



На правах рукописи

ПЫХТИН АЛЕКСЕЙ ИВАНОВИЧ

**ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ
ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРИЕМНОЙ КАМПАНИИ ВУЗА**

Специальность 05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах
(технические науки)

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени кандидата технических наук

Курск - 2008

Работа выполнена в ГОУ ВПО «Курский государственный технический университет»

Научный руководитель: доктор технических наук, старший научный сотрудник
Николаев Алексей Витальевич

Официальные оппоненты: доктор технических наук, доцент
Аджемов Сергей Сергеевич,
кандидат технических наук, доцент
Сазонов Сергей Юрьевич.

Ведущая организация: ГОУ ВПО «Орловский государственный технический университет»

Защита диссертации состоится «01» ноября 2008 г. в 15:00 часов на заседании совета по защите докторских и кандидатских диссертаций Д 212.105.02 при Курском государственном техническом университете по адресу: г. Курск, ул. 50 лет Октября, д. 94 (конференц-зал).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Курского государственного технического университета.

Автореферат разослан «29» сентября 2008 года.

Ученый секретарь совета по защите докторских
и кандидатских диссертаций Д 212.105.02,
кандидат технических наук



Титенко Е.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Использование информационных технологий в приемных кампаниях высших образовательных учреждений обуславливается потребностью повысить эффективность управления документооборотом, сделать вуз преуспевающей, экономически выгодной организацией, реализующей важную социальную функцию по подготовке высококвалифицированных дипломированных специалистов и научных кадров. В условиях складывающейся демографической ситуации, меняющейся структуры рынка труда, возникают задачи внедрения инновационных методов и форм профориентационной работы среди молодёжи, учитывающих направленность учебной и научной деятельности университетов, их традиций, деловых и партнёрских связей с предприятиями и организациями соответствующих отраслей.

Первые шаги по совершенствованию процесса приема в высшие учебные заведения в СССР с использованием вычислительной техники были предприняты еще в 60-х годах XX века. В последние годы разработке программного обеспечения для управления приемными кампаниями высших образовательных учреждений уделялось существенное внимание. Необходимо отметить работы В.М. Глушкова, И.И. Каляцкого, А.В. Шиловича, В.Н. Васильева, И.С. Горневой, Н.Г. Демурчева, О.Л. Епанчинцевой, Е.А. Костюшиной, Т.А. Погромской, А.П. Толстоброва и т.д. Активизировались в данном направлении и разработчики коммерческих программных продуктов.

В настоящее время образовательная политика России находится в качественно новых условиях, которые характеризуются тем, что вступление России в Болонский процесс и введение единого государственного экзамена значительно ужесточило и усложнило требования к процедуре приема в высшие учебные заведения, но в то же время рост числа негосударственных образовательных учреждений и снижение количества выпускников школ как результат демографического спада конца 80-х - начала 90-х годов XX века обострили конкурентные отношения между вузами, стремящимися в борьбе за наиболее подготовленный контингент, в том числе внебюджетных студентов, обеспечить необходимые условия для привлечения максимального потока абитуриентов. В связи с этим возникает **проблемная ситуация**, сущность которой заключается в том, что в подавляющем большинстве вузов отсутствует единообразие теоретических платформ при создании соответствующих сложившимся условиям инструментальных средств поддержки принятия решений и организации функционирования приемной комиссии.

Из проблемной ситуации вытекает **основная задача** исследования, которая заключается в создании методов, моделей, алгоритмов и специального программного обеспечения открытой архитектуры принятия решений для управления документооборотом потока абитуриентов при работе приемной комиссии вуза с целью сокращения ошибок и конфликтных ситуаций при зачислении в состав студентов при минимально допустимом времени сопровождения одного абитуриента и при минимально допустимом числе персонала, задействованного в приемной кампании.

Наличие в аналогах ограничений по функциональным возможностям порождает целесообразность создания инструментальных средств поддержки принятия решений

или совершенствования существующих для эффективного применения в приемных комиссиях вузов, их ассоциаций в регионах и России в целом.

Объект исследования: открытая архитектура принятия решений вузовской подсистемы, реализующей приемную кампанию.

Предмет исследования: создание и экспериментальная проверка инструментальных средств поддержки принятия решений и организации функционирования приемной комиссии.

Цель и задачи исследования. Целью исследования являлось создание методов, моделей, алгоритмического и программного обеспечения, интегрированных в единую открытую структуру средств поддержки принятия решений по управлению документооборотом потока абитуриентов в ходе приемной кампании и адекватной внешним и внутренним условиям модификации функционально-структурной организации приемной комиссии.

Для достижения поставленной цели требуется решение следующих задач:

1. Создать функциональную и информационную модели приемной кампании высшего учебного заведения.
2. Разработать методы и осуществить их алгоритмизацию для основного и вспомогательных процессов приемной кампании в высшем учебном заведении.
3. Реализовать обобщенную открытую структурно-функциональную организацию программного обеспечения поддержки принятия решений по управлению документооборотом потока абитуриентов, сопряженную с базой данных, и модификацию структуры и функций приемной комиссии.
4. Осуществить анализ статистических данных о ходе приемных кампаний, выполнить экспериментальную проверку и исследование особенностей функциональных возможностей поддержки принятия решений на основе разработанных программных средств.

Методы исследования. Методология теории принятия управленческих решений и проектирования информационных систем, теории алгоритмов, методы теоретического и прикладного программирования в контурах систем управления социально-экономическими объектами, положения общей теории систем, теория систем управления базами данных, методы квалиметрии программных средств.

Достоверность и обоснованность научных положений и выводов подтверждается соответствием теоретических и экспериментальных результатов, которые не противоречат положениям теории систем управления и принятия решений, теории алгоритмов и теоретического программирования, рецензированием публикаций по теме диссертации, свидетельствами об официальной регистрации программ для ЭВМ в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, свидетельствами об отраслевой регистрации разработок в Отраслевом фонде алгоритмов и программ Государственного координационного центра информационных технологий Федерального агентства по образованию, а также актами о внедрении.

Научная новизна. В процессе решения основной задачи диссертационного исследования получены следующие новые результаты:

1. Разработана функциональная модель приемной кампании высшего образовательного учреждения на основе процессного подхода, отличающаяся тем, что в её структуре охватываются не только процессы, связанные с непосредственной работой с абитуриентами, но и существующие и потенциально возможные процессы вспомогательного характера: проведение олимпиад, организация подготовительных курсов, движение контингента при внешних и внутренних переводах и зачислениях, рекламная кампания, что позволило выделить новые функции приемной комиссии по информационному и документальному сопровождению абитуриентов на всех этапах их взаимодействия с вузом.

2. Создана информационная модель приемной кампании в вузе, позволяющая осуществлять хранение и поиск информации по всем операциям и действиям в единой базе данных и отличающаяся возможностью решения задач уникальной идентификации сведений о физических лицах, выявления фактов сокрытия поступающими результатов аттестации, обеспечения соответствия хранимой информации о вводимых адресах и образовательных учреждениях существующим классификаторам, поддержки множества приоритетов специальностей в заявлениях абитуриентов.

3. Построены методы и осуществлена их алгоритмизация до уровня детализации, необходимой для разработки программного обеспечения управления основным процессом: приемом документов, конкурсным отбором и зачислением, отличающиеся возможностью распределения претендентов по вакансиям в условиях множества приоритетов специальностей в заявлениях абитуриентов и разрешения возникающих конфликтных ситуаций, - и вспомогательными процессами: интерактивным зачислением в виде электронной ярмарки вакансий, проведением и анализом результатов олимпиад, организацией подготовительных курсов, движением контингента при внешних и внутренних переводах и зачислениях, стратегическими маркетинговыми процедурами, что составляет существенные отличия от аналогов.

4. Разработана обобщенная открытая структурно-функциональная организация программного обеспечения поддержки принятия решений по управлению документооборотом потока абитуриентов, сопряженная с базой данных, отличающаяся тем, что наряду с новой структурой основного ядра в нее входят новые модули: модуль олимпиад, модуль подготовительных курсов, модуль переводов и зачислений, модуль интерактивного зачисления в виде электронной ярмарки вакансий, а также специализированные программы для поддержки маркетинговых процедур. В состав структуры впервые введен программный продукт поддержки виртуальной приемной комиссии вуза, предоставляющий абитуриенту возможность в игровом режиме имитировать свои предпочтения в выборе специальностей с выдачей результата о потенциальном исходе зачисления. Вместе с тем для руководства университета создается возможность выявления тенденций для прогнозирования результатов конкурсного отбора и зачисления, а также в доступной форме подробно и оперативно информировать поступающих обо всех этапах приемной кампании.

Новизна программных модулей подтверждается полученными свидетельствами об официальной регистрации программы для ЭВМ Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам № 2006613434, № 2007613221, а

также свидетельствами об отраслевой регистрации разработки Отраслевого фонда алгоритмов и программ Государственного координационного центра информационных технологий Федерального агентства по образованию № 7446, № 8419.

Практическая значимость работы.

Разработано и внедрено программное обеспечение поддержки принятия решений по управлению документооборотом потока абитуриентов и адекватной модификации функциональной структуры приемной комиссии, предоставляющее возможность пользователю реализовать не только функции работы с абитуриентами, но и обработку сведений об олимпиадах, подготовительных курсах, движении контингента при внешних и внутренних зачислениях и переводах, поддержку маркетинговых функций. При этом число персонала сокращается в 5 раз по отношению к существовавшей ранее структуре приемной комиссии, а, кроме того, среднее время сопровождения одного абитуриента сокращается до 5 минут (в 3 раза). Вместе с тем отношение числа претензий к общему числу поступающих при работе приемной комиссии не превышает 0,001, что в 10 раз меньше, чем в существовавшей структуре.

Спроектированная база данных, лежащая в основе инструментальных средств пользователя, объем которой не имеет существенных ограничений в условиях использования, хранит информацию по всем приемным кампаниям в вуз, что позволяет осуществлять ретроспективный анализ для определения тенденций для прогнозирования на рынке образовательных услуг и особенностей контингента абитуриентов. Программное обеспечение позволяет пользователю выполнить уникальную идентификацию сведений о физических лицах, выявлять сокрытие и подделку абитуриентами результатов аттестации, обеспечивать соответствие хранимой информации о вводимых адресах и образовательных учреждениях существующим классификаторам, указывать множество приоритетов специальностей в заявлениях абитуриентов, определяемое общим числом специальностей в вузе. Вместе с тем допускается определение тенденций, например, к снижению числа зачисленных по первому приоритету с 81% (2005 г.) до 61% (2008 г.).

Реализованный в программном обеспечении алгоритм конкурсного отбора обеспечивает максимально доступную по отношению к абитуриентам и родителям процедуру зачисления и позволяет своевременно разрешать конфликтные ситуации. Временные затраты на обработку конкурсной ситуации с вовлечением около 10000 заявлений не превышают 1 минуты (2005-2008 гг.), а в существовавшем программном обеспечении – 30 минут (2001-2004 гг.).

Спроектированный модуль «Виртуальная приемная комиссия» позволяет своевременно и подробно информировать абитуриентов и их родителей обо всех этапах приемной кампании, предоставляет возможность всем заинтересованным лицам прогнозировать результаты конкурсного отбора и зачисления и, кроме того, позволяет оценивать знания потенциальных абитуриентов с помощью процедуры Online-тестирования до момента зачисления.

Разработанная открытая структурно-функциональная организация программного обеспечения поддержки принятия решений по управлению документооборотом потока абитуриентов в ходе приемной кампании может быть без существенных изменений ис-

пользована в других высших учебных заведениях при соответствующей настройке, что открывает возможности создавать централизованные приемные комиссии для всех образовательных учреждений в рамках регионов и федеральных округов. При изменении внутренних и внешних условий вузов открытая структура программных модулей допускает соответствующие модификации и их функциональное расширение.

Выполнен анализ статистических данных о ходе приемных кампаний и экспериментальная проверка программного обеспечения поддержки принятия решений, по результатам которой установлено, что разработанные инструментальные программные средства не вступают в противоречия с современными условиями приема в российские вузы и соответствуют международным рекомендациям в стандартах качества.

Полученные результаты имеют когнитивный потенциал, что является основанием для их использования в учебном процессе профильных специальностей.

На защиту выносятся:

1. Функциональная и информационная модель приемной кампании высшего учебного заведения, необходимая для определения функций и структуры приемной комиссии по организации документооборота.

2. Методы и алгоритмы управления основным и вспомогательными процессами приемной комиссии, создающие основу для реализации всех ее функций, а также информационного обеспечения заинтересованных сторон.

3. Структурно-функциональная организация программных средств поддержки виртуальной приемной комиссии вуза, предоставляющая абитуриенту возможность в игровом режиме имитировать свои предпочтения в выборе специальностей с выдачей результата о потенциальном исходе зачисления.

4. Открытая обобщенная структурно-функциональная организация программных средств поддержки принятия решений по управлению потоком абитуриентов, сопряженная с базой данных, обеспечивающая широкие возможности практического применения как на уровне отдельных вузов, так и ассоциаций вузов в регионах.

5. Результаты анализа статистических данных о ходе приемных кампаний и экспериментальной проверки программного обеспечения для поддержки принятия решений, подтверждающие его соответствие заданному функциональному назначению.

Апробация работы. Основные научные результаты, полученные в диссертационной работе, докладывались и обсуждались на I и II Международных научно-практических конференциях «Новые информационные технологии в образовании» (г. Екатеринбург, 2007 и 2008 гг.); II Всероссийской научной конференции «Информационные технологии в науке, образовании, экономике» (г. Якутск, 2007 г.), Всероссийской научно-практической конференции «Информатизация образовательного пространства: опыт, проблемы, перспективы» (г. Уфа, 2007 г.).

Реализация результатов работы. Основные результаты диссертационного исследования в виде открытой структурно-функциональной организации программного обеспечения поддержки принятия решений для управления документооборотом потока абитуриентов внедрены в ГОУ ВПО «Курский государственный технический университет», ФГОУ СПО «Курский монтажный техникум».

Публикации. По теме диссертационного исследования опубликовано 13 работ. Из них 3 статьи - в изданиях, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук. Получены 2 свидетельства об официальной регистрации программы для ЭВМ Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам и 2 свидетельства об отраслевой регистрации разработки Отраслевого фонда алгоритмов и программ Государственного координационного центра информационных технологий Федерального агентства по образованию.

В работах, написанных в соавторстве, **лично автором диссертации** осуществлена алгоритмизация и практическая реализация программных средств [10], сформулированы особенности создания информационных систем конкурсного отбора и зачисления в вузы [6], разработан способ защиты бланков ответов участников олимпиад от несанкционированной идентификации [5], оценен экономический эффект от внедрения созданного программного обеспечения в управление приемной кампанией вуза [7], созданы и описаны метод и алгоритм конкурсного отбора и зачисления в вуз [2; 9], реализованы метод, алгоритм и программный модуль интерактивного зачисления в виде электронной ярмарки вакансий [3]. В [12; 13] автором осуществлена разработка программы для проведения социологических исследований и ее адаптация к процессу проведения Online-экзамена среди абитуриентов.

Структура и объём работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и пяти приложений. Общий объем диссертации – 178 страниц текста, в том числе 26 рисунков, 19 таблиц. Библиографический список насчитывает 120 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель, задачи и методика исследования, научная новизна и практическая значимость, представлены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе описаны особенности деятельности приемной комиссии в сложившихся условиях на рынке образовательных услуг. Проведен анализ существующих разработок: как проектов по созданию программного обеспечения по управлению электронным документооборотом приемных комиссий отдельных учебных заведений, так и информационных систем единого приема и зачисления на уровне региона или страны в целом.

Обзор аналогов показал, что основными составляющими подобных разработок являются регистрация личных данных абитуриентов, проведение вступительных испытаний, управление конкурным отбором и зачислением, подготовка статистической отчетности, информирование абитуриентов. Из числа рассмотренных разработок следует особо отметить следующие программные средства: Воронежского государственного университета и Омского государственного университета (множественное указание приоритетов специальностей в заявлениях, подача документов на поступление и информирование о результатах конкурсного отбора и зачисления с помощью сети Интернет), а также Ставропольского государственного университета (наличие модулей защиты ин-

формации, обеспечение избыточности данных, интеграция программного обеспечения приемной комиссии в единую информационную среду вуза).

Все большую популярность приобретает обеспечение абитуриенту возможности указания множества приоритетов специальностей в заявлениях на поступление. Но используемые в аналогах алгоритмы конкурсного отбора не предлагают как непротиворечивых способов разрешения конфликтных ситуаций, так и способов интерактивного распределения вакансий в ходе проведения основной процедуры зачисления.

Выявлено, что в существующих программных комплексах не рассматриваются в качестве процессов приемной кампании: проведение олимпиад, организация подготовительных курсов, а также работа с заявлениями на переводы и зачисления.

Установлено, что неотъемлемой частью программных средств приемных комиссий стала информационная поддержка абитуриентов с привлечением собственных ресурсов вузов в сети Интернет. Но в то же время отсутствуют проекты, позволяющие выпускникам оценить шансы на поступление в то или иное образовательное учреждение.

Не всегда обоснован выбор программных средств для проектирования программного обеспечения приемных комиссий. В большинстве аналогов используются надежные, многофункциональные, но дорогостоящие СУБД, такие как Oracle и Microsoft SQL Server. Но такие системы предназначены для решения крупных корпоративных задач, а для масштабов исследуемой области на рынке СУБД существует ряд свободно распространяемых программных продуктов высокого уровня качества.

Вместе с тем недостаточно освещены вопросы соответствия созданных программных продуктов как современным международным, так и отечественным стандартам.

В ходе эксплуатации существующих программных продуктов накоплен значительный объем разнородных данных, требующих статистической обработки для анализа проведенных приемных кампаний.

Также в главе выделен основной недостаток единой системы приема и проекта единого конкурсного пространства региона, заключающийся в сложности и избыточности информационного взаимодействия субъектов рассматриваемых систем. Сущность предлагаемого подхода к решению основной задачи диссертации заключается в создании такой альтернативной модели центральной приемной комиссии региона, в которой снижается уровень недостатков аналогов и достигаются преимущества, составляющие основные существенные отличия.

Во **второй главе** описан процесс создания функциональной и информационной моделей приемной кампании в вузе.

На первом этапе проектирования по результатам интервьюирования руководящих лиц приемной комиссии вуза создано техническое задание, дополненное функциональными моделями приемной кампании, построенными с нескольких точек зрения. Основной отличительной особенностью созданной функциональной модели является объединение в рамках приемной кампании не только процессов, связанных с непосредственной работой с документами потока абитуриентов, но и процессов вспомогательного характера: проведения олимпиад, организации подготовительных курсов, движения кон-

тингента при внешних и внутренних переводах и зачислениях, рекламной кампании, что позволяет выделить новые функции приемной комиссии по сопровождению абитуриентов на всех этапах их взаимодействия с вузом (рис. 1).

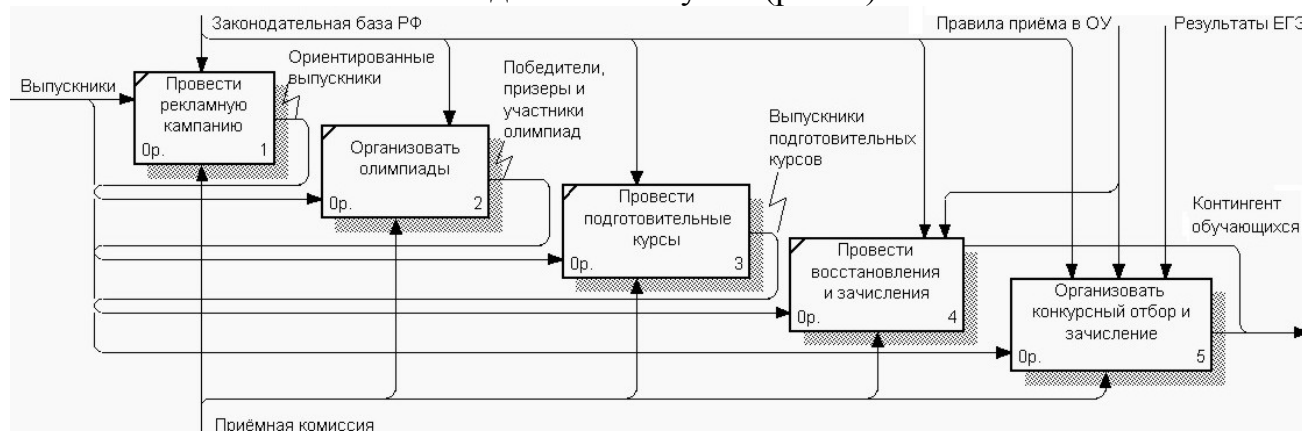


Рис. 1. Фрагмент функциональной модели деятельности приемной комиссии вуза

Для создания базового варианта информационной модели использована возможность преобразования процессного представления исследуемой проблемы непосредственно в совокупность отношений «сущность-связь» с помощью инструментальных средств визуального моделирования AllFusion Process Modeler и AllFusion ErWin Data Modeler. Полученная на этом этапе разработки информационная модель являлась логической схемой реляционной базы данных, не соответствовавшей требованиям нормальных форм. Поэтому была произведена процедура нормализации отношений с помощью методики синтеза базы данных на основе функциональных зависимостей. Пример полученной предметной области ER-модели представлен на рисунке 2.

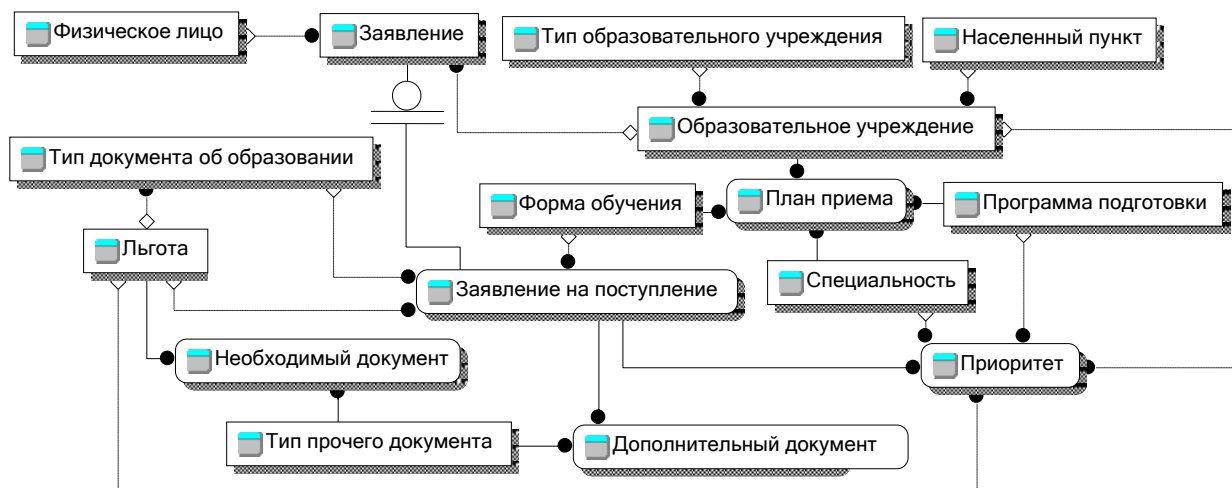


Рис. 2. Предметная область информационной модели «Заявление абитуриента»

Спроектированная структура базы данных позволяет разрешить проблему уникальной идентификации личности абитуриента при накоплении и поиске информации с учетом таких факторов как возможная смена фамилии (имени, отчества), паспорта, места жительства, телефона, гражданства. Опыт работы приемной комиссии выявил необходимость хранения в личном деле абитуриентов не только текущих его паспорт-

ных данных, но и сведений обо всех связанных с ним документах, удостоверяющих личность. Подобная избыточность необходима, например, для определения несоответствия атрибутов документа об образовании с реальной фамилией, именем или отчеством поступающего, выявления фактов сокрытия абитуриентами результатов ЕГЭ, полученных по «утерянному» или смененному паспорту и т.д.

Структура отношений в информационной модели, связанных с населенными пунктами и улицами, приведена в соответствие с адресным классификатором, используемым в программных продуктах фирмы 1С.

Модель спроектирована с целью организации подачи заявлений абитуриентами не только на множество специальностей и направлений подготовки, но и во множество образовательных учреждений, что позволит без изменений применить созданное программное обеспечение для решения задач по организации нового набора в условиях ведения приемной кампании в централизованной по региону межвузовской информационной системе. Принцип множественного указания абитуриентами направлений подготовки распространен и для заявлений на участие в олимпиадах. Созданная на основе модели структура базы данных отличается тем, что позволяет хранить планы приема в образовательные учреждения на любое число приемных кампаний, учитывать прочие заявленные документы с указанием преимуществ в равных условиях, фиксировать изменения льгот. Структура адаптирована для возможности гибкого задания группы аттестационных предметов в ходе различных приемных кампаний в образовательные учреждения для каждой отдельной специальности.

Таким образом, во второй главе решена первая задача диссертационного исследования по созданию функциональной и информационной моделей приемной кампании.

В **третьей главе** описаны методы, алгоритмические и программные средства поддержки принятия решений по управлению электронным документооборотом потока абитуриентов. Наиболее важными из спроектированных функциональных модулей являются: «Конкурсный отбор и зачисление», «Электронная ярмарка вакансий» и «Виртуальная приемная комиссия».

Сущность метода решения задачи конкурсного отбора заключается в следующем. Решение сводится к распределению множества кандидатов $P = \bigcup p_i$ ($i = 1..K$) на множество вакансий $V = \bigcup V_l$ ($l = 1..N$). Каждый из кандидатов претендует на некоторую совокупность вакансий V_i^P из множества V ($V_i^P \subseteq V, i = 1..K$). Претендент упорядочивает вакансии из V_i^P в соответствии со своими предпочтениями, т.е. каждой $V_l \subset V$ ставится в соответствие ее приоритет – целое неотрицательное число $s(p_i, V_l)$. Отметим, что $s(p_i, V_l) = 0$ для всех $V_l \not\subset V_i^P$ и $1 \leq s(p_i, V_l) \leq |V_i^P|$, $s(p_i, V_{l1}) \neq s(p_i, V_{l2})$ для любых $l1 \neq l2$, $l1, l2 = 1..|V_i^P|$. Каждой группе вакансий G_j соответствует формализованное представление группы требований $U_j = \bigcup u_{j,k}$, где $k = 1..|U_j|$, выполнение которых необходимо для получения права кандидату претендовать на вакансии $V_l \subset G_j$. Пусть также определено множество всех возможных дополнительно учитываемых условий

$M = \bigcup m_n$, где $n = 1..|M|$. Выполнение условий множества M может быть рассмотрено как преимущество (или наоборот недостаток) кандидата при прочих равных условиях.

Чтобы ранжировать кандидатов, для каждой конкурсной позиции претендента p_i рассчитывается значение оценочной функции:

$$z(p_i, G_j) = \left(\sum_{k=1}^{|U_j|} r(p_i, u_{j,k}) \cdot q(u_{j,k}) + \sum_{n=1}^{|M|} r^*(p_i, m_n) \cdot q^*(m_n) \right) \cdot \prod_{k=1}^{|U_j|} h(p_i, u_{j,k}), \quad (1)$$

где

- $r(p_i, u_{j,k})$ – количественная оценка выполнения претендентом p_i требования $u_{j,k}$ из множества U_j , $r(p_i, u_{j,k}) \geq 0$,
- $q(u_{j,k})$ – весовой коэффициент k -го показателя из множества требований U_j ,
- $r^*(p_i, m_n)$ – количественная оценка n -го дополнительно заявленного претендентом p_i показателя из множества M . В случае наличия негативных факторов, влияющих на снижение приоритета кандидата при прочих равных условиях, $r^*(p_i, m_n) < 0$,
- $q^*(m_n)$ – весовой коэффициент n -го из дополнительно заявляемых претендентами показателей M ,
- $h(p_i, u_{j,k})$ – двоичный признак выполнения или невыполнения кандидатом p_i k -го условия из множества U_j . Если условие выполнено претендентом, то $h(p_i, u_{j,k}) = 1$, в противном случае - $h(p_i, u_{j,k}) = 0$.

Результатом конкурсного отбора должна стать матрица зачислений D размерностью K на N , каждый элемент которой $D_{i,l} = d(p_i, V_l)$ равен единице, если в результате конкурсного отбора претендент p_i был распределен на вакансию подмножества V_l , и равен нулю в противном случае. Для конкурсного отбора в вузы представляет интерес множество величин:

$$b(V_l) = \min_i (z(p_i, V_l) \cdot d(p_i, V_l)) \text{ среди всех } z(p_i, V_l) \cdot d(p_i, V_l) > 0, \quad (2)$$

которые являются проходными баллами на вакансии множества V_l . Значение $b(V_l)$ имеют следующий смысл: если претендент p_i заявил вакансию V_l и значение его оценочной функции для этой конкурсной позиции $z(p_i, V_l)$ больше либо равно $b(V_l)$ и если приоритет всех остальных заявленных им вакансий ниже, то он должен быть распределен на эту вакансию.

Интересы образовательного учреждения, проводящего конкурсный отбор, выражаются целевой функцией:

$$F_C = \sum_i \sum_l d(p_i, V_l) \cdot z(p_i, V_l). \quad (3)$$

Интересы каждого кандидата представляются целевой функцией:

$$F_C(p_i) = \sum_l d(p_i, V_l) \cdot s(p_i, V_l), \quad (4)$$

для всех l , таких что $s(p_i, V_l) \neq 0$.

Метод конкурсного отбора сводится к проблеме многокритериальной оптимизации матрицы зачислений D при заданных ограничениях. Множеством критериев задачи являются: достижение максимума целевой функции вуза (3), т.е. зачисление наиболее подготовленного контингента, при минимальных, отличных от нуля значениях целевых функций претендентов (4). При этом должно выполняться ограничение $\sum_l d(p_i, V_l) \leq |V_l|$, а для каждого претендента p_i , распределенного на вакансию V_l' , не существует вакансии V_l'' , такой что $z(p_i, V_l'') \geq b(V_l'')$ и $0 < s(p_i, V_l'') < s(p_i, V_l')$, т.е. каждый претендент должен быть распределен на вакансию с наибольшим возможным приоритетом в соответствии со значениями оценочных функций его конкурсных позиций. Если претендент распределен на вакансию с наивысшим приоритетом, то значение $F_c(p_i)$ равно единице.

Таким образом, разработка метода решения задачи конкурсного отбора завершена.

Для разработки программного обеспечения, реализующего решение данной задачи, создан следующий алгоритм:

1. Для всех конкурсных позиций вычисляется $z(p_i, V_l)$.
 2. Составляется общий рейтинг – список, элементами которого являются упорядоченные по убыванию значений оценочной функции конкурсные позиции претендентов.
 3. Обнуляется матрица зачислений D .
 4. Все конкурсные позиции отмечаются как необработанные.
 5. Из рейтинг - списка выбирается первая совокупность одинаковых вакансий V_{\max} .
 6. Выбирается необработанная конкурсная позиция и соответствующий ей претендент p_{\max} с оценочной функцией $z_{\max} = \max(z(p_i, V_{\max}))$. Если все позиции обработаны, то пометить V_{\max} как обработанную и перейти к пункту 9.
 7. Если $\sum_i d(p_i, V_{\max}) < |V_{\max}|$, т.е. имеются свободные вакансии, и отсутствуют коллизии, то распределить на одну из них p_{\max} , т.е. $d(p_{\max}, V_{\max}) = 1$. Для всех V_l , таких что $d(p_{\max}, V_l) > d(p_{\max}, V_{\max})$ установить $d(p_{\max}, V_l) = 0$, а все конкурсные позиции $z(p_{\max}, V_l)$ пометить как обработанные с примечанием, что p_{\max} распределен на V_{\max} . Текущую конкурсную позицию также обозначить как обработанную. Если произошли изменения матрицы зачислений, кроме как в позиции $d(p_{\max}, V_{\max})$, то перейти к пункту 5, иначе – перейти к пункту 6.
 8. Если возникла конфликтная ситуация, то применить выбранные ЛПР (приемной комиссией) способы разрешения коллизий. Перейти к пункту 5.
 9. Из рейтинг-списка выбирается следующая необработанная совокупность одинаковых вакансий V_{\max} , переход к пункту 6. Если V обработано и не было ни одного изменения матрицы D , то конец алгоритма, иначе переход к пункту 5.
- Отметим, что алгоритм в приведенной форме не позволяет разрешить некоторые конфликтные ситуации. Сущность возникающих коллизий сводится к тому, что на не-

которое подмножество вакансий $V_l^C \subset V_l$ претендует множество претендентов $P_l^C \subset P$, причем $|V_l^C| < |P_l^C|$, с одинаковым значением оценочной функции $z(P_l^C, V_l^C)$, причем часть претендентов подлежит зачислению, так как для них есть свободные вакансии, а часть - нет.

В реальных условиях для разрешения данной коллизии используется сочетание двух подходов. Первый заключается в достижении уникальности значений оценочной функции в каждом рейтинг-списке, т.е. обеспечении для всех V_l, p_{i1}, p_{i2} (например, за счет увеличения числа аттестационных испытаний) выполнения условия:

$$z(p_{i1}, V_l) \neq z(p_{i2}, V_l), \quad (5)$$

где $i1 \neq i2$, $z(p_{i1}, V_l) > 0$, $z(p_{i2}, V_l) > 0$.

Основным средством изменения значений оценочной функции являются преимущества при прочих равных условиях, т.е. изменение значения коэффициентов $r^*(p_i, m_n)$ в (1). Отметим некоторую субъективность данного подхода, так как приемной комиссией необходимо выполнять упорядочение абитуриентов по следующим противоречивым показателям: средний балл по аттестату, наличие наград и дипломов, спортивные достижения и т.д.

Второй предлагаемый подход предполагает нахождение для каждого содержащего коллизии рейтинг - списка таких взаимно перераспределенных совокупностей вакансий V_l^* , что конфликтные ситуации не возникают и выполняются условия:

$$|V_l^*| - |V_l| \leq \varepsilon_l, \sum_l |V_l^*| = \sum_l |V_l|, \quad (6)$$

где ε_l - максимально допустимая величина изменения мощности множества вакансий V_l .

Перемещение вакансий может разрешить текущие коллизии, но в свою очередь привести к возникновению новых. Поэтому процесс носит итеративный характер.

Руководствуясь решением приемной комиссии на основе сгенерированных созданным программным обеспечением вариантов, конфликты устраняются путем зачисления ($V_l^* > V_l$) или не зачисления ($V_l^* < V_l$) всех абитуриентов с одинаковым значением оценочной функции. Полученные отклонения от начального плана приема на конфликтные специальности должны компенсировать друг друга. В реальных условиях варианты перераспределения вакансий генерируются не только с учетом ограничений (6), но и с использованием дополнительного набора правил, например, при наличии большого количества внебюджетных заявлений на некоторую вакансию V_l или при $z(P_l^C, V_l^C) \ll b(V_l)$ для всех обработанных вакансий V_l конфликт решается путем не зачисления всех претендентов P_l^C .

В ходе проведения конкурсного отбора возможно возникновение ситуации, при которой остается невостребованной часть мест на ряде специальностей, так как все заявившие их абитуриенты уже распределены. Необходимо заполнить множество остав-

шихся вакансий на основе личных пожеланий нераспределенных претендентов с наибольшими значениями оценочной функции, при этом инициативу выбора следует предоставить самим потенциальным кандидатам. Одним из путей решения задачи является применение метода, получившего название «электронная ярмарка вакансий».

Ключевым фактором выбора программного обеспечения для создания инструментальных средств поддержки принятия решений приемной комиссии стал вопрос стоимости при максимально допустимом уровне надежности. Поэтому в качестве СУБД разработанного комплекса выбран свободно распространяемый программный продукт FireBird. Для написания клиентского программного обеспечения использована визуальная среда быстрой разработки приложений Delphi 7, а для проектирования Web-интерфейсов – язык PHP.

Структурно-функциональная организация инструментальных средств поддержки принятия решений представляет собой совокупность взаимосвязанных посредством локальных сетей и глобальной сети Интернет автоматизированных рабочих мест задействованных в проведении приемной кампании сотрудников вуза, а также пользователей предоставляемых приемной комиссией Web-сервисов и включает следующие программные интерфейсы: справочный стол, регистратор, секретарь отборочной комиссии, секретарь представительства, абитуриент, виртуальный экзамен, электронная ярмарка вакансий, начальник отдела, ответственный секретарь приемной комиссии, председатель приемной комиссии, администратор.

Доступ к интерфейсу «Справочный стол» организуется посредством Web-сайта вуза, а также с автоматизированных рабочих мест персонала приемной комиссии, занимающихся консультированием посетителей по вопросам, связанным с проведением приемной кампании. Интерфейс «Регистратор» предназначен для ввода, поиска и корректировки первичных сведений об абитуриентах. В спектр задач секретаря отборочной комиссии входит: ввод, печать и изменение заявлений, договоров и прочих документов. Интерфейс «Абитуриент» предназначен для удаленной подачи документов в вуз и информирования о результатах экзаменов и является частью подсистемы «Виртуальная приемная комиссия» - программной модели конкурсного отбора и зачисления, построенной не только на реальных, но и на виртуальных заявлениях и предназначенной для оценивания потенциального исхода результатов зачисления абитуриента. В случае отсутствия результатов аттестации по некоторому предмету, абитуриенту предоставляется возможность в режиме Online пройти аттестационное компьютерное испытание с помощью интерфейса виртуального экзамена. Председателю приемной комиссии предоставлен интерфейс, реализующий просмотр статистической отчетности, импорт и экспорт данных, проведение конкурсного отбора с получением рекомендованного программными средствами поддержки принятия решений плана зачисления, разрешение коллизий, мониторинг документов выбранных абитуриентов в общем потоке, корректировку и утверждение проектов приказов и протоколов заседания приемной комиссии, сверку информации о свидетельствах ЕГЭ и документах об образовании с федеральной базой данных и т.д. Высшим уровнем доступа ко всем данным и функциям программного обеспечения обладает администратор.

Глава завершается вопросами соответствия качества разработанного программного обеспечения рекомендациям, представленным в группе международных стандартов ISO 9126, по 6 базовым характеристикам: функциональности, надежности, удобству использования, производительности, удобству сопровождения, переносимости. В ходе проверки высокий уровень приоритета присвоен таким субхарактеристикам и атрибутам, как: функциональная пригодность, корректность, защищенность (стандартными и дополнительно разработанными нами программными модулями), изменяемость, стабильность, удобство замены и установки. Совокупный анализ программных средств, выполненный более чем по 100 внутренним метрикам, выявил соответствие стандарту.

Таким образом, в третьей главе решены вторая и третья задачи исследования.

В четвертой главе проведен анализ статистических данных, накопленных в ходе эксплуатации разработанного программного обеспечения поддержки принятия решений (на примере КурскГТУ в 2005-2008 гг.), а также выполнена экспериментальная проверка функциональных возможностей созданных программных средств.

Существующий перечень специальностей и направлений подготовки, по которым ведется обучение студентов, охватывает обширный список потребностей народного хозяйства, видоизменяющийся в связи с запросами рыночных отношений. Отсюда поток абитуриентов постоянно увеличивается, несмотря на демографический спад в начале 90-х гг. XX века. Одним из обоснований популярности университета является переход с 2005 года на систему множественного заявления абитуриентами упорядоченных по приоритетам специальностей (табл. 1).

Таблица 1

Общее количество поданных заявлений по вузу в целом в 2002-2008 гг.

Год	Общее кол-во заявлений	Общее кол-во заявленных специальностей	Общее кол-во изменений в заявлениях	Среднее кол-во указанных в заявлении приоритетов (бюджетная основа)	Максимальный заявленный приоритет	Максимальный приоритет зачисления
2002	-	3 041	-	1	1	1
2003	-	3 763	-	1	1	1
2004	-	4 110	-	1	1	1
2005	3 156	6 058	2 731	2,78	23	17
2006	3 217	7 327	3 768	3,68	23	20
2007	4 224	9 873	5 255	3,71	29	22
2008	4 350	11 670	5 283	4,50	38	14

Доля таких заявлений уже достигла 77%, а доля зачисленных по приоритетам – 39% (рис. 3). Данные таблицы 1 показывают, что отведенных в единой системе приема и зачисления 10 приоритетов явно недостаточно для удовлетворения потребностей абитуриентов, так как опыт эксплуатации программного обеспечения показал, что зачисления возможны даже по 22 приоритету.

Не отмечено существенных изменений уровня знаний абитуриентов, поступающих в университет в течение четырех последних лет. При наивысшей оценке в 100 баллов, наименьший уровень подготовки (в пределах 50%) выявлен по иностранному язы-

ку, русскому языку и химии. По другим дисциплинам усредненные оценки не превышают 70% от возможного максимума. Сравнение результатов сдачи вступительных испытаний юношами и девушками не выявило существенных различий, что свидетельствует об отсутствии какой-либо субъективности при оценивании знаний абитуриентов, связанной с половой принадлежностью.

По результатам анализа установлено, что в период с 2005 по 2008 гг. поступающие в университет юноши отдавали предпочтение техническим специальностям, в то время как девушки – социально-гуманитарным и экономическим. В ближайшие годы, по-видимому, данная тенденция сохранится.

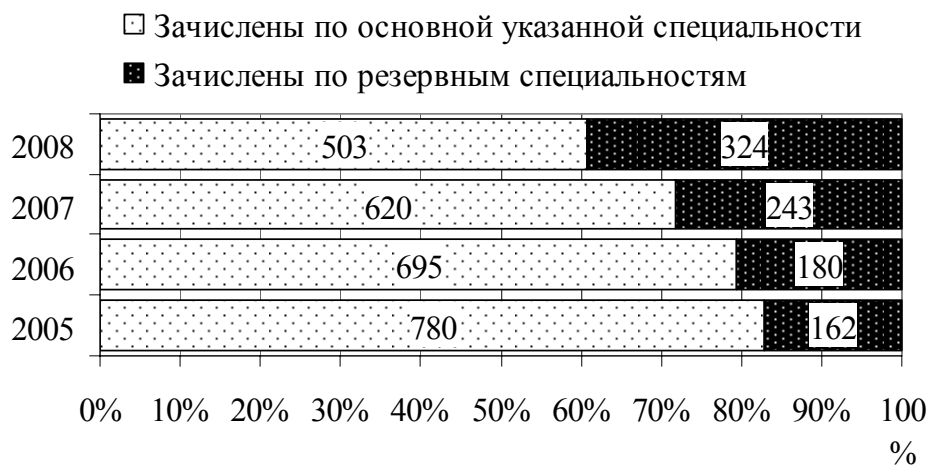


Рис. 3. Доля зачисленных по приоритетам абитуриентов бюджетной основы

В динамике поступления в университет явно преобладали городские жители вследствие большего числа городского населения. Доля абитуриентов-выпускников городских школ и колледжей колебалась от 61% до 68%, сельских – от 27% до 29%, других регионов – от 5% до 10%. Соотношение между количеством заявлений, а также числом поступивших абитуриентов, из городской черты к сельским на все рассматриваемые группы специальностей практически не различалось. Данный факт свидетельствует об отсутствии какой-либо дискриминации в отношении выпускников сельских школ. Тем не менее, в общем числе зачисленных на бюджетную основу абитуриентов явно преобладают городские жители, что может быть объяснено их более высоким уровнем подготовленности.

Для оценки экономической эффективности внедрения созданного программного обеспечения в управление приемной кампанией рассчитаны следующие показатели: коэффициент относительного снижения стоимостных затрат (41%), индекс снижения стоимостных затрат (0,59), срок окупаемости затрат на внедрение (1,25 лет), годовой экономический эффект от разработки нового программного продукта (более 300000 рублей в год).

Результаты приведенного анализа определяют, что функциональное назначение программных средств реализуется в полном объеме. Созданное программное обеспечение рекомендуется к применению в других вузах и центрах регионов.

Таким образом, в последней главе решена четвертая задача исследования.

В **заключении** перечислены основные выводы и результаты диссертационной работы.

В **приложения** вынесены функциональная модель приёмной кампании вуза, внешний вид основных выходных экранных и отчетных форм интерфейсов пользователей разработанного программного обеспечения, а также копии актов внедрения результатов диссертационной работы и свидетельств об официальной и отраслевой регистрации программных модулей.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

Решена важная научно-практическая задача по созданию методов, моделей, алгоритмов и специального программного обеспечения открытой архитектуры принятия решений для управления документооборотом потока абитуриентов при работе приемной комиссии вуза с целью сокращения ошибок и конфликтных ситуаций при зачислении в состав студентов при минимально допустимом времени сопровождения одного абитуриента и при минимально допустимом числе персонала, задействованного в приемной кампании.

1. Созданы функциональная и информационная модели приемной кампании вуза, определяющие основные и вспомогательные функции по информационному и документальному сопровождению абитуриентов, а также особенности и детализацию делопроизводства и документооборота.

2. Созданы методы и алгоритмы для управления основным процессом: приемом документов, конкурсным отбором и зачислением, отличающиеся возможностью распределения претендентов по вакансиям в условиях множества приоритетов специальностей в заявлениях абитуриентов и разрешения возникающих конфликтных ситуаций, - и вспомогательными процессами: интерактивным зачислением в виде электронной ярмарки вакансий, проведением и анализом результатов олимпиад, организацией подготовительных курсов, движением контингента при внешних и внутренних переводах и зачислениях, стратегическими маркетинговыми процедурами, что составляет существенные отличия от аналогов.

3. Создан программный продукт поддержки виртуальной приемной комиссии вуза, открывающий возможности для абитуриента в игровом режиме имитировать процесс поступления на выбранные специальности, а для руководства университета формировать необходимую информацию для прогнозирования результатов конкурсного отбора и зачисления и, кроме того, оценивать знания потенциальных абитуриентов с помощью процедуры Online-тестирования до момента зачисления.

4. Разработана обобщенная открытая структурно-функциональная организация программного обеспечения поддержки принятия решений по управлению делопроизводством и документооборотом потока абитуриентов, сопряженная с базой данных, отличающаяся тем, что наряду с новой структурой основного ядра в нее входят новые модули: модуль олимпиад, модуль подготовительных курсов, модуль переводов и зачислений, модуль интерактивного зачисления в виде электронной ярмарки вакансий, а также специализированные программы для поддержки маркетинговых процедур. Результаты использования программного обеспечения показали, что число персонала сокращается в 5 раз по отношению к существовавшей ранее структуре приемной комис-

сии, а, кроме того, среднее время сопровождения одного абитуриента сокращается до 5 минут (в 3 раза). Вместе с тем отношение числа претензий к общему числу поступающих при работе приемной комиссии не превышает 0,001, что в 10 раз меньше, чем в существовавшей структуре, временные затраты на обработку конкурсной ситуации с вовлечением около 10000 заявлений не превышают 1 минуты (2005-2008 гг.), а в существовавшем программном обеспечении – 30 минут (2001-2004 гг.).

5. Выполнен анализ статистических данных о ходе приемных кампаний и экспериментальная проверка программного обеспечения поддержки принятия решений, по результатам которой установлено, что разработанные инструментальные программные средства не вступают в противоречия с современными условиями приема в российские вузы и соответствуют международным рекомендациям в стандартах качества. Установлено, что разработанное программное обеспечение поддержки принятия решений по управлению документооборотом потока абитуриентов в ходе приемной кампании может быть без существенных изменений применяться в других высших учебных заведениях при соответствующей настройке, что открывает возможности создавать централизованные приемные комиссии для всех образовательных учреждений в рамках регионов и федеральных округов. При изменении внутренних и внешних условий вузов открытая структура программных модулей допускает соответствующие модификации и их функциональное расширение.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ:

1. Пыхтин, А. И. Виртуальная приемная комиссия региона / А. И. Пыхтин // Открытое образование. – М., 2007. – №6. – С. 27-30.
2. Пыхтин, А. И. Метод и алгоритм решения задачи конкурсного отбора и зачисления в вуз / А. И. Пыхтин, Е. А. Спирин, И. С. Захаров // Телекоммуникации. – М, 2008. – №5. – С. 12-19.
3. Пыхтин, А. И. Электронная ярмарка вакансий / А. И. Пыхтин, Е. А. Спирин, И. С. Захаров // Телекоммуникации. – М, 2008. – №6. – С. 43-48.
4. Пыхтин, А. И. Виртуальная приемная комиссия / А. И. Пыхтин // Инновации в непрерывном профессиональном образовании конкурентоспособных кадров: Сборник материалов Всеросс. науч.-практ. конф. (Курск, 23-24 октября 2007 г.). – Курск: Изд-во КГУ, 2007. – Ч. 1. – 284 с. – С. 216-217.
5. Пыхтин, А. И. Особенности организации и проведения профессиональных олимпиад как способа конкурсного отбора / А. И. Пыхтин, Е. А. Спирин, И. С. Захаров // Новые информационные технологии в образовании: Материалы междунар. науч.-практ. конф. (Екатеринбург, 26-28 февраля 2007 г.): в 2 ч. – Екатеринбург: Рос. гос. проф.-пед. ун-т, 2007. – Ч. 2. – 184 с. – С. 150-151.
6. Пыхтин, А. И. Особенности формирования автоматизированной информационной системы конкурсного отбора и зачисления / А. И. Пыхтин, Т. В. Квачёва, Е. А. Спирин // Информатизация образовательного пространства: опыт, проблемы, перспективы: Материалы Всеросс. науч.-практ. конф.: в 3 ч. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2007. – Ч. 3. – 156 с. – С. 145-148.

7. Пыхтин, А. И. Оценка экономической эффективности внедрения системы поддержки принятия решений в управление приемной кампанией вуза / А. И. Пыхтин, Е. А. Спирин, И. С. Захаров // Новые информационные технологии в образовании: Материалы междунар. науч.-практ. конф. (Екатеринбург, 26-28 февраля 2008 г.): в 2 ч. – Екатеринбург: Рос. гос. проф.-пед. ун-т, 2008. – Ч. 2. – С. 278-281.
8. Пыхтин, А. И. Способы разрешения коллизионных ситуаций при проведении конкурсного отбора в вузы [Текст] / А. И. Пыхтин // Информационные технологии в науке, образовании, экономике: Материалы II Всеросс. науч. конф. (Якутск, 6-8 ноября 2007 г.): в 2 ч. – Якутск, 2007. – Ч. 1. – 212 с. - С. 133-134.
9. Пыхтин, А. И. Формализация задачи конкурсного отбора и зачисления [Текст] / А. И. Пыхтин, Е. А. Спирин, И. С. Захаров // Известия Курск. гос. техн. ун-та. – Курск, 2007. – №4(21). – С. 112-119.
10. Автоматизированный информационный комплекс на основе экспертной системы управления конкурсным отбором и зачислением [Текст]: а. с. 7446: Отраслевой фонд алгоритмов и программ / А. И. Пыхтин, И. С. Захаров, Е. А. Спирин. - М.: ВНИИЦ, 2007. - №50200700077; заявл. 27.12.2006; опубл. 16.01.2007.
11. Программа для автоматизации работы приёмных комиссий в высших учебных заведениях [Текст]: а. с. 2006613434 Российская Федерация: Роспатент / А. И. Пыхтин (РФ). - №2006613434; заявл. 07.08.2006; опубл. 03.10.2006.
12. Программа для проведения социологических исследований [Текст]: а. с. 2007613221 Российская Федерация: Роспатент / А. И. Пыхтин, Т. В. Квачёва (РФ). - №2007613221; заявл. 04.06.2007; опубл. 30.07.2007.
13. Программа для проведения социологических исследований «Socio» [Текст]: а. с. 8419: Отраслевой фонд алгоритмов и программ / А. И. Пыхтин, Т. В. Квачёва. – М.: ВНИИЦ, 2007. – №50200701158; заявл. 30.05.2007; опубл. 01.06.2007.

Соискатель



А. И. Пыхтин

Подписано в печать . Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная.
 Печ. л. 1,1. Тираж 100 экз. Заказ № .
 Курский государственный технический университет.
 Издательско-полиграфический центр Курского государственного
 технического университета. 305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.