

На правах рукописи

ТЕМРАЛИЕВА АИГЮЛЬ ЯНИСОВНА

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ
УЧЕБНЫХ ПЛАНОВ С ПРОЦЕДУРОЙ ВЫЧИСЛЕНИЯ КРЕДИТОВ**

Специальность: 05.13.10 - Управление в социальных и
экономических системах

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук



Астрахань 2004

Работа выполнена в Астраханском государственном университете

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ: доктор технических наук, профессор
Петрова Ирина Юрьевна

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ: доктор технических наук, профессор
Дворянкин Александр Михайлович

доктор технических наук, профессор
Филин Виктор Андреевич

ВЕДУЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ: Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет
«ЛЭТИ»

Защита диссертации состоится 17 декабря в 11 час. 00 мин. на заседании диссертационного Совета КМ 212.009.03 при Астраханском государственном университете по адресу: 414056, г. Астрахань, ул. Татищева 20А.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные гербовой печатью, просим направлять ученому секретарю диссертационного совета по адресу: 414056, г. Астрахань, ул. Татищева 20 А, АГУ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета.

Автореферат разослан 16 ноября 2004 г.

Ученый секретарь
Диссертационного Совета
к. т. н., доц.



Щербинина О.В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Центральным документом, определяющим содержание общепрофессиональной и профессиональной (специальной) подготовки специалиста, является учебный план. В нем реализуются основные принципы отбора предметов, их систематизация, регламентируется объем учебных дисциплин, нагрузка студента по периодам обучения, виды контроля знаний. На структуру и содержание учебного плана влияют ГОС по соответствующим направлениям и специальностям, Закон РФ "О высшем и послевузовском профессиональном образовании", инструктивные материалы Минобразования России, требования предприятий и организаций - непосредственных потребителей выпускаемых специалистов и пр.

По данным на октябрь месяц 2004 года Министерством образования разработаны государственные стандарты для 536 направлений и специальностей, из них 336 введены за последний год.

В стандартах учебных планов дается перечень дисциплин федерального компонента, но часы распределены только для 53% дисциплин. Для распределения выделенного в государственном стандарте общего количества часов для остальных 47% дисциплин могут быть привлечены эксперты: опытные преподаватели вуза, члены учебно-методического объединения (УМО), специалисты, имеющие большой стаж работы в данной области.

Анализ результатов набора абитуриентов в университеты Астраханской области показывает, что спрос населения на высшее образование с каждым годом возрастает. Соответственно растет число открываемых специальностей (рис.1).

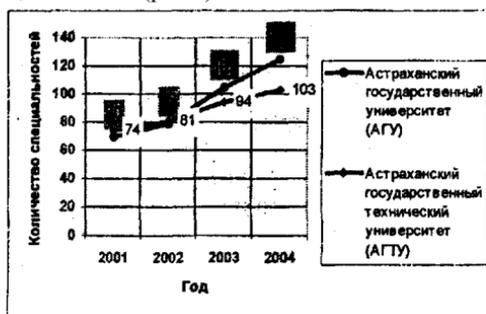
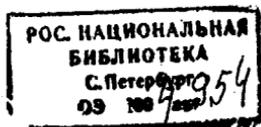


Рис. 1. Динамика количества специальностей дневной формы обучения по годам



Интенсивное появление новых специальностей и направлений делает актуальным вопрос автоматизации формирования учебного плана и распределения часов между дисциплинами на основе мнений экспертов.

С другой стороны, по условиям «Болонского клуба», членом которого стала Россия, до 2010 года каждая страна-участница обязана реформировать свою систему высшего образования согласно единым стандартам. В вузах вводятся две ступени профессиональной образовательной программы - бакалавриат и магистратура. Для этого необходимо разработать учебные программы, сопоставимые с программами входящих в клуб европейских вузов, и ввести единую с Европой систему оценки знаний учащихся.

Европейская система взаимозачетов результатов обучения ECTS (European Credit Transfer System) с каждым годом охватывает все большие пространства, как это можно заметить по хронологическим данным, представленным на рис.2.



Рис.2. Распространение ECTS

Признание результатов обучения позволяет студентам проходить часть своего обучения в вузах других стран.

В системе ECTS в качестве сравнительной характеристики трудозатрат студентов на изучение дисциплин служат кредиты (баллы), назначаемые изучаемым дисциплинам по определенным правилам. Кредит отражает объем необходимой работы над каждым курсом относительно к общему объему работы для завершения полного годового академического обучения в вузе, т.е. лекции, практические работы, семинары, самостоятельная работа (в лаборатории, библиотеке или дома), а также экзамены или другие формы контроля знаний.

Каждый вуз имеет право распределять кредиты ECTS по дисциплинам самостоятельно. Московский институт экономики и статистики, Уральский государственный университет, Европейский университет в Санкт-Петербурге осуществляют перевод в кредиты прямо пропорционально трудоемкости, т.е. времени, отведенному на изучение дисциплины. Российский университет дружбы народов применяет метод перевода часов в кредиты, где 1 кредит равен 36 часам. Рассмотренные методы реализуют механический перевод часов в кредиты.

В Астраханском государственном университете (АГУ) в процессе выполнения международного проекта по программе Темпус-Тасис JER21042-2000 «Региональная сеть университетов Евро-Каспий» для объективного подхода к системе кредитов и более эффективного решения задачи перевода учебных планов в ECTS предложено было использовать метод экспертных оценок.

В связи с этим актуальной стала задача разработки автоматизированной системы перевода учебных планов в кредиты, учитывающей экспертные оценки, достаточно простой в применении и полностью сочетающейся с государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования, а также доступной из любой точки нашей страны.

Целью диссертационной работы является:

Автоматизация процесса создания учебного плана направления или специальности и соответствующих рабочих учебных планов (графиков учебного процесса) на планируемый учебный год на основе разработанных математических моделей учебного плана и его составляющих, а также оценки трудоемкости учебных дисциплин, перевода часов в кредиты ECTS с учетом оценок экспертов.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- исследовать Европейскую систему образования подготовки магистров и бакалавров, Российскую систему подготовки специалистов, особенности учебных планов дневной, заочной, очно-заочной форм обучения, Европейскую систему взаимозачетов результатов обучения;
- разработать методики оценки трудоемкости учебной дисциплины и кредитов поддисциплине;
- построить математические модели основных элементов учебных планов и рабочих планов с целью разработки эффективных алгоритмов и их реализации;
- разработать инфологическую и даталогическую модели системы управления учебным процессом вуза, позволяющие создать эффективную концептуальную схему данных, обеспечивающую иммунитет приложений к изменениям в структуре хранения информации и методах доступа к данным;
- разработать единую объектно-реляционную распределенную базу данных (БД) информационных ресурсов вуза;
- создать комплекс прикладных программ для автоматизированного ведения и наполнения базы учебных планов, автоматической генерации рабочих учебных планов, автоматизированного расчета трудоемкости и кредитов по дисциплине.

Научная новизна результатов, полученных в диссертации, заключается в следующем:

- Разработаны математические модели семестра, дисциплины, учебных планов, рабочих учебных планов, которые унифицируют процесс составления учебных планов в соответствии со стандартом, позволяют осуществить автоматическое распределение часов по неделям, обеспечить равномерность семестровой и недельной загрузки студентов. В отличие от существующих моделей, разработанная обобщенная модель полностью учитывает административные, временные и количественные требования Госстандартов и включает требования вуза, не противоречащие стандарту.
- Показано, что использование метода парного сравнения позволяет получить более сбалансированные экспертные оценки для снятия неопределенности при разбивке часов, выделяемых Госстандартом, по дисциплинам учебного плана и при переводе часов учебного плана в кредиты ECTS по дисциплинам курса за счет учета мнений всех экспертов, а не отдельного лица.
- Впервые разработаны математические модели семестра и рабочих учебных планов, математические модели правил определения суммарного аудиторного количества часов, определения общего количества часов в семестре, правил проведения автоматической понедельной расчасовки с контролем равномерности недельной загрузки.
- На основе разработанных инфологических и даталогических моделей созданы алгоритмы автоматической проверки разрабатываемых учебных планов на соответствие временным и количественным требованиям Госстандартов и алгоритмы автоматической генерации рабочих учебных планов, автоматизированного расчета трудоемкости и кредитов по дисциплине.

Практическая ценность. На основе разработанных математических моделей учебного плана, методик оценки трудоемкостей дисциплин, инфологической и даталогической моделей системы управления вузом создан комплекс программ для автоматизированного ведения и наполнения базы учебных планов, автоматической генерации рабочих учебных планов, автоматизированного расчета трудоемкости и кредитов по дисциплине. Работа выполнена в рамках проекта по программе Темпус-Тасис JEP21042-2000 «Сеть университетов Евро-Каспий» и программы информатизации Астраханского государственного университета на 2003-2006 г.г., утвержденной 27 октября 2003 г.

Апробация работы. Отдельные материалы, входящие в диссертацию обсуждались на IV Международной научно-методической конференции

«Новые информационные технологии в региональной инфраструктуре и образовании НИТРИО-2001» (г. Астрахань, 2001 г.), VII Международной научно-методической конференции вузов и факультетов телекоммуникаций (г. Ульяновск, 2002 г.), XII Международной конференции-выставке «Информационные технологии в образовании» ИТО-2002(г. Москва, 2002 г.), Международной научно-технической конференции и Российской научной школы молодых ученых и специалистов «Системные проблемы качества, математического моделирования, информационных и электронных технологий» (г. Сочи, 2003 г.).

Публикации. Основные положения и результаты работы опубликованы в 9 печатных работах.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 100 наименований, 3 приложений, изложена на 130 машинописных страницах, содержит 34 рисунка и 11 таблиц.

Соискатель выражает особую благодарность начальнику отдела АСУ Астраханского государственного университета, к.т.н. Щербининой Оксане Владимировне за оказанную помощь и консультации.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, дана общая характеристика работы.

В первой главе сделан обзор существующих систем автоматизации учебного процесса вузов.

В таблице 1 приведен сравнительный анализ характеристик и возможностей рассмотренных систем автоматизации учебного процесса ВУЗов. Были выделены следующие сравнительные характеристики соответственно столбцам таблицы:

1. Используемая в системе технология
2. Автоматическая проверка разработанного учебного плана на соответствие государственным стандартам
3. Определение трудоемкости дисциплин учебного плана
4. Использование метода экспертных оценок при определении трудоемкости дисциплин учебного плана
5. Возможность конвертации трудоемкости учебного плана в кредиты ECTS
6. Использование метода экспертных оценок при переводе в кредиты ECTS
7. Возможность дальнейшего использования базы учебных планов в автоматизации процесса управления вузом
8. Разграничение прав и доступа пользователей к разработанной системе

Таблица 1

Сравнительная характеристика рассмотренных систем автоматизации учебного процесса ВУЗов.

Система	1	2	3	4	5	6	7	8
1. PLANY™ (г. Шахты)	Локальная	+	+	-	+	-	+	-
2. Автоматизация процесса составления учебных планов вузов (г. Москва)	Локальная	+	-	-	-	-	-	-
3. Модели и оптимизация учебных планов в образовательных системах (г. Уфа)	Локальная	+	-	-	-	-	-	-
4. САРУП «Куратор» (Петрозаводский государственный университет)	Локальная	-	+	-	-	-	-	-
5. Сетевые технологии в управлении учебным процессом учебного заведения (г. Челябинск)	Клиент-сервер	+	+	-	-	-	+	+

Система	I	2	3	4	5	6	7	8
6. Электронный деканат «ЭД++» (РЭА им. Г.В.Плеханова)	Клиент-сервер	-	+	-	-	-	+	+
7. Система управления учебным процессом вуза «Университет» (РГПУ, г.Ростов)	Технология CORBA, DELPHI5 (клиент-сервер)	+	+	-	-	-	+	-
8. Информационно-аналитическая система «Графики и планы учебного процесса» (Дальневосточный гос. Университет)	Клиент-сервер	+	+	-	-	-	+	+
9. Система управления вузами «Университет» (RedLab)	SAP R/3 (клиент-сервер)	-	+	-	-	-	+	+

Как видно из таблицы 1, ни одна из представленных систем не обладает всем спектром перечисленных свойств и функций. Таким образом, актуальной становится задача создания такой автоматизированной клиент-серверной системы формирования учебных планов вуза, которая осуществляла бы все указанные выше операции.

При реализации программного и информационного обеспечения АСУ АГУ необходимо учитывать ряд свойств, носящих общесистемный характер:

- потребность в оперативном доступе к информации;
- существование информации, характеризуемой одинаковой структурой, но отличающейся содержанием и способами представления;
- требование безопасности данных и защиты их от несанкционированного доступа;
- необходимость в реализации в АСУ АГУ механизма поддержки единого источника при формировании в БД конкретных данных;
- необходимость в разработке простого механизма использования общих данных, обеспечивая при этом их синтаксическую и семантическую эквивалентность в процессе формирования БД;
- поэтапная реализация и внедрение программного обеспечения АСУ АГУ с использованием технологий, упрощающих процесс объединения ранее разработанных частей АИС ВУЗ с вновь разработанными подсистемами.

Осуществление указанных свойств в автоматизированной информационной системе должно опираться на подходы, позволяющие с

единых позиций реализовать ее программное и информационное обеспечение.

Вторая глава посвящена описанию области планирования учебного процесса, построению концептуальной, инфологической, математической моделей, разработке алгоритмов работы подсистем планирования учебного процесса.

Учебный процесс в университете начинается с подготовки учебных планов специальностей, состав и объем которых регламентируется государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования на весь срок подготовки специалиста (рис.3).



Рис.3. Концептуальная модель системы планирования учебного процесса в вузе

В планировании учебного процесса участвует ряд подразделений вуза, в том числе кафедры, деканаты, учебный отдел, причем каждое выполняет определенные функции:

- Кафедра разрабатывает учебные планы для открываемых специальностей и корректирует учебные планы существующих специальностей.
- Деканы на основании созданных учебных планов разрабатывают рабочие учебные планы на планируемый учебный год
- Учебный отдел контролирует соответствие созданных кафедрами и деканатами учебных планов и рабочих учебных планов (графиков

учебного процесса) государственным стандартам высшего профессионального образования, оптимизирует учебные планы рабочие учебные планы под наличие материально-технической базы вуза (аудитории), оптимизирует штатный преподавательский состав в соответствии с учебной нагрузкой, проводит расчет штатов.

В данной работе автоматизации подлежат процессы формирования учебных и рабочих учебных планов. Поэтому была построена функциональная модель проектируемой автоматизируемой системы планирования учебного процесса, отражающая производимые системой действия и связи между ними (рис.4).

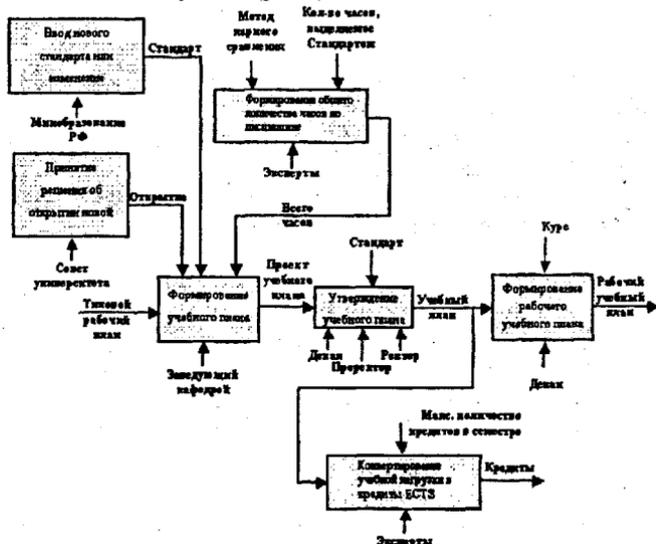


Рис.4. Функциональная модель формирования учебных планов и их конвертирование в ECTS

Учебный план содержит список дисциплин, распределенных по циклам, а также факультативные дисциплины. Дисциплины разделяются на базовые дисциплины и специальные, состав которых со временем может изменяться. Каждая дисциплина характеризуется следующей информацией:

- семестры, в которых проводится дисциплина, и формы контроля по ней
- всего часов (берется из стандартов)
- всего аудиторных часов, состоящих из аудиторных часов по видам занятий
- всего часов на самостоятельную работу
- среднее понедельное распределение аудиторных часов по семестрам.

Для автоматизации процесса формирования учебных планов была построена обобщенная математическая модель, отличающаяся полным учетом административных, временных и количественных требований государственных стандартов, а также требований вуза, не противоречащие Госстандартам.

Семестр характеризуется номером семестра и его длительностью в неделях.

$$S = \{i, ns_i, to_i, ts_i, tk_i, tp_i | i \in Z, i \geq 1 \wedge i \leq 12\} \quad (1)$$

, где

i - номер семестра, принимает целое значение от 1 до 12

ns_i - начало семестра (номер недели)

to_i - длительность теоретического обучения в i -ом семестре (в неделях)

ts_i - количество сессионных недель в i -ом семестре

tk_i - количество каникулярных недель в i -ом семестре

tp_i - длительность практических недель в i -ом семестре.

Дисциплина учебного плана характеризуется общим количеством часов, выделяемым на проведение аудиторных занятий (лекций, лабораторных, практических, семинаров) и на самостоятельные работы, видом контроля (экзамены, зачеты, курсовые работы и проекты, дифференциальные зачеты, контрольные работы), средним количеством часов в неделю:

$$D = \{c_i \in C, k_i \in K, s_i \in S, v_i \in V, x_0, \{x_{lek_i}\}, \{x_{pr_i}\}, \{x_{lab_i}\}, x_{aud}, x_{sam}, r_1, r_2\} \quad (2)$$

, где

c_i - цикл, к которому принадлежит i -ая дисциплина

k_i - компонент, к которому относится i -ая дисциплина (федеральный, национально-региональный, дисциплины по выбору)

s_i - семестр, в котором ведется i -ая дисциплина. Модель семестра дана в

(0-

v_i - виды контроля по i -ой дисциплине (зачет, экзамен, курсовой проект, курсовая работа, контрольная работа) в s_i семестре

x_0 - всего часов, выделяемые для изучения дисциплины, включающие аудиторные x_{aud} и самостоятельные работы x_{sam} студентов

x_{lek_i} - среднее количество лекционных часов в неделю семестра s_i

x_{pr_i} - среднее количество практических часов в неделю семестра s_i

x_{lab_i} - среднее количество лабораторных часов в неделю семестра s_i

x_{aud} - аудиторное количество часов по дисциплине

x_{sam} - количество часов самостоятельной работы студентов по дисциплине

r_1 - коэффициент важности дисциплины для профессиональной подготовки специалиста

g_2 - коэффициент сложности материала дисциплины.

Коэффициент важности дисциплины для профессиональной подготовки g_1 и коэффициент сложности дисциплины g_2 определяются экспертами по шкале от 0 до 1 или приводятся к этой шкале.

Аудиторное количество часов определяется как произведение среднего количества часов по всем видам занятий, определенных в модели дисциплины (2), в неделю i -го семестра на длительность теоретического обучения в i -ом семестре, указанную в модели (1)

$$x_{aud} = \sum_{i=1}^{12} (x_{lek_i} + x_{pr_i} + x_{lab_i}) \cdot t_{o_i}.$$

В случае, когда дисциплина разбита на несколько семестров, а в стандарте указывается суммарное по всем семестрам число часов x_0 , количество часов (аудиторных и самостоятельных) в одном семестре x_{o_s} определяется пропорцией:

$$x_{o_s} = \frac{(x_{lek_s} + x_{pr_s} + x_{lab_s}) \cdot t_{o_s} \cdot x_0}{\sum_{i=1}^{12} (x_{lek_i} + x_{pr_i} + x_{lab_i}) \cdot t_{o_i}}, \text{ где}$$

s - семестр, модель которого определена в (1)

x_{lek_s} — среднее количество лекционных часов в неделю семестра s (модель (2))

x_{pr_s} — среднее количество практических часов в неделю семестра s (модель (2))

x_{lab_s} — среднее количество лабораторных часов в неделю семестра s (модель (2))

x_{lek_i} — среднее количество лекционных часов в неделю i -го семестра (модель (2))

x_{pr_i} — среднее количество практических часов в неделю i -го семестра (модель (2))

x_{lab_i} — среднее количество лабораторных часов в неделю i -го семестра (модель (2))

t_{o_s} — длительность теоретического обучения в семестре s (в неделях) (модель (1))

t_{o_i} — длительность теоретического обучения в i -ом семестре (в неделях) (модель (1))

Учебные планы составляются для всех специальностей вуза на каждый год набора абитуриентов по любой форме, виду и ступени обучения. Тогда учебные планы представляются в виде множества

$$P = \{ \{d_i\} \in D, g_i, f_{o_i} \in FO, v_{o_i} \in VO, s_{o_i} \in SO \} \quad (3)$$

, где

$\{di\}$ - дисциплины i -ой специальности из множества дисциплин D , модель которых дана в (2)

gi - год набора абитуриентов на i -ую специальность,

FO - множество форм обучения (дневная, заочная, очно-заочная),

VO - множество видов обучения (традиционный, индивидуальный, ускоренный),

SO - множество ступеней обучения (бакалавриат, магистратура, специальность).

Ежегодно формируются рабочие учебные планы (графики учебного процесса) в разрезе соответствующего курса утвержденного учебного плана.

Так как каждый год один и тот же план берется в разрезе следующего курса k , то рабочий учебный план характеризуется курсом, на который он формируется

$R = \{k, \{d_k\} \in P\}$, где

k - курс

$\{dk\}$ - дисциплины учебного плана P , модель которого дана в (3), в разрезе курсов.

Курс определяется, исходя из текущего учебного года и года набора на специальность, указанного в учебном плане

$k = (ugod + 1) - g_i + 1$, где

$ugod$ - текущий учебный год

$(ugod + 1)$ - планируемый учебный год

gi - год набора абитуриентов на i -ую специальность.

Указание в учебных планах среднего количества часов в неделю отдельно по каждому виду занятий позволяет осуществить автоматическую генерацию понедельного распределения часов в рабочих учебных планах. Длительность одного занятия в вузе измеряется двумя или кратными ей часами. Среднее количество часов в неделю у дисциплины в учебном плане может быть кратно двум, то есть четным, а может быть нечетным. Определенную на планируемый год нагрузку по отдельным видам занятий деканы распределяют по неделям семестров кратно двум часам по каждой дисциплине курса, при этом обеспечивая равномерность недельной загрузки студентов.

Если среднее количество часов в семестре по виду занятия xi - четное число, т.е. без остатка делится на два $\text{mod}(xi, 2) = 0$, то каждую неделю семестра проводится $z = xi$ часов.

Если среднее количество часов в семестре по виду занятия xi - нечетное число, $\text{mod}(xi, 2) > 0$, то в зависимости от загруженности четных

$\sum_{d \in R} z_{\text{mod}(n, 2) = 0}$ и нечетных $\sum_{d \in R} z_{\text{mod}(n, 2) > 0}$ недель семестра дисциплинами d

рабочего плана R специальности в четные и нечетные недели проводятся соответствующие $(x_i - 1)$ и $(x_i + 1)$ часов.

$$z_{\text{mod}(n,2)=0} = \begin{cases} (x_i + 1), \text{если } \text{mod}(x_i, 2) < 0 \wedge (\sum_{d \in R} z_{\text{mod}(n,2)=0} < \sum_{d \in R} z_{\text{mod}(n,2)<0}) \\ (x_i - 1), \text{если } \text{mod}(x_i, 2) < 0 \wedge (\sum_{d \in R} z_{\text{mod}(n,2)=0} > \sum_{d \in R} z_{\text{mod}(n,2)<0}) \\ x_i, \text{если } \text{mod}(x_i, 2) = 0 \end{cases}$$

$$z_{\text{mod}(n,2)<0} = \begin{cases} (x_i - 1), \text{если } \text{mod}(x_i, 2) < 0 \wedge (\sum_{d \in R} z_{\text{mod}(n,2)=0} < \sum_{d \in R} z_{\text{mod}(n,2)<0}) \\ (x_i + 1), \text{если } \text{mod}(x_i, 2) < 0 \wedge (\sum_{d \in R} z_{\text{mod}(n,2)=0} > \sum_{d \in R} z_{\text{mod}(n,2)<0}) \\ x_i, \text{если } \text{mod}(x_i, 2) = 0 \end{cases}$$

Равномерность недельной загрузки определяется по следующей формуле:

$$\left| \sum_{d \in R} z_{\text{mod}(n,2)=0} - \sum_{d \in R} z_{\text{mod}(n,2)<0} \right| = 2$$

Методика формирования рабочего учебного плана специальности/направления следующая:

1. Из конкретного учебного плана специальности/направления выбираются дисциплины в разрезе определенного курса на планируемый учебный год.
2. Дисциплины закрепляются за определенными кафедрами вуза.
3. Просматривается среднее количество часов в неделю по видам занятий по всем дисциплинам рабочего учебного плана специальности/направления.
4. Если среднее количество часов в неделю - четное число, то оно ставится на каждую неделю семестра. «Реальное» (пересчитанное) количество часов по видам занятий должно совпадать с соответствующими «эталонными» (взятыми из учебного плана) значениями.
5. Если среднее количество часов в неделю - нечетное число, то:
 - считается общая нагрузка первой и второй недели семестра, которые чередуются, так как расписание занятий в вузе обычно составляется на две недели (лекционную и практическую);
 - определяются два четных числа, среднее арифметическое которых дает исходное нечетное число. Например, число «три» - это среднее арифметическое четных чисел «два» и «четыре». То есть, если k - исходное нечетное число, то оно образуется как среднее арифметическое чисел $(k-1)$ и $(k+1)$;

- если загруженность первой недели меньше второй, то на каждой «первой» неделе семестра ставится (κ+1) часов, а на «второй» - (κ-1) часов;
 - если загруженность первой недели больше второй, то на каждой «первой» неделе семестра ставится (κ-1) часов, а на «второй» - (κ+1) часов;
 - вычисляется «реальное» количество часов по виду занятия в семестре, отличное от «эталонного», заложенного в учебном плане. Разница обычно составляет «плюс-минус» единицу.
6. Для дисциплин рабочего учебного плана специальности/направления определяются и предлагаются адекватные по названию, семестру, виду занятий, «реальной» нагрузке, кафедре дисциплины из рабочих учебных планов других специальностей и направлений для создания потока.

На основе математических моделей семестра, дисциплины, учебного плана, формализовано 36 требований государственных стандартов и вуза, которые классифицированы на административные, временные и количественные, основные из которых:

- Учебный процесс в университете опирается на государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования, регламентирующий состав учебного плана по специальности на весь срок обучения:

$$P_{\text{станд}} = \{\{D_{\text{станд}}\}, \{F_{\text{станд}}\}, \{R_{\text{станд}}\}, \{V_{\text{станд}}\}, \{T_{\text{станд}}\}, Ex, Z, Kp, Kr, N\} \quad (4)$$

, где

Останд - список дисциплин федерального компонента и практик

Сстанд - объем часов, выделяемый циклу

Рстанд - объем часов, выделяемый федеральному компоненту

Истанд - объем часов, выделяемый региональному компоненту

Устанд - объем часов, выделяемый группе дисциплин по выбору

Тстанд - объем часов, выделяемых стандартом на изучение дисциплин

Ex - максимальное количество экзаменов в семестре

Z - предельное число зачетов в семестре

Kp - ограничение на количество курсовых проектов в семестре

Kr - ограничение на количество курсовых работ в семестре

N - максимально допустимое количество аудиторных часов в неделю.

- Названия дисциплин федерального компонента и практик в учебном плане строго соответствуют вышеуказанным Госстандартам:

$$(D_{\text{фед}} \cup D_{\text{пракс}}) \cap D_{\text{станд}} = D_{\text{станд}}, \text{ где } D_{\text{фед}} \in D, D_{\text{пракс}} \in D,$$

где

D - список дисциплин, изучаемых в вузе

Офед - дисциплины федерального компонента в учебном плане специальности S

ДпраК - практики в учебном плане специальности S

Бстанд - дисциплины и практики в стандарте специальности S, являющиеся параметром модели стандарта (4).

- Учебные планы P, описанные моделью (2), желательно разрабатывать для каждого года набора g на специальность S, что важно для правильного создания рабочих учебных планов на планируемый учебный год, а значит, и формирования расписания занятий учебных групп: $\forall S \forall g_S \exists P(\{d_s\} \in D, g_s)$.

- Аудиторное количество часов по дисциплине в учебных планах специальностей дневной формы Pj обучения должно составлять 50-60% от общего количества часов.

$$\forall d \in P_d \left[0.5 \leq \frac{\sum_{j=1}^{12} (x_{лек_j} + x_{пр_j} + x_{lab_j}) \eta_{0j}}{x_0} \leq 0.6 \right], \text{ где}$$

toj - длительность теоретического обучения в j-ом семестре (1)

Среднее количество лекционных часов в неделю j-го семестра xлек j, среднее количество практических часов в неделю j-го семестра xпр j, среднее количество лабораторных часов в неделю j-го семестра xlab j, общее количество часов x0 по дисциплине d являются параметрами модели дисциплины (2).

- Необходимо осуществлять контроль норм недельной загрузки студента, а также соответствие нормативам Госстандарта контрольных сумм часов нагрузки по дисциплинам. Количество учебных часов в неделю каждого семестра не должно превышать заданной нормы N.

$$\forall P \forall s \left[\sum_{j \in \{d_s\}} (x_{лек_j} + x_{пр_j} + x_{lab_j}) \leq N \right]$$

s - номер семестра, модель которого приводится в (1)

{d} - множество дисциплин плана P, описанного моделью (3), изучаемых в s-ом семестре

Количество часов по дисциплине, которая определена в стандарте с часами, может отклоняться от стандарта на 10%

- Количество видов контроля по дисциплинам в семестре s учебного плана P не должно выходить за пределы, установленные стандартом. Количество экзаменов $V_{i,ex}$ в семестре s, учитывающиеся в модели дисциплины (2), должно быть не более заданного E_x (без физвоспитания) (4)

$$\forall P \forall s \left[\sum_{i \in \{d_i\}} v_{i,ex}(s) \leq Ex \right]$$

- Количество зачетов $v_{i,z}$ в семестре s , учитывающиеся в модели дисциплины (2), должно быть не более заданного в стандарте Z (без физвоспитания)(4)

$$\forall P \forall s \left[\sum_{i \in \{d_i\}} v_{i,z}(s) \leq Z \right]$$

- Количество курсовых проектов $v_{i,Кр}$ в семестре s , учитывающиеся в модели дисциплины (2), должно быть не более заданного в стандарте $Кр$ (4)

$$\forall P \forall s \left[\sum_{i \in \{d_i\}} v_{i,Кр}(s) \leq Кр \right]$$

- Количество курсовых работ $v_{i,Кг}$ в семестре s , учитывающиеся в модели дисциплины (2), должно быть не более заданного в стандарте $Кг$ (4)

$$\forall P \forall s \left[\sum_{i \in \{d_i\}} v_{i,Кг}(s) \leq Кг \right]$$

В результате анализа функциональной модели были определены основные сущности учебного плана, связи между ними и построена диаграмма «Сущность - связь». При преобразовании модели «Сущность - связь» в систему таблиц и отношений проводилась нормализация, которая позволяет избежать дублирования данных и избыточность таблиц. Это подтверждается построенным графом таблиц и отношений (рис.5).

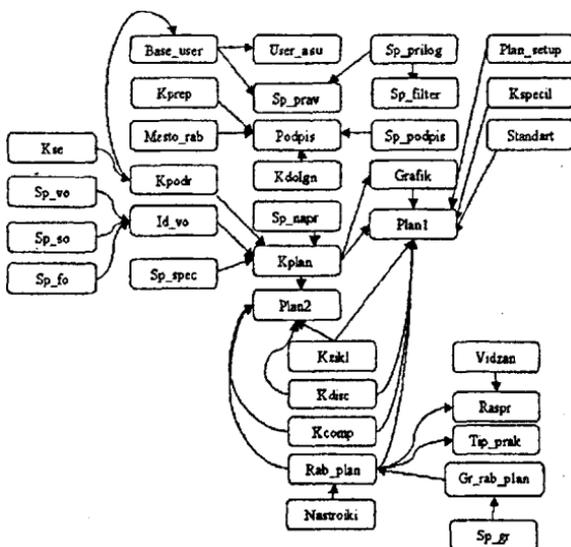


Рис.5. Граф таблиц и отношений даталогической модели учебного плана и рабочего учебного плана

Отсутствие циклов в графе свидетельствует о избыточности таблиц. О достаточности свидетельствует тот факт, что для реализации поставленной задачи в виде автоматизированной системы не потребовалось создания дополнительных таблиц.

В третьей главе приводится методика оценки трудоемкости учебных дисциплин на основе знаний экспертов и рассматривается применение метода экспертных оценок для снятия неопределенности при разбивке часов, выделяемых Госстандартом, по дисциплинам учебного плана и при переводе часов учебного плана в кредиты ECTS по дисциплинам курса

В Госстандартах указываются ограничения в часах для циклов и компонент в общем, распределены часы по ряду дисциплин, в основном федерального компонента. Результат анализа стандартов более ста специальностей и направлений показал, что в стандартах часы указываются в среднем для 65% дисциплин федерального компонента.

Остальные дисциплины и часы по ним определяют заведующие кафедрами по мере создания учебного плана, при этом суммарное количество часов по компонентам и циклам должно соответствовать стандарту специальности или направления. В этом случае может возникнуть проблема необоснованного распределения часов цикла или компонента по дисциплинам. Привлечение экспертов позволит обеспечить

объективный подход к распределению часов по дисциплинам каждого цикла учебного плана.

Экспертами могут быть сотрудники из числа профессорско-преподавательского состава вузов или специалисты, имеющие большой стаж работы в данной области.

Поэтому была предложена следующая методика проведения экспертизы:

- Из учебного плана специальности/направления выделяются дисциплины цикла по компонентам без установленных стандартом часов
- Экспертам выдаются бланки с перечнем дисциплин для оценки важности и сложности дисциплины.
- Обрабатываются полученные от экспертов данные
- Определяются средние веса дисциплин по данным, полученным от всех экспертов
- Строится свертка по установленным критериям (определяется комплексный коэффициент): важность и сложность.
- Исходя из количества часов, заданного в стандарте, рассчитываются часы по нераспределенным дисциплинам компонентов цикла

Первая часть экспертизы - это оценка важности дисциплин для профессиональной подготовки специалистов. Прежде, чем приступить к этой работе, эксперту необходимо четко представить себе требования, которые предъявляются к выпускнику этой специальности. Вторая часть экспертизы - это оценка сложности учебных дисциплин. Схема экспертизы представлена на рис.6:

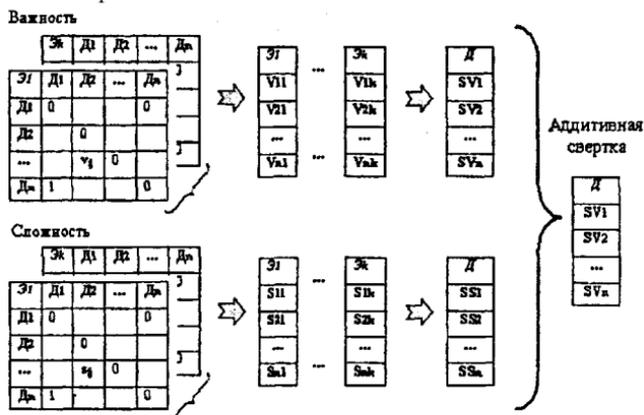


Рис.6. Общая схема экспертизы

Для аддитивной свертки используется формула:

$$U = \sum_{i=1}^m c_i x_{ni}$$

где m - количество критериев, c_i - параметр весомости i -го частного критерия, x_{ni} - нормированное или относительное значение i -го частного критерия. Желательно, чтобы $x_{ni} \in [0;1]$, $i=1, \dots, m$.

Если $\sum_{i=1}^m c_i = 1$, то параметры весомости называются коэффициентами весомости, а обобщенный показатель изменяется от 0 до 1 и называется средневзвешенным арифметическим показателем.

Определение согласованности мнений экспертов производится путем вычисления числовой меры, характеризующей степень близости индивидуальных мнений. Анализ значения меры согласованности способствует выработке правильного суждения об общем уровне знаний по решаемой проблеме.

В таблице 2 показаны результаты распределения часов по дисциплинам федерального компонента пятью заведующими кафедрами в отдельности и методом экспертных оценок. Экспертами являлись те же заведующие кафедрами.

Таблица 2

Определение трудоемкости ряда дисциплин федерального компонента для специальности «Прикладная информатика в экономике» 2004 г. набора отдельными экспертами и обобщенная экспертная оценка

Госс (час)	Федеральный компонент (1260 час)	Заведующий кафедрой «Информационные системы в экономике» (АГТУ), час.	Заведующий кафедрой «Информационные системы» (АГТУ), час.	Заведующий кафедрой «Автоматизированные системы обработки информации и управления»(АГТУ), час.	Заведующий кафедрой «Информационные системы»(АГУ), час.	Заведующий кафедрой «Математические методы в экономике»(АГУ), час.	Обобщенная экспертная оценка, час.
340	Иностранный язык	360	340	340	340	408	340
408	Физическая культура	408	408	408	408	408	408
–	Отечественная история	90	90	60	112	108	89
–	Правоведение	72	170	172	100	108	154
–	Философия	90	90	100	100	100	101
–	Экономика	240	170	200	200	140	168
	Итого (час)	1260	1268	1280	1260	1272	1260

Отразим данные таблицы 2 на диаграмме (рис.7).

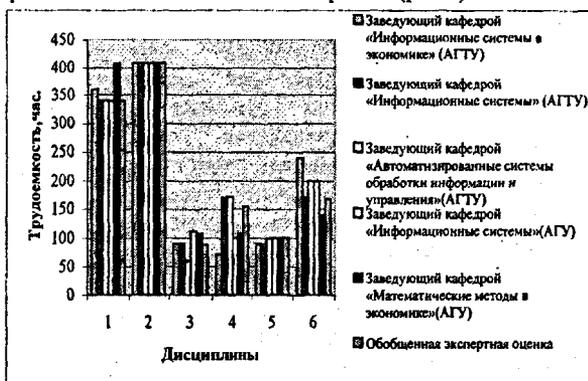


Рис.7. Сравнение распределения часов по дисциплинам федерального компонента отдельными лицами и группой экспертов.

Метод экспертных оценок дает более сбалансированную оценку, так как позволяет учесть мнение всех экспертов. Является очевидным, что консолидированное мнение экспертов позволяет осуществить распределение часов по дисциплинам компонент и цикла более эффективно.

Кредиты ECTS предлагается распределять по дисциплинам, принимая во внимание, главным образом, мнение экспертов о величине студенческих трудозатрат. Кредиты распределяются на дисциплины регионального компонента и на дисциплины по выбору, которые входят в интегрированную часть курса обучения. Необязательные предметы по выбору (факультативные), кредитов не получают. Кредиты ECTS присваиваются только по окончании изучения дисциплины и при условии успешной сдачи необходимых экзаменов (зачетов).

Методика проведения экспертизы для осуществления перевода часов в кредиты аналогична методике оценки трудоемкости дисциплин учебного плана, за исключением двух моментов:

- Из учебного плана специальности/направления выделяются дисциплины курса
- Перевод в кредиты осуществляется исходя из суммарного количества часов (аудиторных и самостоятельных) и годовой нормы кредитов (60 кредитов).

В системе ECTS 60 кредитов соответствуют одному году обучения (в терминах трудоемкости); 30 кредитов - полгода обучения (семестр).

В результате обработки группы таблиц по всем экспертам определены средние веса дисциплин и, с учетом суммарного количества часов (аудиторных и самостоятельных) и годовой нормы кредитов, вычислен кредиты.

Для сравнения результатов, перевод в кредиты осуществлялся методом экспертной оценки, методом прямой пропорции и методом, предложенным Современным гуманитарным университетом (рис.8):

- В колонке «МПС» показан результат перевода в кредиты методом попарного сравнения (метод экспертных оценок).
- В колонке «МНО» показан результат перевода в кредиты методом непосредственной оценки (метод экспертных оценок).
- В колонке «Пропорц.» показан результат пропорционального перевода в кредиты.
- В колонке «1 з.е. = 36 часам» показан результат перевода методом, предложенным Современным гуманитарным университетом.

Специальность "Дизайнная информатика в экономике" - 2004 (7 курс)

ДИСЦИПЛИНЫ	Всего	МПС	МНО	Пропорц.	1 з.е. = 36 часам
АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК	130	4	3	4	4
ИЗУЧЕНИЕ СПЕЦИАЛЬНОСТИ	65	3	1	3	3
ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК	117	2	3	4	3
ИНФОРМАТИКА И ПРОГРАММИРОВАНИЕ	200	8	8	6	6
КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ВЕЩЕСТВОЗНАНИЯ	120	2	2	4	3
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ДАТАНИС	350	18	18	7	7
ОСНОВЫ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ И ЯЗЫКИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ	123	6	7	4	4
ОСНОВЫ БИЗНЕСА	150	6	4	3	4
ОТЧЕТАМИ ИСТОРИИ	113	1	1	4	3
СОЦИОЛОГИЯ	117	3	3	4	3
ТЕХНОЛОГИИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ	123	6	6	4	4
ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА	142	1	1	4	4
ФИЛОСОФИЯ	204	3	3	6	6
	60	60	60	34	

Рис.8. Подсчет кредитов разными методами

Как видно из рис.8 метод, предложенный Современным гуманитарным университетом, не укладывается ровно в рамки 60 кредитов. Метод попарного сравнения дает более объективные результаты по сравнению с пропорциональным переводом. Например, «Физической культуре» и «Технологии программирования» при пропорциональном переводе будет соответствовать 4 кредита, а при применении метода попарного сравнения «Физической культуре» выделится 1 кредит, а «Технологии программирования» - 6 кредитов. По результатам социологического опроса, часто экспертам сложно дать точную оценку характеристике (метод непосредственной оценки), легче сравнить ее с другой (метод попарного сравнения).

Отразим полученные результаты на диаграмме (рис.9).

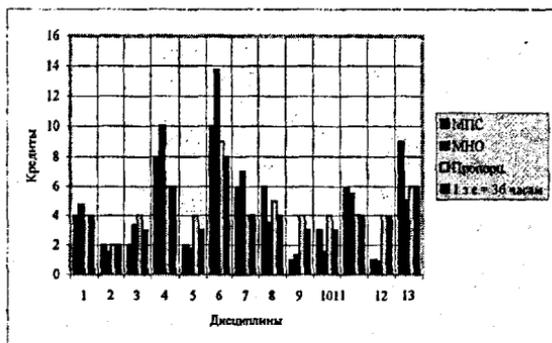


Рис.9. Сравнение результатов подсчета кредитов разными методами

Метод парного сравнения дает консолидированную оценку, учитывающую мнение всех экспертов, в отличие от механических способов перевода, и в то же время является простым по сравнению с методом непосредственной оценки.

В четвертой главе описывается разработанное программное обеспечение для автоматизации планирования учебного процесса (рис. 10).

На основании построенных даталогических моделей создана корпоративная база данных «Учебные планы» (свидетельство об официальной регистрации базы данных Роспатента №2002620135 от 5 августа 2002 г.), необходимая для создания автоматизированных систем управления учебным процессом в вузе.

На основании построенной обобщенной математической и функциональной моделей создана автоматизированная система обработки информации и управления «Формирование учебных планов и генерация графиков учебного процесса» (свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ Роспатента №2002611313 от 5 августа 2002 г.), которая позволяет ускорить процесс формирования учебных планов и рабочих учебных планов.

Подсистема формирования учебных планов позволила в кратчайшие сроки (6 месяцев) привести в соответствие новым государственным стандартам около 600 учебных планов различных форм, видов и ступеней обучения для каждого года набора (начиная с 2000 г.) по 125 специальностям и направлениям, в том числе по вновь открываемым.

На основе разработанных математических моделей создана полная система автоматической выверки показателей учебного плана с временными и количественными требованиями Госстандартов.

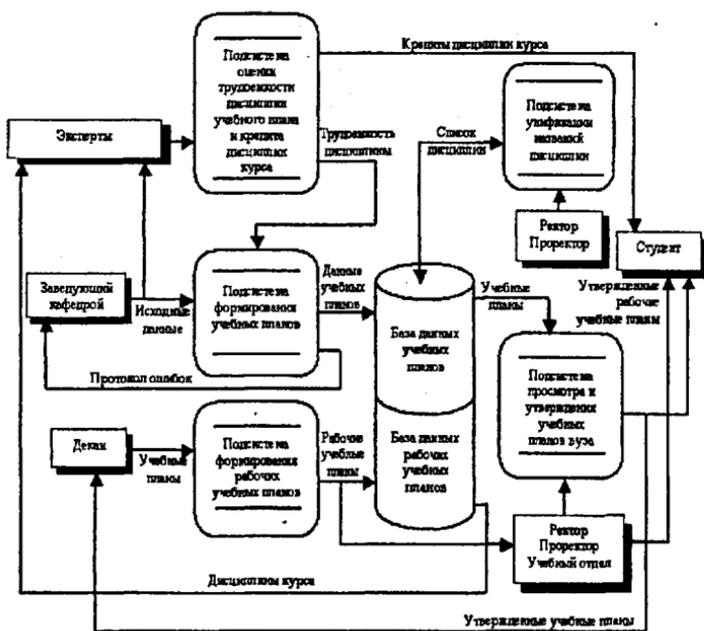


рис.10. Логическая схема взаимодействия аппарата вуза с АСУ АГУ

Подсистема унификации названий дисциплин предназначена для выявления дисциплин с адекватными и аналогичными названиями в справочнике дисциплин с целью освобождения базы данных от не нужной информации.

Подсистема просмотра и утверждения учебных планов вуза предназначена для контроля учебным отделом процесса подготовки учебных планов заведующими кафедрами вуза.

Подсистема формирования рабочих учебных планов позволяет провести автоматическую генерацию рабочих учебных планов на планируемый год с использованием БД учебных планов и позволяет сформировать потоки по специальностям.

Диаграмма на рис.11 отображает интервалы времени (в секундах), необходимые для выполнения операции при использовании ручной технологии, средств электронной таблицы Excel и модулей созданной подсистемы автоматической генерации.

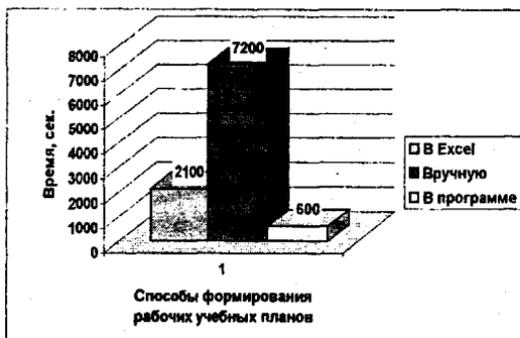


рис.11. Сравнение способов формирования рабочих учебных планов по длительности

Подсистема оценки трудоемкости дисциплин учебного плана и кредита дисциплин курса предназначена для осуществления экспертного опроса в бумажном или в интерактивном режиме, в том числе и через интернет, и для обработки результатов экспертизы. Подсистема позволила в рамках выполнения проекта по программе Темпус-Тасис JEP21042-2000 «Сеть университетов Евро-Каспий» осуществить перевод учебных планов 33 специальностей Астраханского государственного университета, Астраханского государственного технического университета, Калмыцкого государственного университета и Дагестанского государственного университета в кредиты ECTS.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

Основные научные и практические результаты диссертационной работы состоят в следующем:

1. Проведена классификация всех требований государственных стандартов по формированию учебных планов и требований вуза, не противоречащие стандартам, по административным, временным и количественным признакам. Административные требования отражают специфику формирования учебных планов, не представляющие собой ни временные, ни количественные признаки (учебный план составляется для каждого года набора на специальность/направление, учебный план составляется для всех форм, видов и ступеней обучения, название дисциплин федерального компонента и практик в учебном плане строго соответствуют стандартам и т.д.).
2. Разработаны математические модели семестра, дисциплины, учебных планов, рабочих учебных планов, которые унифицируют процесс составления учебных планов в соответствии со стандартом, позволяющие осуществить автоматизацию распределения часов по неделям, обеспечить равномерность семестровой и недельной загрузки

- студентов. В отличие от существующих моделей, разработанные модели полностью учитывают административные, временные и количественные требования Госстандартов и включают требования вуза, не противоречащие стандартам.
3. Показано, что использование метода парного сравнения позволяет получить более сбалансированные экспертные оценки для снятия неопределенности при разбивке часов, выделяемых Госстандартом, по дисциплинам учебного плана и при переводе часов учебного плана в кредиты ECTS по дисциплинам курса за счет учета мнений всех экспертов, а не отдельного лица.
 4. Разработаны концептуальная, функциональная, инфологическая модели с использованием CASE-технологий, которые позволяют поддерживать уровень формирования учебных планов в соответствие со стандартами.
 5. Разработаны алгоритмы автоматической проверки соответствия учебных планов государственным стандартам по семи параметрам: количество экзаменов, зачетов, курсовых работ, курсовых проектов в семестре, аудиторное количество часов в семестре в учебных планах дневного, заочного, очно-заочного отделения, количество часов в циклах, недельная загрузка студентов.
 6. Разработаны алгоритмы автоматической генерации рабочих учебных планов, расчета трудоемкости и кредитов по дисциплине с дальнейшей автоматизацией этих процессов.
 7. Разработаны алгоритмы автоматизированного объединения групп разных специальностей в учебные потоки по совпадающим учебным дисциплинам, что освобождает ресурсы, необходимые для проведения занятий по этим дисциплинам в случае, если бы они проводились отдельно для каждой специальности.
 8. На основе полученных теоретических выводов разработана автоматизированная система формирования учебных планов с процедурой вычисления кредитов, которая внедрена в Астраханском государственном университете.

Основные результаты диссертации опубликованы в работах:

1. Петрова И.Ю., Лазуткина Е.А., Щербинина О.В., Темралиева А.Л. Подсистема «Учебный план» АСОИУ АГТУ // Материалы четвертой международной научно-методической конференции «Новые информационные технологии в региональной инфраструктуре и образовании НИТРИО-2001», Астрахань 2001 г., стр. 186
2. Петрова И.Ю., Лазуткина Е.А., Щербинина О.В., Темралиева А.Л. Автоматизация управления учебным процессом на основе учебных планов // Материалы VII международной научно-методической конференции вузов и факультетов телекоммуникаций, Ульяновск 2002 г., стр. 42

3. Петрова И.Ю., Лазуткина Е.А., Щербинина О.В., Темралиева А.Я. Автоматизация планирования учебного процесса на основе учебных планов // Материалы XII Международной конференции-выставки «Информационные технологии в образовании» ИТО-2002, Москва 2002 г., стр. 217
4. Петрова И.Ю., Лазуткина Е.А., Щербинина О.В., Темралиева А.Л. Формирование учебных планов и их перевод в Европейскую систему взаимозачетов (ECTS) // Межвузовский сборник научных трудов «Образовательные технологии», Воронеж 2002 г., стр. 157
5. Петрова И.Ю., Темралиева А.Я. Экспертная система оценки трудоемкости учебного плана // Материалы международной научно-технической конференции «Системные проблемы качества, математического моделирования, информационных и электронных технологий» г. Сочи 2003 г., стр. 57
6. Петрова И.Ю., Темралиева А.Я. Система оценки трудоемкости учебного плана экспертным методом // Гуманитарные исследования: Журнал фундаментальных и прикладных исследований, 2004 г., №1, стр.32
7. Пименов Ю.Т., Петрова И.Ю., Лазуткина Е.А., Щербинина О.В., Темралиева А.Я. База данных «Учебные планы» // Свидетельство об официальной регистрации базы данных для ЭВМ №2002620135
8. Петрова И.Ю., Лазуткина Е.А., Щербинина О.В., Темралиева А.Я. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ «Формирование учебных планов и генерация графиков учебного процесса» №2002611313
9. Петрова И.Ю., Темралиева А.Я. Автоматизированная система обработки информации при создании учебных планов и их перевод в европейскую систему взаимозачетов ECTS // Датчики и системы, 2004 г., №10, стр. 43.

Подписано в печать 11.11.2004
Уч-изд. л. 14. Усл. печ. л. 13. Заказ № 633. Тираж Ю0 экз.

Издательский дом «Астраханский университет»
414056, г.Астрахань, ул. Татищева, 20
тел. (8512) 54-01-89, 54-01-87
E-mail: asupress@yandex.ru

#23849