

На правах рукописи

Бадрутдинова Дина Айратовна

**РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ВУЗОМ
КАК СУБЪЕКТОМ РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКИ**

**Специальность 08.00.13 – Математические и инструментальные
методы экономики**

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук



Уфа – 2004

Работа выполнена на кафедре «Экономика предпринимательства» Уфимского государственного авиационного технического университета

Научный руководитель	доктор технических наук, профессор Исмаилова Лариса Алексеевна
Официальные оппоненты:	доктор экономических наук, профессор Саяпова Алсу Рафгатовна кандидат экономических наук, доцент Вахитова Сания Муртазовна
Ведущая организация	Научно-исследовательский институт высшего образования

Защита состоится "25" июня 2004 г. в 14-30 часов на заседании регионального диссертационного совета Д 002.198.01 в Уфимском научном центре Российской академии наук по адресу: 450054, г. Уфа, проспект Октября, 71.

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке Уфимского научного центра РАН.

Автореферат разослан «25» мая 2004 года

Ученый секретарь регионального
диссертационного совета,
доктор экономических наук



Н.И. Климова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Экономические реформы, повлекшие за собой изменение экономических условий функционирования хозяйствующих субъектов, потребовали интенсификации исследований в области экономики образования. В нашей стране был накоплен богатый опыт исследований в этой области. Научной разработкой отдельных организационных, экономических и социальных аспектов функционирования высшей школы занимались Б.А.Виноградов, А.Н.Петров, С.Г.Струмилин и другие. В 90-х годах в высшем образовании России произошли важнейшие изменения: было отменено государственное распределение выпускников, разработаны новые стандарты и изменились условия финансирования обучения. В современных условиях вуз действует на рынке образовательных услуг как самостоятельный субъект рыночной экономики. Исследованию проблем управления вузом как экономической и социальной системой, вопросам организации и управления финансированием системы высшего профессионального образования в современных условиях посвящены работы Г.В. Балашова, Е.Н. Богачева, Л.И. Ванчухиной, А.А. Воронина, А.И. Галагана, С. Джалалова, Е.В. Егорова, В.И. Ерошина, Е.Н. Жильцова, У.Г. Зиннурова, В.М. Зуева, В.М. Петровичева, А.Я. Савельева, Б.А. Сазонова, А.И. Сухарева, В.В. Чекмарева, Д.И. Чупрунова, А.М. Юркова, Л.И. Якобсона, В.Е. Яценко и др.

Актуальным направлением исследований является разработка математического инструментария, который позволит обоснованно согласовывать экономические интересы вуза как самостоятельного субъекта рыночной экономики с задачами системы высшего образования, а также обеспечит экономически обоснованное принятие управленческих решений по использованию финансовых, интеллектуальных и материальных ресурсов для организации учебного процесса на основе согласования требований к качеству образования и учета экономических интересов вуза. Всестороннее изучение и описание поведения образовательной системы как сложного объекта управления, анализ функционирования подсистем разного уровня и всей системы в целом возможны при использовании методов экономико-математического моделирования.

Цель и задачи исследования.

Целью исследования является разработка математического инструментария для исследования экономических отношений в системе высшего образования и повышения экономической обоснованности принимаемых решений по управлению вузом в региональной системе высшего образования в условиях рыночных отношений.

Для достижения поставленной цели в работе были поставлены следующие задачи:

1. Обосновать методологический подход, позволяющий с системных позиций анализировать способы построения и управления образовательной системой на принципах экономической целесообразности.

2. Разработать модель формирования контингента обучаемых в вузах региональной системы высшего образования, учитывающую влияние комплекса экономических, социальных, демографических факторов.

3. Разработать модель, учитывающую возможности управления формированием плана приема для реализации экономических интересов вуза с учетом тенденций спроса на рынке образовательных услуг и формирования вузовского контингента.

4. Для экономического обоснования организации учебного процесса разработать модель формирования учебных групп на принципах совместного решения проблем экономичности и качества обучения с учетом особенностей процесса усвоения знаний.

Объектом исследования является вуз в социально-экономической системе региона в условиях рыночных отношений.

Предметом исследований являются экономические отношения, возникающие при управлении вузом в рамках выполнения региональной системой высшего образования социально-экономических задач.

Теоретической и методологической основой исследования послужили фундаментальные и прикладные исследования в области управления в социальных и экономических системах, труды российских ученых, аналитиков и специалистов в смежных областях экономики и управления в системе высшего образования, педагогики, статистики; концепции, доктрины и программы Министерства образования РФ по вопросам развития высшей школы; материалы научных конференций по исследуемой проблеме. Информационной базой исследования явились данные Комитета государственной статистики РФ и Республики Башкортостан (РБ), Министерства экономики РБ, Департамента федеральной государственной службы занятости по РБ, Министерства образования РБ. Исследование базируется на методологии системного анализа, а также методах логического, структурно-функционального анализа, экономико-математического и компьютерного моделирования.

Научная новизна результатов диссертационной работы заключается в разработке математического инструментария для экономического обоснования управления вузом в региональной системе высшего образования в условиях рыночных отношений.

Научную новизну определяют:

1. Методологический подход, основанный на понятии «ресурсно-целевая тетрада» и позволяющий с единых позиций экономической оценки расходования ресурсов для достижения цели проводить анализ и построение системы высшего образования и ее подсистем. Методология позволяет за счет систематизации общих правил и подходов проектировать эффективную, основанную на экономических методах управления образовательную систему.

2. Динамическая модель формирования контингента вузов региональной системы высшего образования, учитывающая влияние социально-экономических факторов, демографических и миграционных процессов на объем социальной потребности в высшем образовании. Модель позволяет выявлять основные закономерности формирования вузовского контингента в регионе, а также позволяет проводить исследования изменения ситуации в системе высшего образования при различных сценариях развития экономики и общества.

3. Оптимизационная модель определения экономически обоснованной структуры плана приема, нацеленная на повышение доходной части бюджета вуза. Модель разработана с использованием нового показателя «экономически необходимый план приема», который оценивается на основе ситуационного анализа структуры спроса на рынке образовательных услуг и позволяет выявить резервы повышения доходной части бюджета вуза при управлении с противоречивых позиций обеспечения государственного задания на подготовку специалистов и реализации экономических интересов вуза.

4. Модель экономически обоснованного формирования учебных групп, согласующая требования экономичности и качества обучения при организации учебного процесса, построенная с учетом оценки потенциала усвоения и позволяющая обосновать и оптимизировать расходование ресурсов вуза (на примере аудиторного фонда).

5. Проведенные с помощью моделей исследования экономических отношений в региональной системе высшего образования (на примере Республики Башкортостан) и особенностей экономического управления вузом (на примере Уфимского государственного авиационного технического университета (УГАТУ), в результате которых разработаны сценарные прогнозы динамики контингента поступающих в вузы до 2017 года, проведен ситуационный анализ структуры спроса на рынке образовательных услуг, показаны возможности увеличения доходной части бюджета вуза и снижения расходования ресурсов в результате применения разработанных моделей.

Практическая значимость. Практическую ценность представляют:

1. Динамическая модель формирования вузовского контингента, позволяющая строить обоснованные прогнозы и проводить исследования изменения ситуации в системе высшего образования при различных сценариях развития экономики и общества.

2. Новый показатель «экономически необходимый план приема», позволяющий выявить резервы повышения экономической эффективности вуза, а также предложенный подход к оценке данного показателя на основе ситуационного анализа структуры спроса на рынке образовательных услуг.

3. Оптимизационная модель определения экономически обоснованной структуры плана приема как инструмент реализации экономических интересов вуза с учетом их согласования с необходимостью обеспечения государственного задания на подготовку специалистов.

4. Оптимизационная модель экономически обоснованного формирования учебных групп как инструмент согласования качества и экономичности образовательного процесса.

Апробация работы проводилась в докладах на конференциях и семинарах: Международной научно-методической конференции «Качество образования: достижения, проблемы» (Новосибирск, 2001), Международном научно-практическом семинаре «Передовые концепции экономики нефтехимических предприятий и совершенствование экономического образования в технических и технологических университетах» (Уфа, 2001), Всероссийской научно-практической конференции «Управление качеством образования в вузах» (Самара, 2003), Российской научно-методической конференции «Система мониторинга качества профессиональной подготовки специалистов в вузе» (Уфа, 2003), Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления» SICPRO'04 (Москва, 2004).

Публикации. Основные материалы диссертации опубликованы в 11 работах, в том числе 3 статьях, 8 тезисах докладов.

Структура и содержание работы. Диссертационная работа изложена на 164 страницах и включает в себя введение, три главы основного материала, заключение, библиографический список, состоящий из 169 наименований, и два приложения.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении сформулирована актуальность проблемы, кратко изложены цель и задачи исследования, выявлена научная новизна и определена практическая значимость предлагаемых методов и моделей.

В первой главе «Проблемы экономического управления образовательными системами» выявляются свойства и экономические отношения системы высшего образования, существенные для моделирования. Рассматривается социально-экономическая система, удовлетворяющая потребности экономики и общества в специалистах с высшим образованием, характеризующаяся динамичностью, большим числом изменяющихся параметров, сильной их взаимосвязанностью, функционирующая в нестабильных условиях в многомерном пространстве ограничений по материальным, финансовым, интеллектуальным и людским ресурсам. Чтобы избежать неоправданных затрат при управлении в такой системе, необходимо применение экономико-математических моделей, отображающих функционирование системы высшего образования в целом, ее отдельных подсистем или структурных элементов. Анализ показал, что методы и модели, используемые для управления системой высшего образования на принципах экономической обоснованности принятия решений, требуют развития и формализации.

Социально-экономическая система высшего образования относится к классу больших и сложных систем, состоит из ряда подсистем. Построение каждой из подсистем и системы в целом с позиций экономического управления по единым методологическим принципам позволит избежать ошибок в выборе целей подсистем, способов достижения целей, а также обеспечит рациональное расходование ограниченных ресурсов.

В современных условиях вуз, с одной стороны, обеспечивает экономику кадрами в соответствии с потребностями, и, с другой стороны, действует на рынке образовательных услуг как самостоятельный субъект рыночной экономики. Рыночная конъюнктура стала оказывать заметное влияние на поведение вузов, их деятельность в значительной степени регулируется общими экономическими законами спроса и предложения, возросла значимость внебюджетного финансирования для функционирования высших учебных заведений, вузы стремятся открывать наиболее востребованные рынком специальности. Поэтому при оптимизации плана приема с позиций экономической обоснованности требуется анализ ситуации, сложившейся на рынке образовательных услуг.

Важнейшей тенденцией рынка образовательных услуг является его регионализация, факторами которой исследователи называют снижение территориальной мобильности абитуриентов и выпускников вузов, трудовых ресурсов в целом. Вузы региона в значительной степени вынуждены ориентироваться

непосредственно на удовлетворение региональных потребностей экономики и населения, хотя проводимые реформы образования направлены на развитие академической мобильности. Для выявления основных закономерностей формирования вузовского контингента с учетом изменяющихся демографических характеристик населения, социально-экономических показателей общества (уровень благосостояния, престижность отдельных групп специальностей) требуется построить модель, позволяющую выявлять сценарии развития системы высшего образования и решать задачи прогнозирования.

Актуальной является задача рационального использования ресурсов, находящихся в распоряжении вуза, в том числе с целью расширения возможностей по предложению образовательных услуг. При этом требуется совместное решение противоречивых проблем обеспечения качества и достижения экономичности обучения. Разработка модельных представлений о процессе усвоения знаний учащимися, определяющем качество их обучения, позволяет также экономически обосновать расходы ресурсов вуза.

Решению поставленных задач посвящены последующие главы работы.

Во второй главе «Системная и динамическая модели экономических отношений в образовательной среде» при разработке методологических принципов использовалась методология анализа и синтеза систем в форме последовательности триад, разработанная применительно к производственно-рыночным системам. Данная концепция построения систем основана на объединении подсистем различной физической природы, представленных в виде множества взаимосвязанных трехэлементных множеств, или ресурсно-целевых триад, объединяющих целепобуждающую вершину I , целеполагающую вершину P и ресурсообеспечивающую вершину R . Процедура целедостижения включает в себя декомпозицию каждого из введенных множеств на ряд альтернативных подмножеств, что отражает многообразие объективно существующих путей разрешения проблемной ситуации.

Экономическое обоснование выбора альтернатив, объективной основой для которого служит оценка экономической эффективности использования ресурсов, необходимо при проектировании систем. В качестве модельного элемента предлагается использовать «эффективную ресурсно-целевую тетраду» (рис.1), где тройке множеств I, P, R поставлено в соответствие множество W , содержащее экономические оценки вариантов реализации триады.

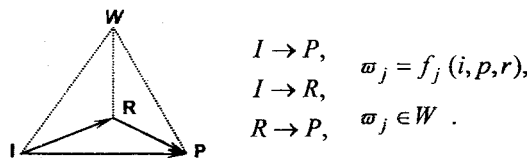


Рис.1. Эффективная ресурсно-целевая тетрада

Модельные примитивы-тетрады соединяются между собой по алгоритму: $P^{(k-1)} \rightarrow I^{(k)}$, $R^{(k-1)} \rightarrow R^{(k)}$, $W^{(k-1)} \rightarrow W^{(k)}$, образуя системную модель построения образовательной системы.

С использованием разработанной методологии в работе выделены общие правила формирования каждой из подсистем на принципах экономической обоснованности. В целом процедура целедостижения описана как замкнутая последовательность отображений множеств. Выделенные подсистемы обосновывают соотношение множеств показателей: потребностей в специалистах $\Pi_{сп}$, конкретных требующих решения проблем $\Pi_{р}$, локальных целей системы LZ , задач $З$ и функций Fi системы, функциональных подсистем S и их собственных ресурсов Rs , вузовских ресурсов V , студентов St , образовательных технологий Tx , специалистов Cn , способов M удовлетворения потребностей экономики в специалистах, а также множеств $W_1 - W_6$ оценок эффективности использования ресурсов в каждой из подсистем. Соединяя все тетрады по описанному алгоритму в единую цепь (рис. 2), можно графически представить модель системы высшего образования, где в качестве глобальной цели выступает удовлетворение потребностей экономики и общества в высшем образовании посредством подготовки специалистов.

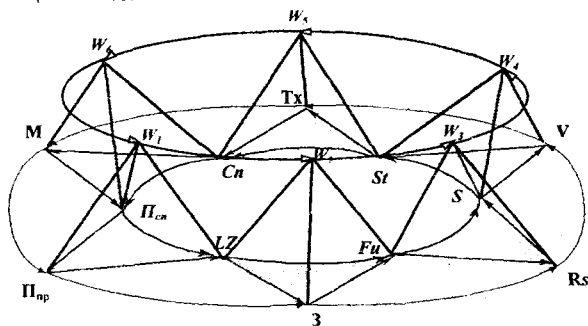


Рис. 2. Системная модель построения экономически эффективной образовательной системы

Разработанный подход позволил построить функциональную схему, отражающую сущность экономических интересов при управлении вузом и взаимосвязь решаемых задач диссертационного исследования (рис. 3).

Система высшего образования по природе своей является развивающейся системой, поэтому для описания происходящих в ней процессов использован динамический подход, подразумевающий изучение изменений системы во времени. Для анализа и прогнозирования тенденций формирования контингента вузов разработана динамическая модель, учитывающая комплекс социально-экономических характеристик населения региона, влияющих на величину социальной потребности в высшем образовании.



Рис. 3. Взаимосвязь моделей экономического управления в системе высшего образования

Происходящие на рынке образовательных услуг процессы неразрывно связаны с демографической ситуацией в стране, которая позволяет представить ограничительные параметры будущего развития системы образования. Социальная потребность в образовании, спрос на образование непосредственно зависят от численности возрастной группы, для которой характерно обучение на данной ступени образования. Реальная численность поступающих в вузы формируется под влиянием комплекса факторов: благосостояния населения, его распределения по возрасту и демографических тенденций воспроизводства, престижности отдельных специальностей, кроме того, она ограничена возможностями вузов, потребностями экономики, уровнем подготовленности выпускников. При моделировании необходимо учесть иерархическую структуру системы образования. Разработанная динамическая модель учитывает влияние

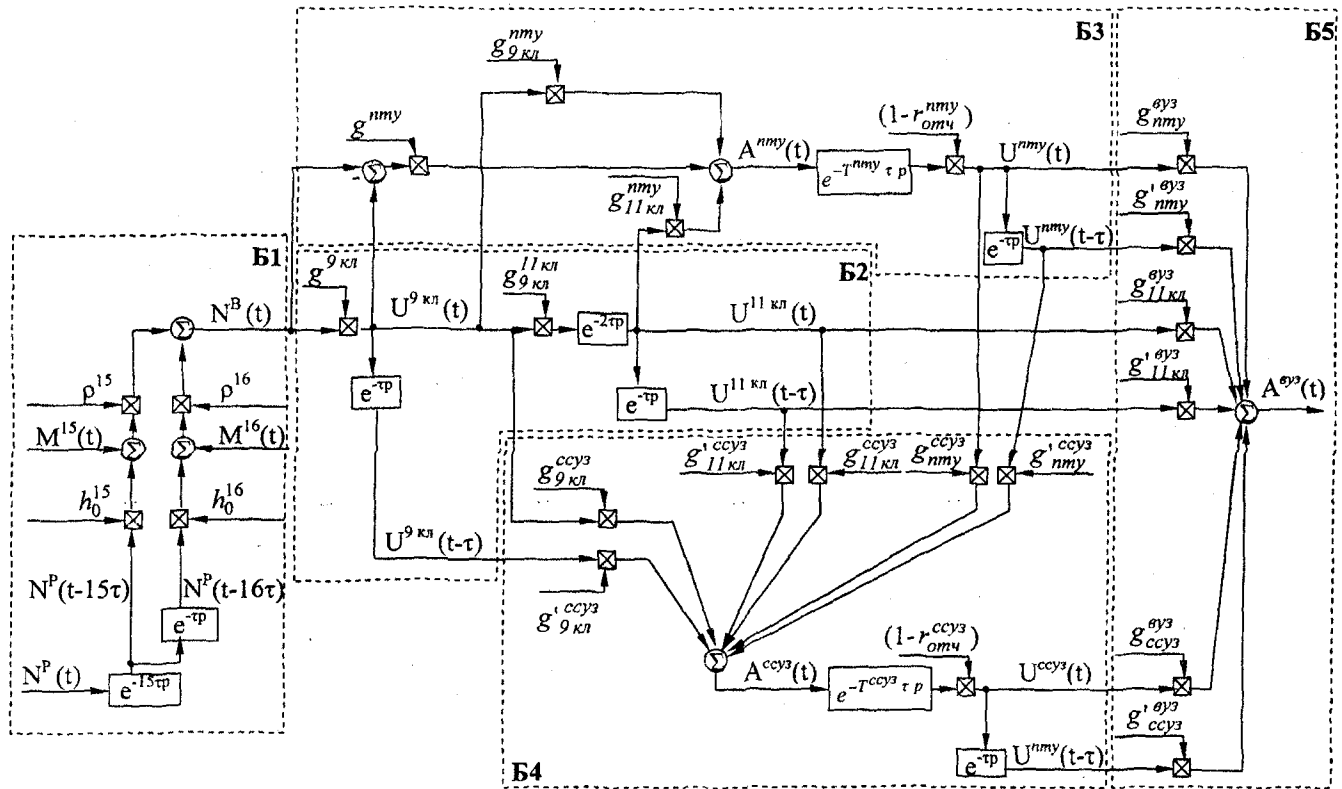


Рис. 4. Структурная схема динамической модели формирования контингента узлов

вышеперечисленных взаимодействующих факторов на формирование контингента вузов, что позволяет обоснованно прогнозировать контингент поступающих в вузы региона.

Структурная схема динамической модели формирования контингента вузов отражает влияние факторов на исследуемый процесс (рис. 4). Разработанная динамическая модель представлена системой уравнений:

$$\begin{aligned}
 A^{вуз}(t) &= g_{11кл}^{вуз}(t) \cdot U^{11кл}(t) + g_{ccуз}^{вуз}(t) \cdot U^{ccуз}(t) + g_{nmy}^{вуз}(t) \cdot U^{nmy}(t) + \\
 &+ g_{11кл}^{вуз}(t) \cdot U^{11кл}(t-1) + g_{ccуз}^{вуз}(t) \cdot U^{ccуз}(t-1) + g_{nmy}^{вуз}(t) \cdot U^{nmy}(t-1), \\
 U^{ccуз}(t) &= (1 - r_{отч}^{ccуз}) \cdot A^{ccуз}(t - T^{ccуз}), \\
 A^{ccуз}(t) &= g_{11кл}^{ccуз}(t) \cdot U^{11кл}(t) + g_{9кл}^{ccуз}(t) \cdot U^{9кл}(t) + g_{nmy}^{ccуз}(t) \cdot U^{nmy}(t) + \\
 &+ g_{11кл}^{ccуз}(t) \cdot U^{11кл}(t-1) + g_{9кл}^{ccуз}(t) \cdot U^{9кл}(t-1) + g_{nmy}^{ccуз}(t) \cdot U^{nmy}(t-1), \\
 U^{nmy}(t) &= (1 - r_{отч}^{nmy}) \cdot A^{nmy}(t - T^{nmy}), \\
 A^{nmy}(t) &= g_{11кл}^{nmy}(t) \cdot U^{11кл}(t) + g_{9кл}^{nmy}(t) \cdot U^{9кл}(t) + \\
 &+ g^{nmy}(t) \cdot (N^6(t) - U^{9кл}(t)), \\
 U^{11кл}(t) &= g_{9кл}^{11кл} \cdot U^{9кл}(t-2), \\
 U^{9кл}(t) &= g^{9кл} \cdot N^6(t), \\
 N^6(t) &= \rho^{15} \cdot (h_0^{15} \cdot N^P(t-15) + M^{15}(t)) + \rho^{16} \cdot (h_0^{16} \cdot N^P(t-16) + M^{16}(t)), \\
 M^{15}(t) &= \sum_{l=0}^{15} h_{15-l}^{15} \cdot m^{15-l}(t-l), \quad M^{16}(t) = \sum_{l=0}^{16} h_{16-l}^{16} \cdot m^{16-l}(t-l).
 \end{aligned} \tag{1}$$

Численность принятых в вузы ($A^{вуз}$) в t -ом году формируется из выпускников школ ($U^{11кл}$), выпускников учебных заведений систем начального и среднего профессионального образования (U^{nmy} и $U^{ccуз}$). Контингент поступающих на дневные отделения учебных заведений формируется главным образом за счет выпускников текущего года. Тенденция роста доли лиц, которые хотят получить образование следующей ступени сразу после завершения предшествующего уровня, является общероссийской. При этом в РБ доля выпускников текущего года в общем числе зачисленных в вузы колеблется около 70%, при этом на дневных отделениях этот показатель вырос с 82% в 1995 году до 94% в 2001-2002 годах.

Численность выпускников начального и среднего профессионального образования (U^{nmy} , $U^{ccуз}$) определяется на основе численности ранее принятых на обучение в эти учебные заведения (A^{nmy} , $A^{ccуз}$) с учетом среднего срока обучения ($T^{ccуз}$, T^{nmy}) и усредненных коэффициентов отсева ($r_{отч}^{nmy}$, $r_{отч}^{ccуз}$). Численность вы-

пускников $U^{1кл}$ определяется количеством выпускников 9-х классов ($U^{9кл}$) двухгодичной давности, продолживших обучение в школе.

Коэффициенты перехода $G(t)$ несут информацию о том, какая доля выпускников текущего (g_x^y) и предыдущего года (g_x^y) данной ступени образования x успешно поступает в текущем году на более высокую ступень y .

$$G(t) = \left\{ g_{11кл}^{вуз}(t), g_{ссуз}^{вуз}(t), \dots, g_{9кл}^{11кл}(t), g^{9кл}(t), g_{11кл}^{вуз}(t), g_{ссуз}^{вуз}(t), \dots, g_{9кл}^{ссуз}(t) \right\}$$

Значения коэффициентов перехода формируются под влиянием благосостояния населения, престижности получения образования разных уровней в представлении абитуриентов, ситуации на рынке труда, отражающей потребности экономики. Анализ статистических данных показал, что изменение коэффициентов перехода происходит медленно, поэтому тенденции их изменения могут быть использованы для прогнозирования численности принимаемых в вузы региона (таблица 1).

Таблица 1

Динамика коэффициентов перехода по уровням образования за период 1995-2002 г.г., %

Годы	$g_{9кл}^{11кл}$	$g_{9кл}^{11кл}$	$g_{11кл}^{вуз}$	$g_{11кл}^{ссуз}$	$g_{9кл}^{ссуз}$	$g_{11кл}^{вуз}$	$g_{11кл}^{вуз}$	$g_{ссуз}^{вуз}$	$g_{пту}^{вуз}$
1995	89,8	50,8	23,6	14,8	22,4	23,6	4,2	3,1	0,4
1996	91,5	54,6	22,0	13,2	21,1	22,0	3,3	5,0	0,5
1997	92,2	54,8	23,2	13,9	20,3	23,2	3,7	5,3	0,8
1998	93,6	57,3	24,9	13,8	22,0	24,9	2,3	6,5	0,5
1999	90,4	57,5	27,0	14,1	24,1	27,0	2,3	6,6	0,4
2000	91,8	57,9	30,7	15,5	22,1	30,7	2,9	6,4	0,5
2001	92,7	57,7	33,5	15,7	22,5	33,5	1,5	6,5	0,6
2002	94,7	57,1	33,7	15,3	20,7	33,7	2,0	7,2	0,5

Численность выпускников $U^{9кл}$ определяется численностью N^9 данной возрастной группы с учетом того, что часть ее в силу действия ряда факторов социального и физиологического характера не получает основного общего среднего образования. Показатель, отражающий долю выпускников 9-х классов в общей численности данной возрастной группы, менялся в РБ от 89% в 1993г. до 94,7% в 2002г.

Численность N^9 определяется возрастными когортами 15- и 16-летних, вклад каждой из которых отражают коэффициенты ρ^{15} и ρ^{16} . Перспективная численность N^9 определена с использованием метода «передвижки возрастов»: численность родившихся N^p умножается на коэффициент h дожития до данного возраста (значение коэффициентов дожития определяется по демографическим таблицам смертности) с учетом миграционного прироста M^{15} , M^{16} влияющего на численность соответствующей возрастной группы. Численность 15-летних текущего года находится под влиянием не только миграционного прироста

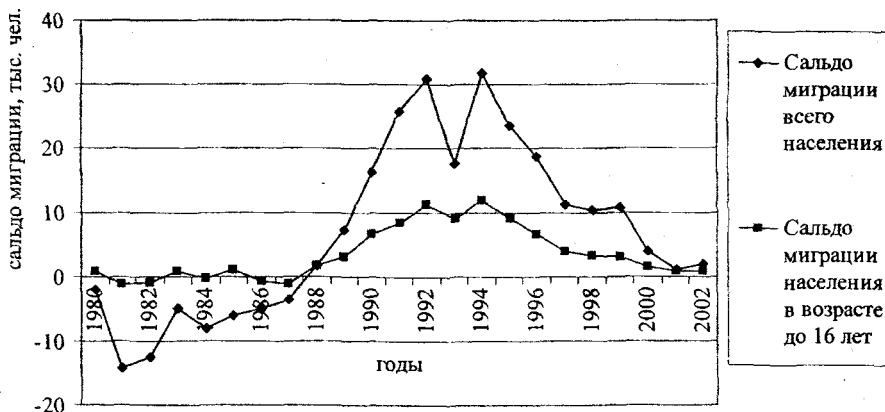


Рис. 5. Динамика сальдо миграции населения РБ по годам, тыс. чел.

15-летних текущего года, но и прироста 14-летних прошлого года, 13-летних позапрошлого года и т.п. Поэтому при прогнозировании N^g надо учитывать величины $m^{15-l}(t-l)$ и $m^{16-l}(t-l)$ миграционного прироста населения в возрасте $(15-l)$ лет и $(16-l)$ лет, наблюдавшегося l лет назад. Анализ структуры миграционных потоков в РБ показал, что доля возрастной категории до 16 лет в числе прибывших стабильно превышает ее долю в числе выбывших. В общем объеме миграционного прироста она составляла в разные годы от 30 до 40%, а в структуре населения РБ – падала с 25 до 21%. Такое расхождение в возрастной структуре миграционных потоков и населения в целом не позволяет пренебречь влиянием миграционных процессов при прогнозировании численности изучаемой возрастной группы. В то же время сама величина миграционного прироста значительно колеблется (рис. 5).

Сценарные расчеты для прогнозирования численности поступающих в вузы региона графически представлены на рис.6. Оптимистический вариант предполагает рост объемов социальной потребности в образовании под влиянием социально-экономических факторов и миграционного прироста; пессимистичный – миграционную убыль и снижение социальной потребности. В прогнозируемой динамике вузовского контингента до 2017 г. можно выделить три зоны: зону резкого снижения периода 2006-2009 г.г. (по оптимистичному и пессимистичному сценариям ожидается среднее ежегодное снижение контингента поступающих в вузы соответственно от 7,1% до 10,6%); зону кризисного снижения в 2010 г. (соответственно от 10,2% до 13,5%); зону относительной стабильности периода 2011-2017 г.г. (снижение соответственно от 3,8% до 4,4% в год, при этом в отдельные годы ожидается незначительный прирост до 1,4%). По различным сценариям, к 2017 г. ожидается снижение численности поступающих в вузы на 49 – 57% по сравнению с уровнем 2003 г.

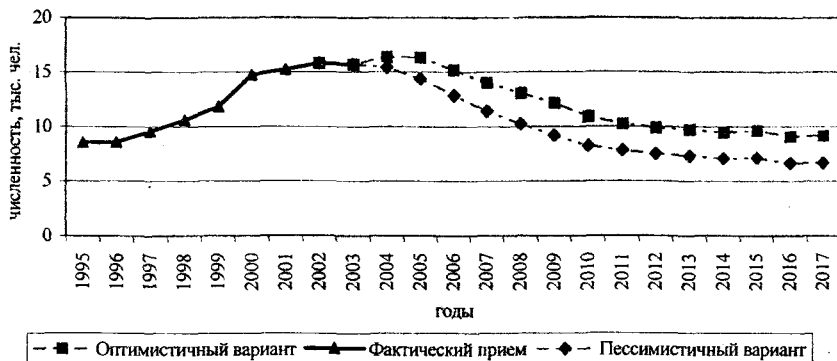


Рис. 6. Прием в вузы РБ, фактический и прогнозируемый, тыс. чел.

Разработанная динамическая модель отражает влияние демографических, миграционных, социально-экономических факторов на формирование контингента поступающих в вузы. Расчеты, проведенные по модели, позволили определить прогнозные значения численности поступающих в вузы региона с учетом различных сценариев развития.

В третьей главе «Математические модели повышения экономической обоснованности решений по управлению вузом» при разработке модели определения экономически обоснованной структуры приема в вуз применяется ситуационный анализ структуры спроса на рынке образовательных услуг.

На основе прогноза численности принятых в вузы региона можно оценить структуру приема в вузы в разрезе групп специальностей. Структура спроса на обучение по конкретным специальностям со стороны населения форми-

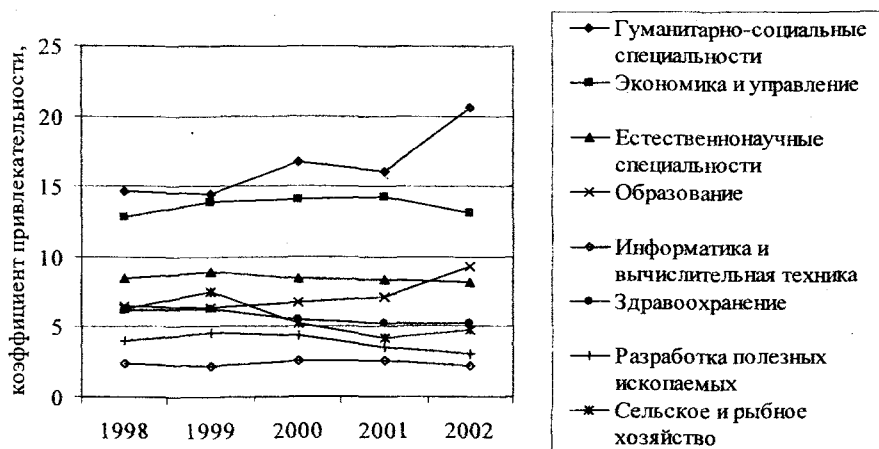


Рис. 7. Динамика коэффициентов a_i социальной привлекательности некоторых групп специальностей

руется под воздействием состояния рынка труда и последующего изменения общественного мнения о престижности профессий.

Коэффициенты социальной привлекательности α_j показывают долю принятых на специальности j -ой группы в общем числе принятых (рис.7). Изменение спроса со стороны населения носит инерционный характер, что позволяет использовать коэффициенты социальной привлекательности при прогнозировании структуры приема в краткосрочной перспективе:

$$A_j = \alpha_j \cdot A^{выз} \quad (2)$$

По ряду групп специальностей величины приема на платной основе $A_j^{ком}$ сопоставимы с приемом на бюджетной основе $A_j^{бюд}$ (табл. 2). Принципиально возможные ситуации описываются коэффициентами β_j , показывающими соотношение величин $A_j^{ком}$ и $A_j^{бюд}$ по каждой группе специальностей. При этом прием на бюджетной основе осуществляется в рамках контрольных цифр приема V_j^{pez} (т.е. $A_j^{бюд} = V_j^{pez}$).

$$\beta_j^{pez} = \frac{A_j^{ком}}{A_j^{бюд}}, \text{ или } \beta_j^{pez} = \frac{A_j}{V_j^{pez}} - 1, \text{ или } \beta_j^{pez} = \frac{\alpha_j \cdot A}{V_j^{pez}} - 1 \quad (3)$$

Таблица 2

**Прием на бюджетной основе и на платной основе
в вузы РБ по некоторым группам специальностей в 2002-2003 г.г.**

Группы специальностей	$A_j^{бюд}$, чел.		$A_j^{ком}$, чел.		β_j^{pez}	
	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.
Машиностроение и материалобработка	121	147	194	138	1,603	0,939
Электронная техника, радиотехника и связь	68	60	101	72	1,485	1,200
Экономика и управление	723	863	1049	1274	1,451	1,476
Образование	678	666	787	690	1,161	1,036
Гуманитарно-социальные специальности	1713	1756	1554	1729	0,907	0,985
Безопасность жизнедеятельности	57	63	50	51	0,877	0,810

Значения коэффициентов β_j в конкретном вузе (отражающие соотношение объемов приема на бюджетной $V_j^{бюд}$ и на платной $V_j^{ком}$ основе в данном вузе) под действием факторов, определяющих экономическую политику вуза (престижность вуза, маркетинговая политика, ценовая политика, перечень конкретных специальностей подготовки по данной группе и т.д.) могут отличаться от среднерегионального значения β_j^{pez} , отражающего объективно сложившийся на региональном рынке образовательных услуг уровень платежеспособного

спроса. Высокие значения β_j соответствуют тем группам специальностей, где общая подготовка специалистов значительно превышает контрольные цифры приема V_j , которые представляют собой государственное задание на подготовку специалистов.

Государственное задание предполагает, что потребности экономики в специалистах в объеме V_j будут удовлетворены только за счет средств бюджета, и не учитывает наличие платежеспособного спроса и объемы подготовки специалистов на платной основе. В современных условиях развития экономических отношений требуемое количество специалистов V_j может быть подготовлено не только за счет бюджета, но и за счет обучения на платной основе.

Понятие экономически необходимого плана приема отражает минимально необходимый объем приема на бюджетной основе, при котором обеспечивается выполнение государственного задания. Величина его определяется соотношением потребностей в специалистах и величиной спроса на обучение, которая складывается на рынке образовательных услуг под влиянием ряда социально-экономических факторов, воздействующих на формирование вузовского контингента.

Величина экономически необходимого плана приема составляет некоторую долю γ_j от потребности экономики V_j . Если вуз осуществит прием на бюджетной основе в таком объеме $B_j^{бюд}$, чтобы выполнялось условие $B_j^{бюд} \geq \gamma_j \cdot V_j$, то общий объем приема B_j будет достаточным для подготовки специалистов в объеме V_j (т.е. будет выполняться соотношение $B_j \geq V_j$).

Превышение государственного задания на подготовку специалистов над экономически необходимым планом приема может служить основой для оптимизации структуры плана приема. Распоряжаясь этой разницей самостоятельно, вузы смогут гибко строить свою политику на рынке образовательных услуг, соответствовать меняющимся ожиданиям потребителей и реализовывать свои экономические интересы, осуществляя при этом подготовку специалистов в необходимом для экономики количестве.

Коэффициенты γ_j экономически необходимого плана приема зависят от ситуации на рынке образовательных услуг, описываемой коэффициентами β_j . Значения их определяются с учетом обратной зависимости между γ_j и β_j :

$$\gamma_j = \begin{cases} 1, & \text{если } \beta_j < \beta_{0j}, \\ 1 - \left(\frac{1 - \gamma_{0j}}{1 - \beta_{0j}} \right) \cdot (\beta_j - \beta_{0j}), & \text{если } \beta_{0j} \leq \beta_j \leq 1, \\ \gamma_{0j}, & \text{если } \beta_j > 1, \end{cases} \quad (4)$$

где γ_{0j} и β_{0j} - минимально допустимые значения коэффициентов γ_j и β_j .

В работе показано, что условие $B_j \geq V_j$ будет выполняться, если γ_{0j} и β_{0j} , в свою очередь, удовлетворяют условию:

$$\begin{cases} \beta_{0j} \geq \varepsilon_j, \\ \gamma_{0j} \geq 0,5 \cdot (1 + \varepsilon_j), \quad \varepsilon_j \geq 0, \end{cases} \quad (5)$$

где ε_j определяется как максимальная величина ошибки прогноза значения β_j , которую можно оценить из анализа статистических данных.

Итак, ситуационный анализ структуры спроса на рынке образовательных услуг и ее соответствия структуре потребностей в специалистах, выраженных государственным заданием, позволяет оценить значения коэффициентов $\tilde{\gamma}_j$ и $\tilde{\beta}_j$, с учетом которых проводится оптимизация плана приема в вуз.

Цель управления структурой приема в вузе состоит в увеличении доходной части бюджета вуза. Критерием оптимизации выступает максимум превышения объема финансовых поступлений над затратами на подготовку специалистов, на величину которых влияют численность $B_j^{\text{бюд}}$ и $B_j^{\text{ком}}$ принятых в вуз студентов, объем финансирования b обучения одного студента из государственного бюджета, цена p_j и себестоимость c_j обучения по j -ой специальности. Показатели b , p_j и c_j в данной задаче рассматриваются как условно постоянные величины, и не меняются в пределах интервала моделирования. Переменными в модели являются численность $B_j^{\text{бюд}}$ и $B_j^{\text{ком}}$ приема на бюджетной и на платной основе.

Величина $B_j^{\text{бюд}}$, как было показано выше, должна превышать объем экономически необходимого плана приема $\tilde{\gamma}_j \cdot V_j$, т.е. величина $(1 - \tilde{\gamma}_j) \cdot V_j$ задает пределы изменений $B_j^{\text{бюд}}$. При этом общий прием в вуз на бюджетной основе остается прежним, т.е. равным объему, заданному контрольными цифрами приема. Общий прием на бюджетной $B_j^{\text{бюд}}$ и на платной $B_j^{\text{ком}}$ основе должен превышать объем подготовки специалистов, заданный контрольными цифрами приема в вуз V_j , с учетом возможной ошибки в оценке значения β_j на величину ε_j (поскольку вуз может опираться только на прогнозные оценки $\tilde{\beta}_j$ коэффициентов β_j , а следовательно, и прогнозные оценки $\tilde{\gamma}_j$). Ожидаемое соотношение между численностью поступающих на платной основе и числом бюджетных мест в вузе определяется на основе коэффициента β_j исходя из ситуации, сложившейся на региональном рынке образовательных услуг. Общая численность принимаемых студентов подчиняется лицензионным требованиям и не должна превышать B^{max} .

Оптимизационная модель определения экономически обоснованной структуры приема в вуз, ограничения которой определяются в результате си-

туационного анализа структуры спроса на рынке образовательных услуг, ее соответствия структуре госзадания и расчета на этой основе экономически необходимого плана приема, а также лицензионными требованиями, имеет вид:

$$\left. \begin{aligned}
 &\text{Найти такие значения } B_j^{\text{бюд}} \text{ и } B_j^{\text{ком}}, \text{ чтобы} \\
 &Z = \sum_j [(b - c_j) \cdot B_j^{\text{бюд}} + (p_j - c_j) B_j^{\text{ком}}] \rightarrow \max \\
 &\text{при выполнении ограничений:} \\
 &B_j^{\text{бюд}} + B_j^{\text{ком}} \geq (1 + \varepsilon_j) \cdot V_j, \quad B_j^{\text{ком}} = \tilde{\beta}_j \cdot B_j^{\text{бюд}}, \\
 &B_j^{\text{бюд}} \geq \tilde{\gamma}_j \cdot V_j, \quad B_j^{\text{бюд}} \leq (2 - \tilde{\gamma}_j) \cdot V_j, \\
 &\sum_j B_j^{\text{бюд}} = \sum_j V_j, \quad \sum_j (B_j^{\text{бюд}} + B_j^{\text{ком}}) \leq B^{\text{max}}, \\
 &B_j^{\text{бюд}} \geq 0, B_j^{\text{ком}} \geq 0.
 \end{aligned} \right\} (6)$$

Найденные в результате решения задачи значения $B_j^{\text{бюд}}$ отражают рекомендуемый объем приема на бюджетной основе на группы специальностей вуза. Соответствующие значения $B_j^{\text{ком}}$ отражают ожидаемый объем приема на специальность на платной основе с учетом ситуационного анализа структуры спроса на рынке образовательных услуг.

На примере приема на факультет экономики, менеджмента и финансов УГАТУ в 2002 году определим возможный экономический эффект применения данного подхода. На факультете ведется подготовка по специальностям, относящиеся к группам «Экономика и управление» и «Безопасность жизнедеятельности» согласно принятой Госкомстатом РФ методике учета. В ходе проведенного ситуационного анализа структуры спроса на рынке образовательных услуг были получены значения $\varepsilon_j, \beta_{0j}, \gamma_{0j}, \tilde{\beta}_j$, на основе которых рассчитаны коэффициенты $\tilde{\gamma}_j$ экономически необходимого плана приема.

Таблица 3

Расчет экономически обоснованной структуры приема

Группа специальностей	P_j , тыс. руб.	c_j , тыс. руб.	V_j , чел.	$\tilde{\gamma}_j$	$B_j^{\text{бюд}}$, чел.	$B_j^{\text{ком}}$, чел.
Экономика и управление	14,3	7,8	127	0,851	132	226
Безопасность жизнедеятельности	9,7	7,1	40	0,853	35	19

Найденной в результате оптимизации структуре приема (табл. 3) соответствует увеличение значения целевой функции на 103,1 тыс. руб. по сравнению с фактически наблюдавшимся. Возможное увеличение прибыли, фактически полученной в указанном периоде от обучения на платной основе студентов 1-го курса, могло бы составить 3,2%.

Проведенный расчет показывает, что оптимизация плана приема, проведенная на основе ситуационного анализа структуры спроса на рынке образовательных услуг и определения экономически необходимого плана приема, позволяет вузу как самостоятельному субъекту рыночных отношений реализовать свои экономические интересы и при этом обеспечить подготовку специалистов в количестве, заданном контрольными цифрами государственного задания.

Для вуза как субъекта рыночной экономики возрастает значимость рационального использования ресурсов, находящихся в распоряжении вуза, за счет повышения экономичности обучения и снижения себестоимости предоставляемых образовательных услуг. Обоснование расходования ресурсов в учебном процессе можно осуществить на основе оценки возможностей обучаемых по усвоению учебной информации в условиях варьирования управленческого воздействия. Педагогические исследования показывают, что чем выше возможности студента по изучению учебной программы, тем проще может быть система управления учебной деятельностью, которая традиционно реализуется через взаимодействие преподавателя и студента в рамках учебного графика с соответствующими затратами ресурсов.

Известна модель усвоения, представленная в виде дифференциального уравнения, где учитывается объем и скорость поступления учебной информации (I), время ее поступления (t) и объем усвоенной обучаемым информации (Z):

$$\xi \frac{dZ}{dt} + \psi Z = \frac{dI}{dt}, \quad (7)$$

где коэффициенты ξ и ψ характеризуют возможности обучаемого.

Но реальный процесс изучения дисциплины при групповой организации занятия обусловлен графиком и носит дискретный характер, когда информация поступает и подлежит усвоению «порциями». Считая «порции» условно равными и принимая единичным отрезок времени, получаем модель процесса усвоения учебной информации в виде итерационной функции объема усвоенной информации с учетом потенциала усвоения:

$$Z_k = \theta \cdot \Delta I + (1 - \mu) \cdot Z_{k-1}, \quad (8)$$

где k - номер этапа обучения.

Смысл параметров θ и μ заключается в том, что они отражают влияние на объем усвоения двух факторов: наличия достаточных предварительных знаний для восприятия учебного материала и самостоятельной работы по устранению пробелов в усвоенной информации. Параметр θ отражает долю усвоения полученной «порции» информации, параметр μ отражает влияние информации, неувоенной на предшествующих этапах. Чем больше θ и чем меньше μ , тем больший объем знаний может усвоить обучаемый. Значения параметров модели определяют момент выхода на устойчивое состояние, т.е. отражают потенциал усвоения студента.

Модель, представленная уравнением (8), используется в целях определения потенциала усвоения учебной информации обучаемыми на основе изучения индивидуальных характеристик обучаемых, определяющих характер усвоения в течение длительного периода. Применение параметра θ для оценки возможностей студента по изучению учебной программы обладает рядом преимуществ по сравнению с общепринятыми вузовскими оценками, поскольку он отражает не только интегральную, но и функциональную сторону обучения, и позволяет дифференцировать обучаемых по степени потенциала усвоения.

Разработанная модель позволяет определить экономически обоснованное расходование ресурсов вуза в ходе учебного процесса. В работе показано применение модели при решении одного из остро стоящих в настоящее время вопросов – обеспеченности аудиторным фондом. В этом аспекте резервом на ближайшее будущее является сокращение времени непродуктивного преподавательского труда, в том числе в рамках аудиторных занятий. Оптимизировать задействованные в учебном процессе ресурсы вуза предлагается путем экономически обоснованного формирования учебных групп. Для оптимизации использования аудиторного фонда вуза с учетом оценки потенциала усвоения построена модель экономически обоснованного формирования учебных групп. В качестве целевой функции в модели выбрана средняя доля D возможного сокращения часов аудиторных занятий во всех группах специальности; доля сокращаемых часов d^i в i -ой группе определяется как функция $F(\bar{d}, \bar{x}^i)$ от характеристик студентов группы. Выбор вида функции $F(\bar{d}, \bar{x}^i)$ определяет степень жесткости требований к качеству обучения.

Модель экономически обоснованного формирования учебных групп на основе оценки потенциала усвоения имеет вид:

$$\left. \begin{aligned}
 &\text{Найти такие } x_j^i \text{ (} i = 1 \dots I_0 \text{), (} j = 1 \dots J_0 \text{), чтобы} \\
 &D = \frac{1}{I} \cdot \sum_i^I d^i \rightarrow \max, \text{ где} \\
 &d^i = F(\bar{d}, \bar{x}^i), \quad \bar{x}^i = \{x_1^i, x_2^i, \dots, x_{J_0}^i\}, \quad \bar{d} = \{d_1, d_2, \dots, d_{J_0}\} \\
 &\text{при выполнении ограничений:} \\
 &\sum_{j=1}^J x_j^i = n^i, \quad \sum_{i=1}^I x_j^i = n_j, \quad \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J x_j^i = N,
 \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

где

n^i, n_j, N – число студентов соответственно i -ой группы, j -го кластера и общее, I, J – число соответственно учебных групп и кластеров, выделенных в соответствии индивидуальными значениями потенциала усвоения, d_j – допустимая доля сокращения часов аудиторной нагрузки для студентов j -го кластера с сохранением качества обучения,

x_j^i - число студентов i -ой группы из j -го кластера.

Проведенные эксперименты показали, что возможное снижение загрузки аудиторного фонда может составить до 30% от запланированного на проведение практических и лабораторных занятий за счет формирования учебных групп с учетом потенциала усвоения студентов. При этом учебный процесс остается в рамках экономически оправданной организации занятий в группах, но позволяет снизить затраты ресурсов вуза за счет более гибкого приспособления к возможностям студентов.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

В диссертационной работе решены задачи разработки математического инструментария для повышения экономической обоснованности принимаемых решений по управлению вузом в региональной системе высшего образования в условиях рыночных отношений. Разработанные модели направлены на согласование экономических интересов вуза как субъекта рыночной экономики с задачами системы высшего образования по обеспечению региона специалистами, а также призваны способствовать реализации экономических интересов вуза по интенсификации использования ресурсов вуза на принципах совместного решения проблем качества и экономичности обучения.

В работе получены следующие основные результаты:

1. Обоснован методологический подход, позволяющий с системных позиций анализировать проблемы экономического управления образовательными системами. Путем уточнения известного понятия «ресурсно-целевая триада» разработан новый модельный элемент «эффективная ресурсно-целевая тетрада», дополненный вектором экономических оценок. Разработана системная модель построения экономически эффективной образовательной системы, где базовым элементом выступает «эффективная ресурсно-целевая тетрада».

2. Разработана динамическая модель формирования контингента вузов региональной системы высшего образования с учетом влияния социально-экономических факторов, демографических и миграционных процессов на объем социальной потребности в высшем образовании и с учетом иерархической структуры системы образования. Модель позволяет выявить основные закономерности формирования вузовского контингента в регионе, а также позволяет проводить исследования изменения ситуации в системе высшего образования при различных сценариях развития экономики и общества. Разработаны сценарии развития ситуации в системе высшего образования РБ, позволившие спрогнозировать динамику изменений вузовского контингента до 2017 г. и выделить в ней три зоны: зону резкого снижения периода 2006-2009 г.г., зону кризисного снижения в 2010 г., зону относительной стабильности периода 2011-2017 г.г.

3. Обоснована целесообразность введения нового показателя «экономически необходимый план приема», который позволяет выявить резервы повышения доходной части бюджета вуза при управлении с противоречивых позиций обеспечения государственного задания на подготовку специалистов и реализации экономических интересов вуза. Количественно оценить значение нового показателя предложено на основе ситуационного анализа структуры спроса на рынке образовательных услуг с учетом престижности отдельных групп специальностей высшего образования и выявленной динамики формирования вузовского контингента.

4. Разработана оптимизационная модель определения экономически обоснованной структуры плана приема, переменными выступают план приема на бюджетной основе и на контрактной основе. При оптимизации используются выявленные с учетом ситуации на региональном рынке образовательных услуг резервы повышения экономической эффективности вуза, выражающиеся в превышении государственного задания на подготовку специалистов над экономически необходимым планом приема. На примере проведенных расчетов показано, что при соблюдении модельных ограничений вуз как субъект рыночных отношений может использовать рыночную конъюнктуру для повышения доходной части своего бюджета, сформировав экономически выгодную структуру плана приема и обеспечив при этом подготовку специалистов в количестве, достаточном для выполнения государственного задания.

5. Показана целесообразность модельного представления процесса усвоения учебной информации для экономического обоснования расходования ресурсов вуза, представлена модель усвоения. Построена модель экономически обоснованного формирования учебных групп на основе оценки потенциала усвоения и оптимизации использования аудиторного фонда вуза, согласующая требования экономичности и качества обучения. Проведенные эксперименты показали возможность снижения загруженности аудиторного фонда за счет формирования учебных групп с учетом потенциала усвоения студентов по разработанной модели.

По результатам исследований автором опубликованы следующие работы:

1) Исмагилова Л.А., Хасанова Д.А. (Бадртдинова Д.А.). О проблемах организационно-экономического управления качеством образования в вузах со смешанными источниками финансирования // Качество образования: достижения, проблемы: Материалы IV Международной научно-методической конференции. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2001. - С.83

2) Исмагилова Л.А., Хасанова Д.А. (Бадртдинова Д.А.), Криони О.В. Системные аспекты экономического управления образовательным процессом // Со-

временное образование: массовость и качество: тезисы докладов региональной научно-методической конференции – Томск: ТУСУР, 2001. – С.35-37

3) Исмагилова Л.А., Хасанова Д.А. (Бадртдинова Д.А.), Коваленко Н.Н. Рейтинг как элемент управления в социально-экономических системах // Труды Международного Форума по проблемам науки, техники и образования. Том 1. – М.: Академия наук о Земле, 2001. – С.32-33

4) Исмагилова Л.А., Хасанова Д.А. (Бадртдинова Д.А.), Криони О.В. Методологические аспекты организационно-экономического управления образованием // Проблемы качества образования: материалы XI Всероссийской научно-методической конференции - Уфа-Москва.- 2001.-С.158-159

5) Исмагилова Л.А., Хасанова Д.А. (Бадртдинова Д.А.). О применении рейтинговой оценки в управлении социально-экономической системой // «Проблемы оценочной деятельности в Республике Башкортостан». – Уфа: Изд-во БГУ, 2001. – С.13-14

6) Исмагилова Л.А., Хасанова Д.А. (Бадртдинова Д.А.). Проблемные аспекты экономического управления образовательным процессом в технических вузах // «Передовые концепции экономического образования в технических и технологических университетах»: сборник научных трудов Международного научно-практического семинара – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2001. – С. 152-154

7) Исмагилова Л.А., Хасанова Д.А. (Бадртдинова Д.А.). Системная модель организации подготовки специалистов в высшей школе // Труды Международного Форума по проблемам науки, техники и образования – М.: Академия наук о Земле, 2002. - С. 32-33

8) Бадртдинова Д.А. Управление экономически обоснованным учебным процессом на основе модели усвоения знаний // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Управление качеством образования в вузах» - Самара: Изд-во СГТУ, 2003. - С. 109-111

9) Бадртдинова Д.А. Динамическое моделирование системы высшего образования региона // Материалы третьей всероссийской научно-методической конференции с международным участием «Управление экономикой: методы, модели, технологии» - Уфа: УГАТУ, 2003. – С. 283-285

10) Исмагилова Л.А., Бадртдинова Д.А. Концептуальная модель проектирования эффективной системы организации подготовки специалистов с высшим образованием // Труды III Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления» SICPRO'04 - М.: Институт проблем управления им. В.А.Трапезникова РАН, 2004. – С. 1428 -1438

11) Исмагилова Л.А., Бадртдинова Д.А. Системное динамическое моделирование региональной образовательной системы // Труды III Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления» SICPRO'04 - М.: Институт проблем управления им. В.А.Трапезникова РАН, 2004. – С. 1439 - 1444