

М.М.Букенов, А.Н.Москаленко

## The problem «in speeds-voltage»

In this article, the authors consider the three-dimensional formulation of the dynamic problem of the theory of elasticity in the «speeds-pressures». Basic relations of dynamic elasticity problem are given; the tensor inconsistency theorem and the theorem of the solution of the problem of elasticity «in pressures» are considered. Based on the theory, the authors derived a consequence of the equivalence of the problem «in the movements» «in the pressures» and «in the speeds-pressures». The authors' objective was to describe the formulation of the three-dimensional dynamic problem of elasticity «in the speeds-pressures» and prove its equivalence to the problem «in the movements» and «in pressures». The purpose been achieved entirely.

### References

- 1 Bukenov M.M. *Fictitious domain method for Maxwell medium*. — Novosibirsk: Publ. NGU, 1985, p. 117–125.
- 2 Tsurikov N.V. *Numerical solution of elasticity in arbitrary curvilinear coordinates*, Novosibirsk: Nauka, 1992, p. 121–130.
- 3 Konovalov A.N. *Solution of elasticity in pressures*. — Novosibirsk: Nauka, 1979, p. 233–240.
- 4 Konovalov A.N. *Siberian Mathematical Journal*, 1997, № 38 (3), p. 551–569.
- 5 Konovalov A.N. *Elasticity problem in pressures*. — Novosibirsk: Publ. NGU, 1978, p. 121–124.
- 6 Bukenov M.M. *Small parameters in the algorithms of elasticity*. — Novosibirsk: Publ. NGU, 1986, p. 113–121.
- 7 Rabotnov Iu.N. *Fracture mechanics*. — Moscow: Nauka, 1979, p. 230.

УДК 004.42:004.738.5

М.М.Букенов, Л.В.Устинова, А.С.Дошаков

*Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова (E-mail l29chn@mail.ru)*

## Корпоративная информационная система университета на базе Интернет- / Интранет-портала

Рассмотрены подходы, применяемые при создании корпоративной информационной системы университета. Отражены особенности и трудности при создании корпоративной информационной системы университета на основе готовых ERP-решений. Представлено понятие создания корпоративной информационной системы на основе Интернет- / Интранет-порталов, посредством которых объединены существующие информационные системы. Описан опыт внедрения технологии в Карагандинский государственный университет имени академика Е.А.Букетова.

*Ключевые слова:* корпоративные информационные порталы, корпоративные порталы, интранет, интернет, портал, ERP, Enterprise Resource Planning, MRPII, Manufacturing Resource Planning, CRM, Customer Relationship Management.

Создание вузовской корпоративной информационной системы (КИС) должно основываться на некотором исходном аспекте, принципе, определяющем назначение, место и роль системы в деятельности вуза. Преобладающим на сегодня является управленческий аспект, что связано с опытом создания КИС промышленных, коммерческих предприятий и организаций. Сегодня КИС крупных предприятий обеспечивают комплексную автоматизацию управления финансово-хозяйственной, производственной деятельностью. При этом в той или иной степени автоматизируются все фазы управления предприятием, включая планирование, учет, анализ и регулирование.

Успешность проектов КИС в различных отраслях и эффективность их внедрения обусловлены, прежде всего, достаточно строгим определением объектов управления (точнее, компонентов сложного объекта управления) и оптимизируемых бизнес-процессов. Не случайно создание корпоративной

информационной системы производится в контексте общей оптимизации бизнеса и зачастую предполагает изменение бизнес-процессов предприятия.

Результатом такого изменения становится приведение бизнес-процессов предприятия к некоторым рациональным моделям, уже известным и найденным ранее из опыта автоматизации. Так появляются типовые решения для автоматизации предприятия, воплощающие в себе известные концепции управления, например MRPII (Manufacturing Resource Planning) [1] или более современная концепция ERP (Enterprise Resource Planning) [2]. Программные комплексы, ориентированные на эти концепции, получили название соответственно MRPII-, ERP-систем.

Внедрение ERP-системы в вузе сопряжено с рядом трудностей, которые могут потребовать от разработчиков значительно больше усилий, нежели создание аналогичной по масштабу КИС в производственном предприятии. При этом не очевиден и сам экономический эффект от такой автоматизации.

Трудности связаны со сложностью самого объекта управления, даже границы которого на самом деле не всегда возможно определить. Сегодня университет является многопрофильным предприятием, в котором осуществляются различные виды деятельности. Среди основных, являющихся источником финансовых поступлений можно назвать:

- оказание образовательных услуг по программам высшего образования;
- оказание образовательных услуг по программам довузовской подготовки, послевузовского, дополнительного профессионального образования;
- прикладные исследовательские и научно-технические работы и услуги в различных областях;
- поисковые и фундаментальные исследования на основе научных грантов и конкурсов;
- различного профиля инновационно-коммерческая деятельность, связанная с созданием коммерческих подразделений, работающих совместно с вузом или в его структуре.

Финансирование вуза в этих условиях осуществляется из разных источников, среди которых государственный бюджет может занимать не самое большое место. В то же время на вуз, который зачастую ведет деятельность коммерческого предприятия, распространяются правила и ограничения, применимые к организациям бюджетной сферы. Все это обуславливает сложности бухгалтерского учета, финансового планирования и налоговой отчетности и, соответственно, автоматизации решения этих задач.

К этому нужно добавить территориальные размеры, возможно, разветвленную структуру филиалов вуза и весьма различные модели организационно-финансового управления — от абсолютной централизации до почти полной финансовой и юридической самостоятельности отдельных подразделений.

Существуют также некоторые существенные особенности, которые выделяют вузы, и в первую очередь университеты, даже среди таких сложных объектов автоматизации, которыми являются организационные или организационно-технические системы. Эти особенности связаны, вообще говоря, с предназначением, миссией университетов и с тем, что в эргатических системах принято называть «человеческим фактором».

Пожалуй, можно себе представить, но вряд ли удастся внедрить в университете стандартные бизнес-процессы научного творчества, оптимальные бизнес-процессы обучения (взаимодействия с клиентом, которым здесь является студент), стандартные бизнес-процессы изобретательства и внедрения новаций. Возможно, но вряд ли оправданно создание универсальных систем показателей качества этих бизнес-процессов, каждая из которых получится сложной, слабоструктурированной и трудновычисляемой, приведет к разрастанию отчетности и все равно не будет адекватно отражать существующие реалии.

В то же время ERP-системы, внедряемые на основе типовых решений внешними фирмами-разработчиками, изначально ориентированы на стандартизацию бизнес-процессов. Это предполагает, с одной стороны, достаточно общий для всех вузов способ организации структуры и менеджмента; с другой — учет и контроль того, как эти «стандартные» процессы соблюдаются. В таких условиях человеческий фактор не только становится главным тормозом автоматизации (что свойственно любым ERP-системам), но и может полностью свести на нет все усилия по созданию КИС вуза.

Добавим к сказанному длительное время внедрения (1–3 года на основе готового программного решения), значительную часть из которого финансовым службам приходится вести учет в старой и в

новой учетной системам одновременно; высокую стоимость, а также высокую стоимость владения, которая в вузах сопровождается еще и акцентированной трудностью сохранения коллективов высокооплачиваемых специалистов по эксплуатации системы.

Видно, что трудностей, которые ожидаются при создании КИС, внедрении ERP-систем, достаточно много. Тем не менее университеты, наверное, не были бы университетами, если бы не занимались разработкой и внедрением сложных технологий. Интересный опыт комплексной автоматизации в вузах имеется, и очевидно, что эти работы будут продолжаться. При этом можно выделить *следующие основные подходы, в рамках которых осуществляется комплексная автоматизация вуза.*

**Первый подход** основывается на внедрении коммерческих ERP-систем, разработанных сторонними фирмами. Эти фирмы берут на себя создание, модернизацию программных комплексов, а также их внедрение, включая обследование и рационализацию бизнес-процессов заказчика.

**Второй подход** предполагает построение КИС собственными силами университета. При этом в течение, как правило, многих лет создается эволюционирующая система, адаптированная к особенностям вуза и обеспечивающая автоматизацию всех основных его подразделений. Здесь вуз выступает одновременно в качестве заказчика и исполнителя работ, берет на себя как автоматизацию управления учебно-научным процессом, так и автоматизацию административно-финансовой деятельности.

**Третий подход** заключается в смешанном применении заказных коммерческих систем и собственных программных решений. Область применения первых включает, главным образом, финансово-хозяйственные подразделения (управления бухгалтерского учета, экономического планирования, кадровые службы и т.п.). При этом применяются решения, зарекомендовавшие себя на ИТ-рынке, обновляемые и поддерживаемые их разработчиками, а также многочисленными фирмами-консультантами и распространителями. К числу таких можно отнести программные продукты на платформе «1С» и др.

Собственные разработки образуют второй контур автоматизации — управление учебным процессом, куда включаются кафедры, деканаты, научные, учебные и учебно-методические отделы, а также ректорат.

Полученные результаты в различных вузах могут отличаться использованием разных технологий, масштабом реализации, а также глубиной взаимосвязей между «первым» и «вторым» контурами автоматизации управления.

Создание вузовской КИС, с использованием разных способов и путей решения, должно привести к одному результату — появлению корпоративной информационной системы. В общем случае более правильным будет применение толкования КИС не как системы автоматизации управления вузом, а системы, обеспечивающей поддержку коллективной деятельности в информационном пространстве вуза, включая выработку, реализацию и контроль управленческих решений на разных уровнях.

Появление концепций интернет / интранет–порталов привело к появлению относительно нового направления развития корпоративных информационных систем. В этом направлении технологии интернет/интранет становятся основными при разработке систем доступа к данным, пользовательских интерфейсов и рабочих мест, создания систем общения корпоративных пользователей между собой, а также с клиентами.

Интернет-технологии могут стать также средством консолидации внутривузовских локальных систем и создания корпоративной информационной системы, причем такой, которая обеспечивает не только совместную работу с данными сотрудников вуза, но и взаимодействие этих сотрудников между собой, с клиентами и партнерами. Отметим, что взаимодействие с клиентами является центральным элементом концепции CRM (Customer Relationship Management), которая является одной из современных концепций построения корпоративных информационных систем для коммерческих предприятий. В вузе к компонентам такого взаимодействия, в частности, относятся:

- электронная публикация объявлений, новостей и анонсов мероприятий и событий;
- обмен электронными сообщениями между пользователями, рассылка циркулярных сообщений всем или отдельным категориям пользователей;
- ознакомление с повестками и проектами решений ученых, научно-технических и других советов;

- организация научных конференций, семинаров, в том числе проведение интернет-конференций;
- электронное взаимодействие со студентами, включая предоставление учебно-методических материалов, консультации, тестирование, информирование о расписании занятий и т.п.;
- электронное взаимодействие с абитуриентами, включая информирование, консультирование, удаленную регистрацию заявлений абитуриентов;
- проведение *on-line* опросов, викторин, конкурсов и т.п.

Системное решение этих задач позволяет говорить о новом качестве корпоративной информационной системы. Интересно, что при этом возникает еще один подход в построении КИС, исходным состоянием в котором может быть явление, названное в профессиональных кругах «лоскутной, очаговой автоматизацией».

Действительно, автоматизация тех или иных профессиональных задач приводит к появлению несвязанных между собой информационных систем, образующих отдельные очаги автоматизации. Это считается первым состоянием автоматизации, как правило, любого предприятия и сегодня весьма распространено в вузах. Дальнейшим развитием становится коренное или эволюционное преобразование (в зависимости от используемого подхода) и построение КИС.

Результат в виде «лоскутной автоматизации» не является действительно эффективным, но это состояние обуславливает вполне стройную концепцию построения КИС, если следующей целью становится создание Интернет- / Интранет-портала вуза.

Справедливости ради следует отметить, что создание Интернет- / Интранет-портала не предполагает обязательное использование локальных, несвязанных между собой информационных систем. Наличие КИС, например на основе заказной EPR-системы, скорее всего, облегчит появление корпоративного портала как инструмента служебной деятельности. Однако следует отметить, что вуз, оценивающий перспективу своего развития и находящийся в состоянии «лоскутной автоматизации», сегодня может воспользоваться Интернет-технологиями для построения КИС, возможно, с наименьшими затратами и риском.

В литературе существуют разные определения того, что есть Интернет- или Интранет-портал. Выделяются специфичные признаки, отличающие портал от Интернет-сайта, но в общем случае стоит руководствоваться следующими определениями [3].

**Портал** — базирующаяся в Web фокусная точка входа в информационное пространство, точка доступа к разнообразному спектру контента, сервисов, ресурсов и приложений.

**Корпоративный портал** — защищенная, базирующаяся в Web, удобная в использовании фокусная точка, предоставляющая доступ внутренним и внешним пользователям к потенциально персонализируемой корпоративной информации, сервисам, приложениям, данным и знаниям.

Название «Интернет- / Интранет-портал» соответствует корпоративному portalу, где можно выделить самостоятельные входы для внешних пользователей (Интернет) и внутренних пользователей корпоративной сети (Интранет).

На рисунке показана обобщенная архитектура корпоративного портала в вузе. Выделяются две больших категории пользователей — пользователи внутренней корпоративной сети и пользователи внешней сети (Интернет-пользователи). В зависимости от масштаба корпоративной сети пользователи первой категории могут быть сотрудниками и студентами одного факультета, корпуса, института или всего вуза. В последнем случае, хотя входом в информационное подпространство вуза может стать любой сайт подразделения, выделяется единый, центральный вход — фокусная точка доступа ко всем или большинству сайтов вуза, базам данных, образовательным ресурсам и сервисам.

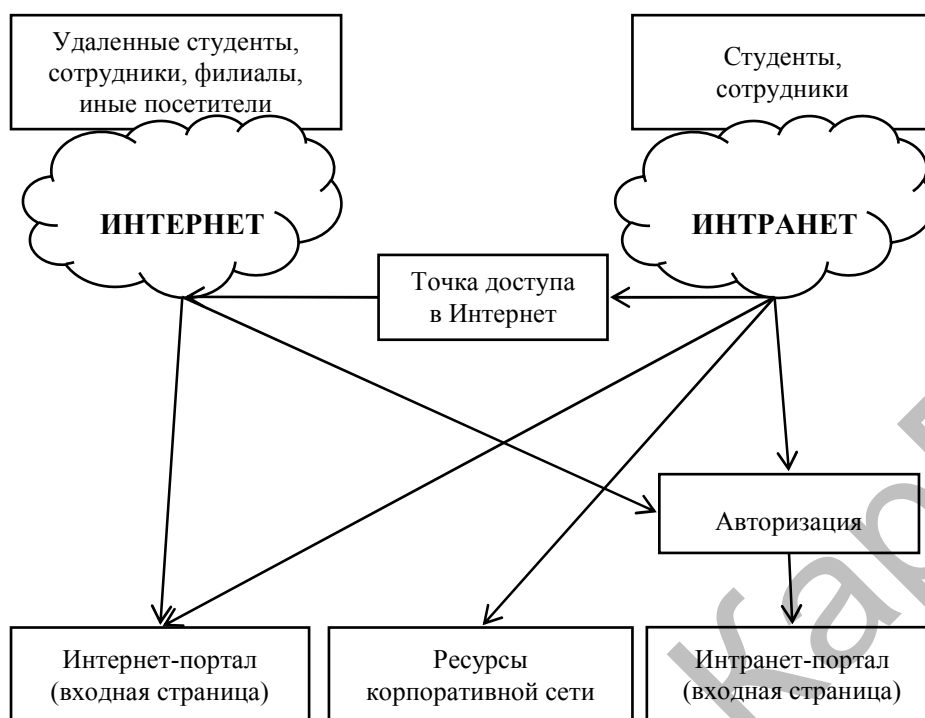


Рисунок. Обобщенная архитектура корпоративного портала в вузе

Наибольший интерес с точки зрения построения КИС имеет разработка Инtranет-портала, который должен обеспечивать консолидацию информационных систем вуза и авторизованный доступ к различным сервисам и данным из этих систем.

Общая концепция построения Инtranет-портала предполагает наличие функционирующих клиент-серверных программных систем, базирующихся на разных серверах и, возможно, различных СУБД. Клиентское программное обеспечение (ПО) этих систем установлено на рабочих местах специалистов, менеджеров, которые решают задачи ввода, актуализации, поиска данных и их использования для формирования бумажных отчетов, справок, приказов и т.п. В университете пользователями таких систем могут быть сотрудники учебно-методического управления, приемной комиссии, административных служб и др.

Для доступа к имеющимся данным, которые могут находиться в разных базах данных, на основе Web-технологий организуется профильно настраиваемый интерфейс, обращение к которому выполняется так же, как и к обычной интернет-странице, — посредством браузера из внутренней или внешней сети. Персонализация интерфейса достигается путем ведения базы данных структуры университета, где каждому или группе подразделений приписывается свой профиль, т.е. права доступа к тем или иным функциональным возможностям системы. Генерация персонального интерфейса выполняется при распознавании личного пароля и логина пользователя.

В целях синхронизации данных, исключения их дублирования и ввода разными подразделениями должны быть разработаны организационные процедуры обмена данными между базами данных, а также ответственность пользователей за данные, права и правила редактирования своих данных. В целях обеспечения сохранности информации в случае ошибочных действий пользователей необходимо применение резервного копирования на серверах баз данных, позволяющего оценивать активность пользователей и действия их в среде системы. Целесообразным может стать также создание единого хранилища данных — сервера, куда по определенным правилам переносятся данные из разных источников, подвергаясь при этом предварительной очистке и приведению к единому формату. Наличие такого хранилища данных обеспечивает более широкие возможности использования накопленной в вузе информации, проведения ретроспективного анализа данных, выявления скрытых закономерностей и знаний, прогноза событий и т.п. на основе технологий Data Mining [4].

Обобщенная архитектура Инtranет-портала включает следующие уровни функциональных и обеспечивающих систем:

- уровень телекоммуникационной инфраструктуры, включая рабочие станции, серверное и коммутационное оборудование, а также средства связи с Интернет (для обеспечения работы с порталом удаленных пользователей);
- уровень операционных систем и СУБД;
- уровень прикладных информационных систем и баз данных. Как правило, это те системы, которые уже функционируют на момент создания портала, хотя масштаб их может быть различным — от системы отдела до системы, работающей в масштабе предприятия. Целесообразным при этом является использование клиент-серверной архитектуры, где данные системы хранятся на своем сервере баз данных. В случае локального автоматизированного рабочего места, возможно, более эффективным окажется переделать систему в рамках новой концепции, если портал предполагает доступ к ее данным с других рабочих мест;
- уровень организации доступа к распределенным базам данных. Реализация данного уровня предполагает не только ПО, но и организацию процедур обмена данными или их переноса из одной системы нижнего уровня в другую. При этом прикладное ПО должно обеспечить оперативный поиск данных в соответствии с запросом, а также проведение возможностей анализа и визуализации данных;
- уровень Web-интерфейса. На данном уровне обеспечивается авторизованный доступ в систему, генерация персонального интерфейса и работа с данными в соответствии с его возможностями;
- уровень организационного, информационного, правового и другого обеспечения. Данный уровень предполагает разработку руководств пользователей и администраторов, документов, регламентирующих работу в информационной среде портала, права и обязанности пользователей, формы ввода и вывода информации, правовой статус документов и данных;
- уровень кадрового обеспечения, который должен включать подготовленных пользователей системы, а также специалистов, осуществляющих техническую, методическую поддержку эксплуатации и дальнейшее развитие системы.

Как видно, приведенный перечень объединяет как техническую, программную часть, так и организационную составляющую разрабатываемой информационной системы. Такое объединение соответствует определению состава любой информационной системы [5] и должно стать одним из основополагающих принципов создания КИС.

В КарГУ имени Е.А.Букетова на основе данной концепции реализовывается проект «Электронный университет» (e.ksu.kz) — интегрированная информационная система. При разработке проекта первоочередными задачами стали интеграция и развитие уже имеющихся информационных систем, содержащих данные о студентах, абитуриентах, выпускниках, и предоставление дополнительных возможностей для работы с этими данными в различных подразделениях.

В настоящее время портал «Электронный университет» объединяет информационные системы «СЭД», «Учет оплаты», «Кредитная технология», «Учебный план», систему Web-тестирования и некоторые другие.

В ходе выполнения проекта были существенно модернизированы имевшиеся на начало работы версии систем «СЭД», «Кредитная технология», системы Web-тестирования, проект отдела дистанционного образования «Факел».

В рамках общей концепции Интранет-портала реализованы автоматизированные рабочие места специалистов учебно-методического управления, приемной комиссии, отделов административно-хозяйственного управления. Разработанные варианты профильно настраиваемого Web-интерфейса обеспечивают работу сотрудников деканатов и учебных отделов институтов, центра содействия трудоустройству выпускников, а также ректората. При этом реализуются основные сервисы работы с группами студентов в деканатах, распечатка справок, ведомостей и форм произвольной отчетности, ведение учетной карточки студента. В число функциональных возможностей зарегистрированных пользователей входит также система электронных объявлений и обмена сообщениями.

Практическая ценность указанной технологии в инновационных системах была опосредована для образовательной структуры КарГУ имени Е.А.Букетова и была полностью внедрена.

В заключение следует отметить один немаловажный плюс в создании собственных информационных систем, который обычно не учитывается сторонниками приобретения готовых решений. Дело в том, что любой подобный проект может стать основой для развития дальнейшей инновационной деятельности вуза. Так, в процессе выполнения проекта формируется коллектив, отрабатываются

технологии, приемы, создаются базы исходных кодов и сценариев, осваиваются наукоемкие методы и алгоритмы аналитической обработки данных, возникают новые программные решения. Использование концепции Интранет-портала, интегрирующего существующие информационные компоненты вместо создания единой ERP-системы, позволяет получить в ходе работ достаточно простые программные решения, которые доступны для внедрения в других учебных заведениях, государственных структурах или же коммерческих организациях.

Важным для получения новых результатов и использования их для оказания научно-технических услуг является создание соответствующей инновационной инфраструктуры вуза. При этом должны быть выделены следующие роли подразделений вуза, участвующих в создании КИС: «разработчик технологий и программ»; «ответственный за внедрение и поддержку эксплуатации в вузе»; «пользователь и владелец данных»; «ответственный за маркетинг и внедрение вне вуза».

Распределение этих ролей является необходимым условием эффективного развития КИС университета. Особое внимание следует обратить на пользователей программ и баз данных. Еще раз подчеркнем, что всякая информационная система включает в себя программное обеспечение только как один из компонентов. Работоспособность системы и ее эффективность будут возможны только при наличии всех компонентов ее архитектуры, создания и обеспечения работоспособности всех обеспечивающих подсистем. Наиболее важным при этом является заинтересованность и активная позиция руководства вуза и подразделений-пользователей, их готовность работать в информационной среде КИС.

#### Список литературы

- 1 Гаврилов Д.А. Управление производством на базе стандарта MRP II. — 2-е изд. — СПб.: Питер, 2005. — 416 с.
- 2 Питеркин С.В., Оладов Н.А., Исаев Д.В. Точно вовремя для России: Практика применения ERP-систем. — М.: Альпина, 2002. — 368 с.
- 3 Туруге А. Корпоративные порталы на основе XML и Web-служб. — М.: Кудиц-образ, 2004.
- 4 Барсегян А.А., Куприянов М.С., Степаненко В.В., Холод И.И. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining. — СПб., 2004.
- 5 Информационные технологии управления / Под ред. Г.А.Титоренко. — М., 2003.

М.М.Букенов, Л.В.Устинова, А.С.Дошаков

### **Интернет- / Интранет-порталдың базасында университеттің корпоративтік ақпараттық жүйесі**

Университеттің корпоративтік ақпараттық жүйесінің құрастыру жолдары қарастырылған. Дайын ERP-шешімдердің негізінде корпоративтік ақпараттық жүйені құрастырудың екерекшеліктері мен қиыншылықтары көрсетілген. Интернет- / Интранет-порталдың негізінде корпоративтік ақпараттық жүйені құрастырудың ұғымы мен оның арқасында бар ақпараттық жүйелердің бірлескені анықталған. Академик Е.А.Бекетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университетінде енгізілген технологияның тәжірибесі сипатталған.

M.M.Bukenov, L.V.Ustinova, A.S.Doshakov

### **Corporate information system of university on the basis of Internet- / Intranet-portal**

The approaches applied to creation of corporate information system of university are considered. Difficulties, characteristic for construction of corporate information system of university on the basis of ready ERP-decisions are shown. The concept of construction of corporate information system on the basis of technologies the Internet- / Intranet-portals by means of which existing information systems are integrated is offered. Experience of works in the Karaganda state university of a name of the academician Y.A.Buketov is described.

## References

- 1 Gavrilov D.A. *Production management on the basis of the MRP II standard*. — The 2nd prod. — Sankt-Petersburg: Piter, 2005, 416 p.
- 2 Piterkin S.V., Oladov N.A., Isayev D.V. *Precisely in time for Russia: Practice of use of ERP systems*. — Moscow: Alpina, 2002, 368 p.
- 3 Turuge A. *Corporate portals on the basis of XML and Web services*, Moscow: Kudits-obraz, 2004.
- 4 Barsegyan A.A., Kupriyanov M.S., Stepanenko V.V., Holod I.I. *Metody's Cold and models of the analysis of data: OLAP and Data Mining*. — Sankt-Petersburg, 2004.
- 5 *Information technologies of management* / Under the editorship of G.A. Titorenko, Moscow, 2003.

УДК 517.968

А.Н.Есбаев, Г.А.Есенбаева

*Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова (E-mail: adilet\_e@mail.ru)*

### Об одной граничной задаче для нагруженного дифференциального оператора теплопроводности при неподвижной точке нагрузки

В статье рассмотрена одна граничная задача для нагруженного дифференциального оператора теплопроводности при неподвижной точке нагрузки. Исходная граничная задача редуцирована к интегральному уравнению Вольтерра в общем виде. Исследованы вопросы разрешимости интегральных уравнений при всех значениях параметра  $k$  нагруженного слагаемого и при неподвижной точке нагрузки. Получена теорема о разрешимости исходной граничной задачи при неподвижной точке нагрузки.

*Ключевые слова:* граничная задача для нагруженного дифференциального оператора теплопроводности, интегральное уравнение Вольтерра второго рода, гамма-функция, дополнительная гамма-функция.

В области  $\Omega = \{(x, t) : x \in (0, \infty); t \in (0, \infty)\}$  рассматривается уравнение для нагруженного дифференциального оператора теплопроводности

$$L_{\lambda} u \equiv \frac{\partial u}{\partial t} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{1-2\beta}{x} \cdot \frac{\partial u}{\partial x} - \lambda \cdot \left. \frac{\partial^k u}{\partial x^k} \right|_{x=\bar{x}(t)} = f(x, t) \quad (1)$$

относительно неизвестной функции  $u = u(x, t)$ . Параметры  $\beta$  и  $\lambda$  считаются постоянными, причем  $0 < \beta < 1$ ;  $\lambda \in C$ ;  $k$  — заданное число ( $k = 0, 1, 2, \dots$ );  $x = \bar{x}(t)$  — заданная функция при  $t \in (0, \infty)$ ;

$\lambda \cdot \left. \frac{\partial^k u}{\partial x^k} \right|_{x=\bar{x}(t)}$  — нагруженное слагаемое;  $f(x, t)$  — известная функция, определенная в области  $\Omega$ .

Запишем уравнение (1) в виде

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{1-2\beta}{x} \cdot \frac{\partial u}{\partial x} + \Phi(x, t); \\ \Phi(x, t) = f(x, t) + \lambda \cdot \left. \frac{\partial^k u}{\partial x^k} \right|_{x=\bar{x}(t)}. \end{aligned} \quad (2)$$

Уравнение вида (2) встречается в задачах теплопереноса и в задачах диффузионного пограничного слоя при наличии источников или стоков [1].

*Основная граничная задача*, исследуемая в данной работе, представляет собой *первую краевую задачу* и состоит в нахождении функции  $u = u(x, t)$ , определенной в области  $\Omega$  и имеющей всюду в

$\Omega$  непрерывные производные  $\frac{\partial u}{\partial t}$ ,  $\frac{\partial u}{\partial x}$ ,  $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$  и  $\frac{\partial^k u}{\partial x^k}$ , удовлетворяющей дифференциальному уравнению (1), начальному условию

$$u(x, 0) = g(x) \quad (3)$$