи между учебными, дисциплинами на основе метода динамического программирования;
- алгоритм формирования учебного плана, с помощью которого решается задача автоматизированного синтеза учебного плана;
- результаты оптимизации существующих и синтеза новых учебных планов, доказывающие, что при научном подходе к процессу составления учебных планов вузов можно добиться значительного улучшения их качества. Анализ связи между дисциплинами и математическая модель распределения трудоемкостей циклов дисциплин позволяют наилучшим образом расположить дисциплины во времени, добиться равномерного распределения нагрузки студентов и, как следствие, привести к наилучшему усвоению учебного материала.

Практическая значимость работы определяется тем, что предложенные в диссертации модели, методы и алгоритмы могут быть использованы при разработке и практической реализации информационных систем управления учебным процессом вуза.

Апробация результатов исследования

Основные результаты работы докладывались на международных конференциях: «Информационные технологии в образовании» (Москва, 2002, 2003), «Информационные технологии в науке, образовании и производстве» (Орел, 2004), «Информационные технологии в образовании» (Ростов-на-Дону, 2004).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 7 работ.

Объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав и заключения, изложенных на 125 страницах машинописного текста, в том числе 42 рисунков, списка использованной литературы, включающего 82 наименования.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность, научная новизна и практическая ценность результатов диссертационной работы, содержатся сведения об апробации и внедрении результатов, сформулированы цель и задачи диссертационной работы.

В **главе I** проведен анализ формирования учебных планов вузов, сделан обзор научных подходов, проводимых в области формирования учебных планов. Выявлены не решенные в этой области вопросы, и на основе проведенного анализа сформулирована задача синтеза учебных планов.

Рассмотрен ряд возможных вариантов интерпретации модели объекта исследования, из которых выбран вариант с использованием гиперграфов. Сформулирована математическая постановка задачи. Для решения задачи был использован математический аппарат теории множеств и теории графов. Множественно-графовая интерпретация модели исследования включает следующее.

Множество учебных планов P специальностей. a_p - атрибут, представляющий специальность.

Множество циклов дисциплин C и его разбиение на подмножества C_p циклов дисциплин конкретных учебных планов, a_{c_i} - атрибут типа цикла дисциплин. ac_2 - атрибут, представляющий трудоемкость цикла.

Множество семестров S обучения и его разбиение на подмножества S_p семестров конкретных учебных планов. a_k — атрибут курса K семестра. ai - атрибут номера N семестра.

Множество дисциплин D учебных планов и его разбиение на подмножества D_p - дисциплин циклов учебных планов, a_d - атрибут, представляющий трудоемкость дисциплины.

Указанные множества позволяют в рамках конкретного учебного плана ввести следующие гиперграфы структуры.

Гиперграф поддержки дисциплин учебного плана $M = \{D, D', I_M\}$, где I_M - инцидентор, порождающий множество пар $J = \{(d, d') | I_M(d, d'), d, d' \in D\}$. Инцидентность между d и d' означает, что проведение дисциплины d базируется на материале дисциплины d' . Гиперграф моделирует первую из поставленных задач.

Гиперграф распределения циклов по семестрам $L = \{C, S, I_L\}$, где I_L - инцидентор, порождающий множество пар $T = \{(c, s) | I_L(c, s), c \in C, s \in S\}$. a_T - атрибут, представляющий трудоемкость цикла C_p в семестре S . Инцидентность между циклом c и семестром s означает, что атрибут a_T отличен от нуля. Гиперграф моделирует вторую из поставленных задач.

Гиперграф распределения дисциплин по семестрам $O = \{D, S, I_O\}$, где I_O - инцидентор, порождающий множество пар $R = \{(d, s) | I_O(d, s), d \in D, s \in S\}$. a_R - атрибут, представляющий трудоемкость

дисциплины d в семестре s . Инцидентность между дисциплиной d и семестром s означает, что атрибут a_R отличен от нуля. Гиперграф моделирует третью из поставленных задач. На рис.1 показаны введенные гиперграфы в виде трех двудольных графов с инциденторами.

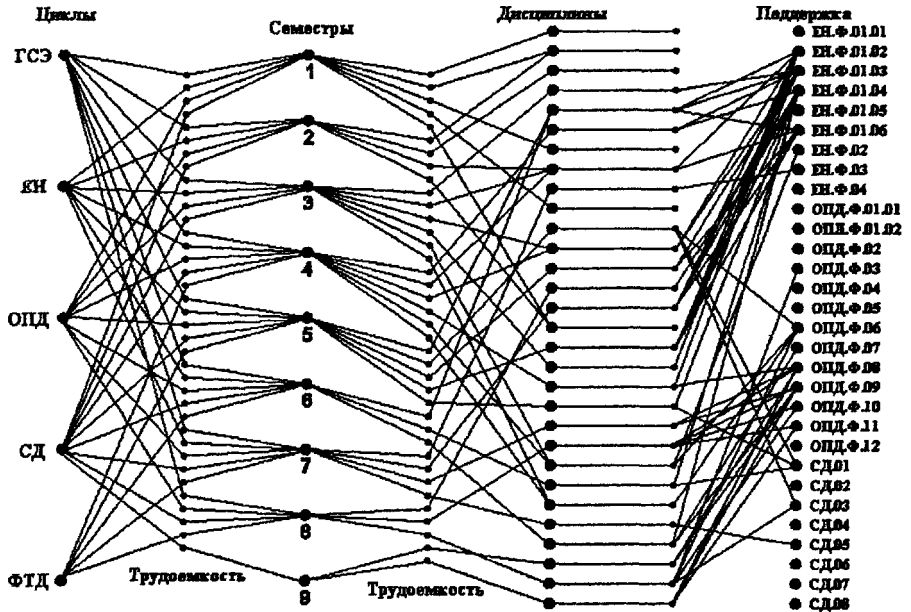


Рис.1. Двудольные графы модели исследования с инциденторами

Двудольные графы объединены по множествам семестров и дисциплин. Рисунок содержит реальные данные учебного плана специальности 220400 «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» (далее ПВС) Саратовского государственного технического университета (СГТУ). На рис.1 представлены пять циклов дисциплин (ГСЭ - цикл общих гуманитарных и социально-экономических дисциплин; EN- цикл общих математических и естественно-научных дисциплин; ОПД - цикл общепрофессиональных дисциплин СД -цикл специальных дисциплин; ФТД — цикл факультативных дисциплин).

В главе II дано описание задачи, связанной с определением последовательности дисциплин учебного плана. Для решения поставленной задачи необходима экспертная информация о взаимосвязях дисциплин. Экспертный опрос проводился с использованием метода ранжирования, при котором эксперт располагает объекты в порядке предпочтения, руководствуясь одним или несколькими показателями

сравнения. Показателем сравнения является зависимость проведения одной дисциплины от другой. Полученные результаты опроса явились входными данными для получения графа связанности дисциплин. Граф связанности - ориентированный граф, вершинами которого являются дисциплины учебного плана. Ребра объединяют взаимосвязанные дисциплины и ориентированы от дисциплин — предков к дисциплинам - потомкам. На рис.2 представлен фрагмент графа связанности, включающий несколько дисциплин учебного плана специальности ПВС.

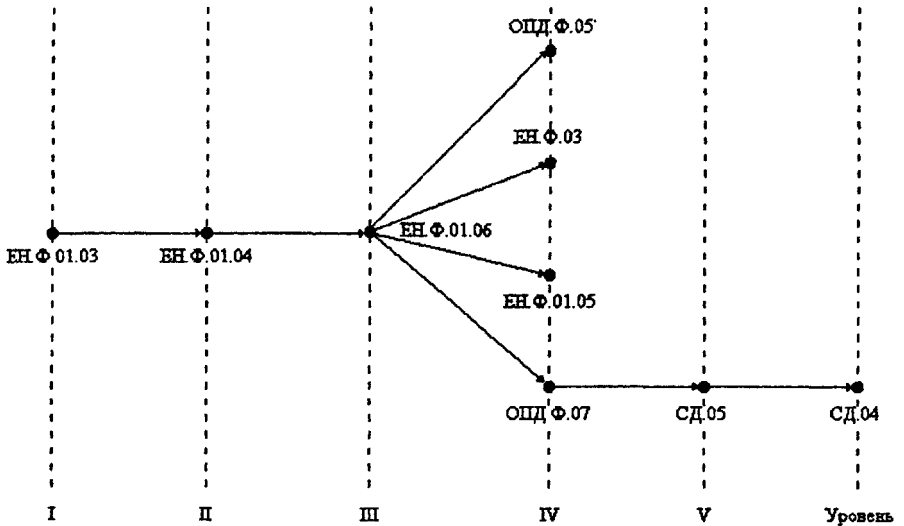


Рис.2. Фрагмент иерархических взаимосвязей дисциплин

Для распределения дисциплин по семестрам необходимо их размещение по уровням. Уровнем будет называться подмножество вершин графа, между элементами которого нет связей и отношений родства «предок-потомок». Дисциплины-корни не имеют предков, что свидетельствует о возможности их проведения, начиная с первого семестра. Шесть уровней иерархии дисциплин являются достаточно типичными. Анализ учебных планов различных специальностей дал 5-7 таких уровней. Весьма характерными оказались взаимосвязи между дисциплинами различных циклов при перемещении по уровням слева направо для циклов ЕН-ОПД-СД. Для реляционного представления бинарных взаимосвязей дисциплин был разработан шаблон проектирования, представленный на рис.3.

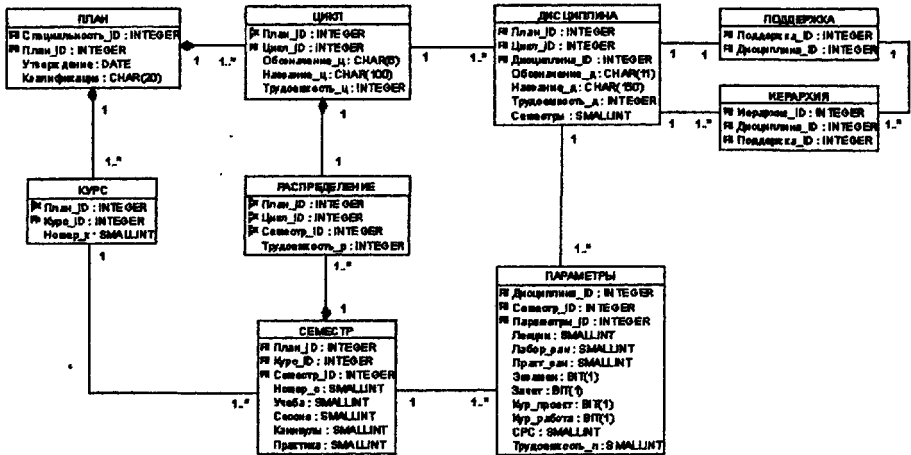
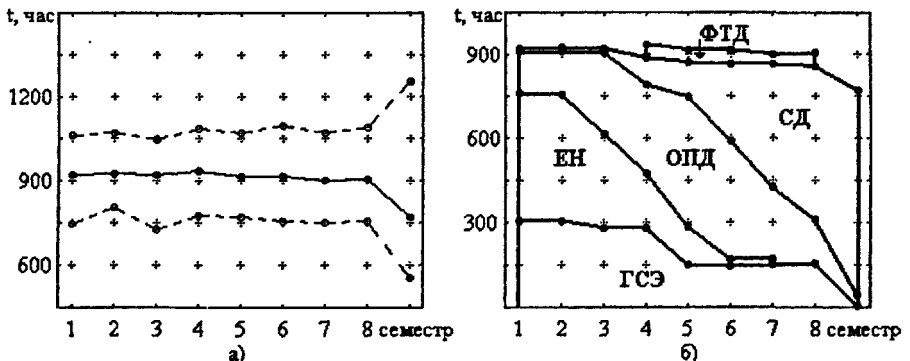


Рис.3. Реляционное представление модели исследования

В главе III рассмотрена задача распределения трудоёмкостей циклов дисциплин по семестрам обучения. Для ее решения был проведен анализ и статистическая обработка информации 44 учебных планов дневной формы обучения СГТУ, разработанных по образовательным стандартам 2000 года. Полученные результаты по трудоёмкости отдельных семестров обучения (рис.4) указали на наличие существенной неоднородности нагрузки студентов в различных семестрах различных учебных планов. Для первых восьми семестров разница максимальных и минимальных значений трудоёмкости семестра составляет 40-60%. Для девятого семестра эта разница достигает 150%. Был отмечен также факт существенного снижения среднего значения трудоёмкости девятого семестра.



- усредненное значение трудоёмкости; « - минимальное или максимальное значение

Рис.4. Средняя трудоёмкость семестров (а) и распределение по циклам (б)

Представление распределения трудоёмкости циклов дисциплин по

семестрам в относительном виде (рис.5) дает более содержательное представление об участии дисциплин каждого цикла в учебном процессе в соответствии с их характером.

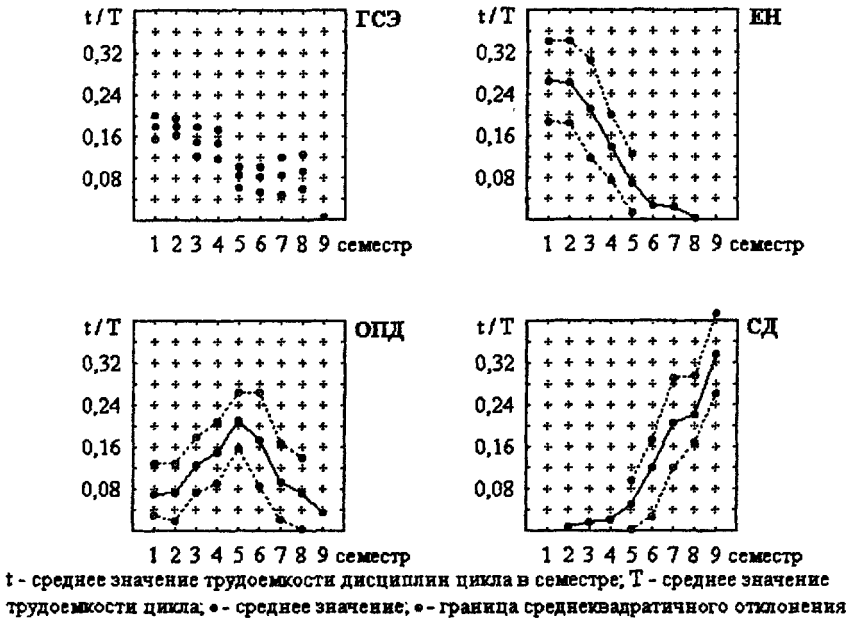


Рис.5. Распределение относительной трудоемкости циклов

Логичным видится изучение дисциплин цикла ЕН на младших курсах с максимумом на первом курсе. Проведение дисциплин цикла ОПД на всех курсах с максимумом в 5-м семестре соответствует характеру дисциплин цикла. То же можно отметить об изучении дисциплин цикла СД на старших курсах с максимумом в 9-м семестре. Анализ учебных планов зафиксировал принятую в СІТУ практику проведения дисциплин ГСЭ. Таким образом, характер распределения трудоемкости циклов по семестрам может явиться критерием правильности разрабатываемого учебного плана и его синтеза.

Результаты статистической обработки учебных планов легли в основу математической модели распределения трудоемкости циклов дисциплин по семестрам обучения, представляющей систему линейных уравнений.

Введем обозначения:

T_i - трудоемкость i -го цикла дисциплин учебного плана по образовательному стандарту: $i = 1$ для цикла ГСЭ; $i = 2$ для цикла ЕН; $i = 3$ для цикла ОПД; $i = 4$ для цикла СД; $i = 5$ для цикла ФТД;

- t_{ij} – трудоемкость i -го цикла дисциплин учебного плана в j -м семестре обучения.

$$\left\{ \begin{array}{l} t_{11} + t_{12} + t_{13} + t_{14} + t_{15} + t_{16} + t_{17} + t_{18} + t_{19} = T_1 \\ t_{21} + t_{22} + t_{23} + t_{24} + t_{25} + t_{26} + t_{27} + t_{28} + t_{29} = T_1 \\ t_{31} + t_{32} + t_{33} + t_{34} + t_{35} + t_{36} + t_{37} + t_{38} + t_{39} = T_1 \\ t_{41} + t_{42} + t_{43} + t_{44} + t_{45} + t_{46} + t_{47} + t_{48} + t_{49} = T_1 \\ t_{51} + t_{52} + t_{53} + t_{54} + t_{55} + t_{56} + t_{57} + t_{58} + t_{59} = T_1 \\ t_{11} + t_{21} + t_{31} + t_{41} + t_{51} = 918 \\ t_{12} + t_{22} + t_{32} + t_{42} + t_{52} = 918 \\ t_{13} + t_{23} + t_{33} + t_{43} + t_{53} = 918 \\ t_{14} + t_{24} + t_{34} + t_{44} + t_{54} = 918 \\ t_{15} + t_{25} + t_{35} + t_{45} + t_{55} = 918 \\ t_{16} + t_{26} + t_{36} + t_{46} + t_{56} = 918 \\ t_{17} + t_{27} + t_{37} + t_{47} + t_{57} = 918 \\ t_{18} + t_{28} + t_{38} + t_{48} + t_{58} = 918 \\ t_{19} + t_{29} + t_{39} + t_{49} + t_{59} = 918 \end{array} \right. \quad (1)$$

Исходная система уравнений (1) содержит 14 уравнений для 45 неизвестных. Получение уравнений системы (1) основано на следующем. Первые пять уравнений приравнивают сумму трудоемкостей циклов в отдельных семестрах к общей трудоемкости цикла. Учет требования государственного образовательного стандарта о предельной 54-часовой нагрузке студента в неделю представлен следующими девятью уравнениями для семестров, продолжительность которых составляет 17 недель. В этих уравнениях сумма трудоемкостей разных циклов в одном семестре приравнивается к $17 \times 54 = 918$ часам.

Все неизвестные t_{ij} (трудоемкости циклов в семестрах) неотрицательны. Особенностью полученной системы уравнений (1) является то, что она линейно зависима, исходя из особенностей своего формирования.

Исходя из сложившейся в СГТУ практики разработки учебных планов, ряд неизвестных принят заданным:

$$\begin{aligned} t_{11} = t_{12} = t_{13} = t_{14} = t_{15} = t_{16} = t_{17} = t_{18} = t_{19} = \text{Const}; \\ t_{51} = t_{52} = t_{53} = t_{59} = 0; \quad t_{54} = t_{55} = t_{56} = t_{57} = t_{58} = 90. \end{aligned}$$

Проведенный статистический анализ геометрической формы распределения трудоемкости циклов дисциплин по семестрам обучения позволяет положить следующее:

$$t_{26} = t_{27} = t_{28} = t_{29} = t_{41} = t_{42} = t_{43} = t_{44} = 0$$

В результате система (1) приобретает следующий вид:

$$\begin{cases}
 t_{21} + t_{22} + t_{23} + t_{24} + t_{25} = T_2 \\
 t_{31} + t_{32} + t_{33} + t_{34} + t_{35} + t_{36} + t_{37} + t_{38} + t_{39} = T_3 \\
 t_{45} + t_{46} + t_{47} + t_{48} + t_{49} = T_4 \\
 t_{21} + t_{31} = 918 - t_{11} \\
 t_{22} + t_{32} = 918 - t_{12} \\
 t_{23} + t_{33} = 918 - t_{13} \\
 t_{24} + t_{34} = 918 - t_{14} - 90 = 828 - t_{14} \\
 t_{25} + t_{35} + t_{45} = 918 - t_{15} - 90 = 828 - t_{15} \\
 t_{36} + t_{46} = 918 - t_{16} - 90 = 828 - t_{16} \\
 t_{37} + t_{47} = 918 - t_{17} - 90 = 828 - t_{17} \\
 t_{38} + t_{48} = 918 - t_{18} - 90 = 828 - t_{18} \\
 t_{39} + t_{49} = 918
 \end{cases} \quad (2)$$

12 уравнений системы (2) включают 19 неизвестных t_{ij} . Так как уравнения системы (1), а следовательно, и уравнения системы (2), линейно зависимы, то для устранения линейной зависимости из системы (2) должно быть исключено одно уравнение. Кроме того, для нахождения неизвестных система должна быть дополнена 8 уравнениями, коэффициенты которых может определять разработчик учебного плана. Исключаемым уравнением системы (2) принято уравнение, связывающее трудоемкости цикла ОПД (второе уравнение системы).

Недостающие 8 уравнений могут описывать соотношения между трудоемкостью циклов в семестрах, а также их связь с общей трудоемкостью цикла. С помощью этих недостающих уравнений возможна регулировка геометрической формы распределения трудоемкости следующих циклов дисциплин учебного плана - ЕН, ОПД и С Д.

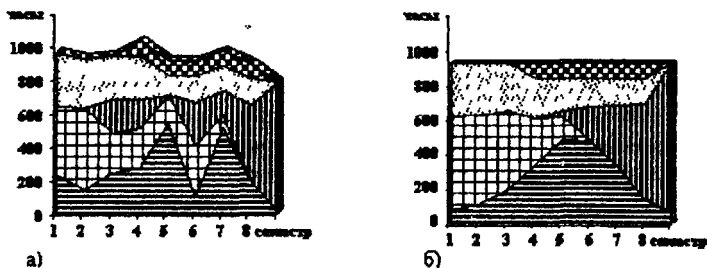
Субъективизм принимаемых решений по недостающим уравнениям послужил причиной разработки специального программного средства - редактора учебных планов. С помощью визуальных средств редактора осуществляется подбор удовлетворяющих разработчика коэффициентов недостающих уравнений. Подбор основан на оценке разработчиком получаемых геометрических форм распределения трудоемкости циклов дисциплин учебного плана (на основе решения системы уравнений).

Работа редактора построена на решении системы уравнений (3), полученной на основании вышеизложенных соображений:

Работая с редактором, разработчик задает величины трудоемкости четырех циклов дисциплин (регламентируемых государственным образовательным стандартом), исключая цикл факультативных дисциплин. Кроме того, он также вводит значения коэффициентов последних восьми уравнений системы (3).

$$\left\{ \begin{array}{l}
 t_{21} + t_{22} + t_{23} + t_{24} + t_{25} = T_2 \\
 t_{45} + t_{46} + t_{47} + t_{48} + t_{49} = T_4 \\
 t_{21} + t_{31} = 918 - t_{11} \\
 t_{22} + t_{32} = 918 - t_{12} \\
 t_{23} + t_{33} = 918 - t_{13} \\
 t_{24} + t_{34} = 828 - t_{14} \\
 t_{25} + t_{35} + t_{45} = 828 - t_{15} \\
 t_{36} + t_{46} = 828 - t_{16} \\
 t_{37} + t_{47} = 828 - t_{17} \\
 t_{38} + t_{48} = 828 - t_{18} \\
 t_{39} + t_{49} = 918 \\
 t_{22} = k_{22} * t_{21} \\
 t_{25} = k_{25} * T_2 \\
 t_{34} = k_{34} * t_{35} \\
 t_{33} = k_{33} * T_3 \\
 t_{36} = k_{36} * t_{35} \\
 t_{37} = k_{37} * T_3 \\
 t_{45} = k_{45} * T_4 \\
 t_{48} = k_{48} * t_{49}
 \end{array} \right. \quad (3)$$

Все коэффициенты неотрицательны и меньше 1. Указанный выше редактор разработан для подбора значений этих коэффициентов. Четыре из восьми добавленных уравнений позволяют сразу определить значения четырех неизвестных t_{25} , t_{33} , t_{37} и t_{45} на основании данных об общих трудоемкостях циклов дисциплин. Полученные значения неизвестных позволяют разрешить оставшиеся уравнения системы (3) путем подстановок.!) качестве примера на рис.6 показаны результаты использования предлагаемой модели к учебному плану специальности ПВС.



а - распределение трудоемкости циклов существующего учебного плана,
 б - оптимизированное распределение трудоемкости циклов плана

▨ циклы ГСЭ ▩ циклы ЕН ▬ циклы ОПД ▮ циклы СД ▣ циклы ФТД

Рис.6. Моделирование учебного плана специальности ПВС

В главе IV рассмотрена задача распределения трудоемкостей дисциплин по семестрам обучения на основе результатов решения первой и второй задач.

После того как дисциплины были упорядочены по уровням, осуществляется решение задачи, связанной с распределением дисциплин по семестрам обучения. Для ее решения был разработан алгоритм начального распределения дисциплин по семестрам обучения. В первый семестр помещаются дисциплины, не имеющие предков, во второй помещаются дисциплины:

- зависящие только от дисциплин, находящихся в первом семестре;
- не завершённые в первом семестре;
- не имеющие предков и т.д.

Результатом расстановки дисциплин является веер вариантов, т.е. каждый вариант после обработки имеет веер вариантов потомков. Таким образом, число вариантов заполнения учебного плана растет экспоненциально. Возникает необходимость выбрать из полученных вариантов наиболее перспективные. Эта задача относится к классу задач динамического программирования, так как связана с переработкой больших объемов получаемых вариантов распределения дисциплин по семестрам. Исползованный в работе известный метод динамического программирования базируется на принципе оптимальности, предложенном Беллманом. Каким бы ни был путь достижения некоторого пункта, последующие решения должны принадлежать оптимальной стратегии для части пути, начинающейся с этого пункта. В общем случае процесс расчета вариантов учебного плана можно представить как итерационный процесс с количеством итераций, равным количеству семестров обучения. Пусть y_0 и y_n соответственно начальное и конечное состояние N шагового процесса. Отрезком времени выбран семестр. Обозначим через $f_n(y_n, u_n)$ экстремальное значение целевой функции, полученной за N шагов при оптимальной стратегии управления процессом, находившимся сначала в состоянии y_0 . Допустим, что на первом шаге было принято некоторое решение u_0 , под воздействием которого процесс перешел из состояния y_0 в состояние y_1 . Полученный при этом эффект характеризуется значением $r_0(y_0, u_0)$ оценочной функции $r_n(y_n, u_n)$. В качестве аргумента оценочной функции представлен динамический критерий отклонения количества распределенных дисциплин от усредненных по всем семестрам.

$$R_{1,n} = \frac{K * n}{N} - k_n, \quad (4)$$

n -семестр, для которого производится расчет критерия;

K - количество дисциплин учебного плана;

N -количество семестров обучения;

k_n - количество дисциплин, распределенных с первого по n -й семестры;

$$k_n = \sum_{j=1}^P \frac{t_{j,n}}{t_j}, \quad (5)$$

P - количество дисциплин, изучение которых планируется в $n+1$ семестре;
 $t_{n,j}$ – трудоемкость части j -й дисциплины, прочитанной до n -го семестра, если обучение по дисциплине не закончено к $(n+1)$ семестру или общая трудоемкость дисциплины, если дисциплина полностью прочитана;
 t_j - трудоемкость j -й дисциплины.

Развитие процесса заключается в последовательном переходе из одного состояния в другое. Этот переход можно описать соотношением:

$$y(n+1) = f(y(n), u(n)), \quad n = 0, 1, \dots, 9 \quad (6)$$

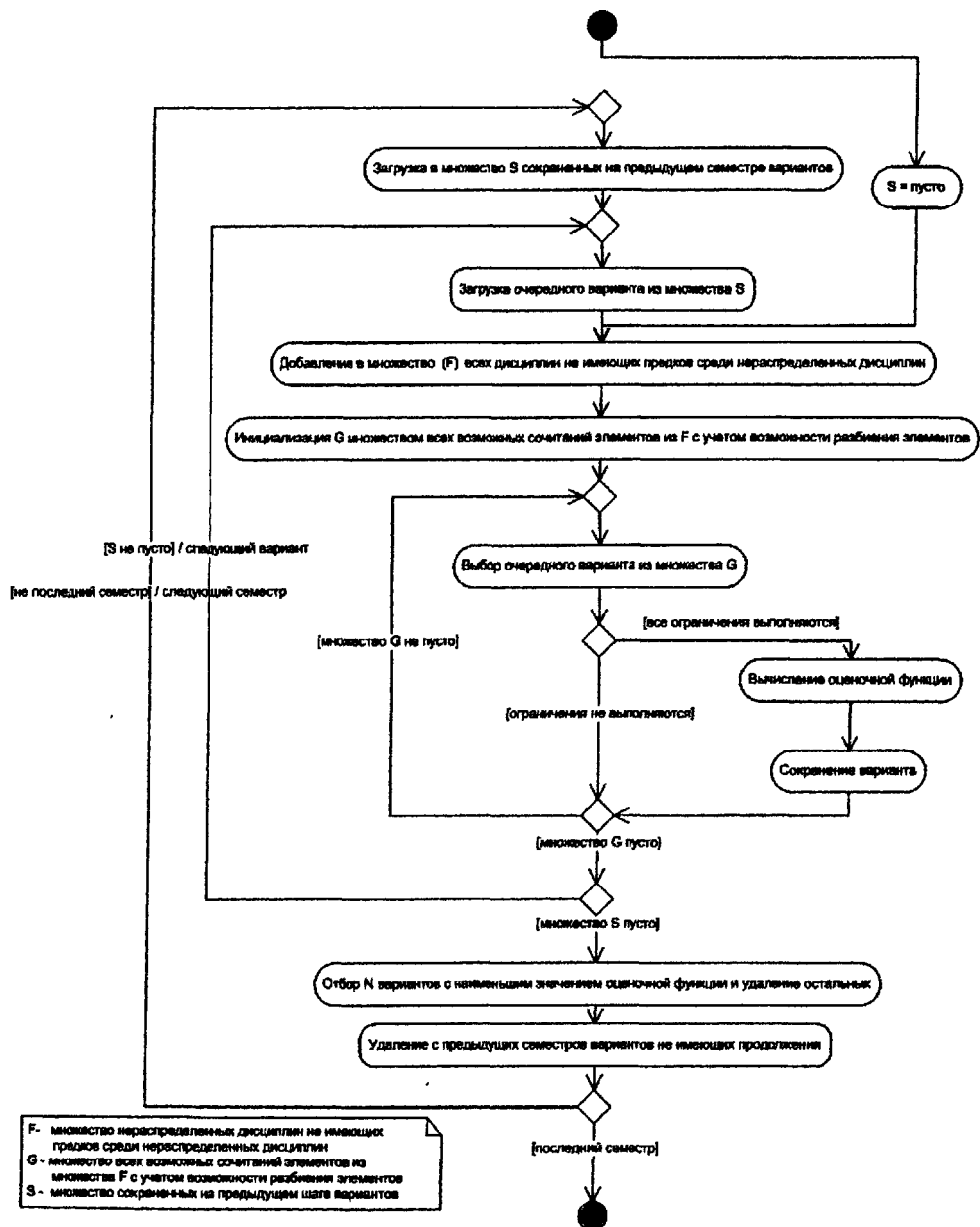
Здесь $f(y, u)$ - n -мерная функция от l -мерного вектора y и m -мерного вектора u , характеризующая динамику рассматриваемой системы. Эта функция предполагается известной (заданной) и отвечает принятой математической модели рассматриваемого управляемого процесса.

Процедура расчета конкретного процесса сводится к следующему. Пусть в некоторый момент n состояние системы $y(n)$ известно. Тогда для определения состояния $y(n+1)$ необходимо выполнить две операции: 1) выбрать допустимое управление $u(n)$; 2) определить состояние $y(n+1)$ в следующий момент времени. Так как начальное состояние системы можно считать заданным $y(0) = 0$, то описанную процедуру можно последовательно выполнить для всех $n = 0, 1, \dots, 9$. Последовательность состояний $y(0), y(1), \dots$ называется траекторией системы.

Замечено, что выбор управления на каждом шаге неоднозначен. Неоднозначность исчезает, если задать цель управления в виде требования минимизации (или максимизации) некоторого критерия оптимальности, что и было сделано в работе. Целевой функцией является минимизация отклонений количества распределенных дисциплин от усредненных значений по всем семестрам.

$$F_n(y_n, u_n) \rightarrow \min \quad (7)$$

Стратегией явилась минимизация отклонения количества распределенных дисциплин в семестре. Исходя из условия задачи, был бы интересен минимальный критерий, соответствующий каждой вершине. Поэтому вновь полученному состоянию приписывается минимальное значение из всех рассчитанных критериев, а также устанавливается ссылка на запись-родитель, из которой это значение сформировано. Эта операция отсекает множество неоптимальных вариантов учебных планов из дальнейших расчетов. На схеме 1 приведен алгоритм расчета вариантов учебных планов.



Схема!. Алгоритм расчета вариантов учебных планов

Далее была разработана система расчета параметров учебного плана специальности (направления). Начальным этапом работы с системой является настройка на конкретный учебный план. Учебный план определяется формой обучения, специальностью и годом обучения. Для синтеза учебного плана используются следующие исходные данные:

- список циклов дисциплин с общими трудоемкостями;
- список предлагаемых для изучения дисциплин с трудоемкостями и с видами отчетности;
- минимальное количество часов в неделю для дисциплины при ее разбиении;
- максимальное количество изучаемых дисциплин в семестре;
- количество отбираемых вариантов учебного плана;
- количество недель в семестре;
- результаты экспертного опроса;
- вес критерия по количеству дисциплин в семестре;
- вес критерия (отклонение от значений, заданных стандартом);
- вес критерия (отклонение от заданного геометрического распределения трудоемкостей циклов дисциплин по семестрам обучения);
- степень, используемая при объединении критериев.

Выходными данными работы системы являются варианты полученных распределений дисциплин и их трудоемкостей по семестрам обучения. Также осуществляется распределение трудоемкостей циклов дисциплин по семестрам. Результаты работы системы представляются в виде таблиц и диаграмм.

Сравнив полученные результаты расчетов с исходными, сделан вывод о том, что при научном подходе к процессу составления учебных планов вузов можно добиться значительного улучшения их качества. Анализ связи между учебными дисциплинами позволяет наилучшим образом расположить дисциплины во времени, а следовательно, добиться наилучшего их усвоения.

При обработке исходных данных благодаря предусмотренным в программе параметрам расчета синтезируется план, не противоречащий государственным образовательным стандартам.

Заключение

В ходе работы над диссертацией получены следующие результаты:

- проведен анализ процесса составления учебных планов вузов. Выяснено, что при существующем множестве ограничений, налагаемых на учебный план, его составление вручную сопряжено со значительными трудностями;
- предложена методика проведения экспертиз для определения последовательности дисциплин. Обоснован выбор в каждом конкретном случае того или иного метода;

- разработан шаблон проектирования, обеспечивающий сохранение информации о всех взаимосвязях дисциплин;
- проведен анализ и статистическая обработка информации 44 учебных планов дневной формы обучения СГТУ, разработанных по образовательным стандартам 2000 года. Выявлено наличие существенной неоднородности нагрузки студентов в различных семестрах учебных планов;
- разработана математическая модель распределения трудоемкостей циклов дисциплин по семестрам обучения в зависимости от трудоемкостей этих циклов в образовательных стандартах;
- предложена методика распределения дисциплин и их трудоемкостей по семестрам обучения с использованием метода динамического программирования;
- реализованы предложенные методики и модель в виде автоматизированной системы синтеза учебных планов вузов, включающая в себя подсистемы информационного обеспечения, обработки трудоемкостей циклов дисциплин, решения задачи синтеза;
- проведена при помощи созданной автоматизированной системы оптимизация плана специальности 27.55.00 «Комплексное обеспечение информационной безопасности автоматизированных систем» и подтверждена эффективность разработанных алгоритмов.

Основные публикации по теме диссертации

1. Наумова С.В. Математическое моделирование учебных планов ВУЗА /Н.Н. Клеванский, С.В.Наумова// XI Международная конференция-выставка«Информационные технологии в образовании». Часть IV. - М.: МИФИ, 2002. -С193-194.
2. Наумова С.В. Анализ геометрических критериев для моделирования и разработки учебных планов вуза / Н.Н.Клеванский, С.В. Наумова, СА-Костин // Совершенствование подготовки учащихся и студентов в области графики, конструирования и стандартизации: Межвуз. науч. - метод, сб. Саратов: СГТУ, 2003. - С. 125-130.
3. Наумова С.В. Использование геометрических критериев при моделировании и разработке учебных планов вуза/ Н.Н.Клеванский, С.В.Наумова, СА.Костин// Прикладные проблемы образовательной деятельности:Межвуз.сб.науч. тр.Воронеж:ВГПУ,2003.*С74-78.
4. Наумова С.В. Моделирование проектной деятельности при разработке учебных планов вуза/ Н.Н.Клеванский, С.В.Наумова, СА.Костин //XIII Международная конференция-выставка «Информационные технологии в образовании»Часть У.-М.:МИФИ, 2003.-С202-203.

5. Наумова С.В. Анализ системы формирования учебных планов вузов /Н.Н.Клеванский С.В. Наумова// Информационные технологии в науке, образовании и производстве. Материалы международной научно-технической конференции: 11-12 мая 2004 г.-Орел: ОрелГТУ,2004. Т4.-С.31-34.
6. Наумова С.В. Моделирование процесса синтеза учебных планов вузов /Н.Н.Клеванский, С.В.Наумова // Образовательные технологии: Межвуз.сб.науч. тр. Воронеж:ВГПУ, 2004.-С.193-195.
7. Наумова С.В. Разработка модели многоцелевой оптимизации учебных планов высшего образования/ Н.Н. Клеванский, С.В. Наумова// IV Южно-российская конференция-выставка «Информационные технологии в образовании».Ростов -на-Дону,2004.-С95-97.

Лицензия ИД № 06268 от 14.11.01

Подписано в печать 31.05.05

Формат 60x84 1/16

Бум. тип. Усл. печл. 1,16

Уч.-издл. 10

Тираж 100 экз. Заказ 236

Бесплатно

Саратовский государственный технический университет

410054 г. Саратов, ул. Политехническая; 77

Копипринтер СГТУ, 410054 г. Саратов, ул. Политехническая, 77

13 ИЮЛ 2005

