

УДК 378.1:519.816:681.3

**В.С. Кривцов, Н.В. Нечипорук, А.С. Кулик, А.Г. Чухрай,
Е.В. Мирная, О.А. Пищухина, А.Ю. Завгородний**

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОРГАНИЗАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ ВЫСШИМ УЧЕБНЫМ ЗАВЕДЕНИЕМ

Предложена информационная технология в области организационного управления техническими высшими учебными заведениями, включающая в себя методы, модели и средства эффективного сбора, накопления и анализа информации из административных и учебных подразделений вуза и способы их применения. Разработанная информационная технология реализована в рамках автоматизированной системы управления административной деятельностью Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского, а также при разработке обучающих программ, позволяющих повысить качество организационного управления учебным процессом.

информационная технология, организационное управление, техническое высшее учебное заведение

Введение

Существенные изменения социально-экономических условий, происшедшие в нашей стране в последние десятилетия, поставили перед техническими вузами ряд новых проблем. Переход от бюджетного финансирования обучения студентов к смешанному, резкое сокращение объемов финансирования, выделяемых на содержание материально-технической базы, и, в то же время, непрерывный рост требований к объемам и качеству знаний и умений современного специалиста, вынуждают руководство каждого технического вуза искать пути существенного повышения эффективности деятельности вуза, позволяющие компенсировать влияние дестабилизирующих факторов на качество выпускников. Для технических вузов, готовящих специалистов с использованием лабораторных стендов, учебных макетов и экспериментальных установок, позволяющих получать качественные про-

фессиональные навыки и умения, особенно актуальным является поддержание и обновление материально-технической базы. И, поскольку, в полной мере эту проблему в современных условиях решить не представляется возможным, актуальным является разработка новых методов обучения, учитывающих недостаточное материально-техническое обеспечение.

Перспективным подходом к решению подобных проблем является внедрение информационных технологий в деятельность вуза. Следует отметить, что информационные технологии внедрились в отечественных и зарубежных вузах еще в 70-х гг. прошлого столетия. Тем не менее, указанные выше факторы заставляют разработчиков пересматривать задачи, которые должны решать такие системы. Поэтому в настоящее время происходит интенсивный переход от систем учета к системам поддержки принятия решений, от автоматизированного тестирования знаний студента к интеллектуальным системам обучения и диагностирования умений.

1. Информационная технология организационного управления университетом «ХАИ»

В 1998 г. руководством университета «ХАИ» было принято решение о начале разработки информационной системы управления (ИСУ) административно-финансовой деятельностью (АФД) вуза силами собственных разработчиков. Анализ конкретных проблем, возникающих при управлении АФД, позволил выявить цели, достижение которых поможет повысить эффективность АФД в целом. К таким целям относятся: 1) повышение качества и оперативности принимаемых управленческих решений 2) обеспечение полного контроля АФД; 3) систематизация труда административно-управленческого персонала; 4) повышение качества обработки, хранения и передачи данных; 5) экономия заработной платы за счет сокращения количества рутинных операций и, следовательно, сокращения численности административно-управленческого персонала (АУП). Для достижения поставленных целей ИСУ АФД должна решать следующие задачи: 1) интеграция распределённых и неоднородных данных подразделений АФД вуза в единое информационное пространство; 2) формирование и обновление информации, используемой в процессах

принятия решения, в удобном для руководителя виде; 3) диалоговая поддержка выбора и оценки управленческих решений, принимаемых руководителями АФД; 4) информационное и математическое обеспечение оценки текущего и прогнозируемого состояния процессов АФД; 5) обеспечение работников АФД инструментами, как можно более полно охватывающими выполнение их должностных обязанностей; 6) повышение актуальности и достоверности данных.

Уже через год коллективом разработчиков под руководством профессора А.С. Кулика была внедрена первая версия системы. Следует отметить, что дальнейшее развитие системы не прекращается и по сегодняшний день. Кроме того, когда коллектив приступил к созданию интеллектуальных обучающих систем, удалось выявить некоторую общность методов и средств обработки информации, используемых при управлении АФД и процессами обучения студентов, которая позволяет говорить о возможности создания единой информационной технологии организационного управления техническим высшим учебным заведением.

2. Разработка и внедрение информационной системы управления административно-финансовой деятельности университета «ХАИ»

Одной из центральных проблем разработки ИСУ является выбор базовой концепции. В настоящее время существуют две базовые концепции разработки ИСУ предприятия, кардинально различающиеся способом рассмотрения объекта автоматизации. Если первая из них рассматривает предприятие с точки зрения его функций, то вторая – ориентирована на бизнес-процессы предприятия [1]. Не углубляясь в рамках данной статьи в проблемы выбора одной из концепций, отметим, что, несмотря на все достоинства концепции автоматизации бизнес-процессов, выбор такой концепции применительно к вузу сопряжен с большими трудностями внедрения, связанными с необходимостью изменения организационной структуры вуза и повышенным риском принятия неадекватных решений. Рациональным для таких сложных иерархических систем как технический вуз является выбор синтетической концепции – матричного подхода, объединяющего достоинства двух базовых подходов [2].

Помимо решения концептуальных проблем при проектировании разработчики также должны учитывать специфику вуза, связанную с ограниченным финансированием и историей автоматизации. Так, например, в университете «ХАИ» до внедрения первой версии ИСУ АФД существовал ряд программных продуктов, замена которых была признана нецелесообразной, и поэтому возникла необходимость интеграции существующего программного обеспечения в единое информационное пространство. И, наконец, одной из составляющих успешного внедрения и функционирования ИСУ АФД вуза, наделенной информационными и аналитическими функциями, является выработка решений, направленных на повышение качества вводимых и обрабатываемых данных. Как правило, ее необходимость обусловлена двумя факторами, а именно: относительно высокой интенсивностью ошибок, допускаемых человеком (в среднем $10^{-3} \dots 10^{-2}$ ошибок/символ) и поддержкой множества представленных различным образом и часто противоречащих друг другу источников данных.

2.1. Архитектура ИСУ АФД «ХАИ»

Для достижения целей и решения задач, перечисленных выше, были приняты следующие принципы структурирования системы.

На уровне физической структуры. Принята концепция трехуровневой модели «клиент-сервер», что позволяет уменьшить трафик в сети, улучшить масштабируемость приложений, упростить поддержку и администрирование сети. Кроме того, разделение логики хранения и обработки данных, бизнес-логики, и логики представления позволяет быстро реагировать на изменение соотношения вычислительных мощностей узлов в сети и гибко распределять нагрузки на вычислительные узлы системы.

На уровне логической структуры. В логической структуре ИСУ АФД «ХАИ» принято разделение на операционные подсистемы и подсистему поддержки принятия решений, что позволяет все данные из различных источников привести к единому виду, ускорить работу персонала, внедрить средства обеспечения качества данных на этапах, предшествующих принятию решений.

Как было отмечено ранее, в университете «ХАИ» к моменту создания ИСУ накопился определенный опыт автоматизации АФД. В частности,

уже в течение 10 лет автономно функционируют программы по расчету зарплаты. Эксплуатация этих программ в течение длительного срока доказала корректность разработанных алгоритмов, показала возможности относительно простой модификации в случае изменения законодательства. Перечисленные выше факторы подтверждают нецелесообразность разработки нового ПО. Вместе с тем данные таких «унаследованных» систем необходимо использовать при анализе деятельности в целом. Поэтому операционные подсистемы АФД «ХАИ» были разделены на «унаследованные» и вновь создаваемые. К вновь создаваемым подсистемам предъявляются специфические требования, поэтому для них разработана новая включающая в себя проблемно-независимое ядро системы.

Решение о продолжении эксплуатации «унаследованных» систем потребовало решения вопроса интеграции данных таких систем в единое информационное пространство. Среди возможных альтернатив интеграции неоднородных и распределенных данных была выбрана технология хранилищ данных. Хранилище данных представляет собой логически интегрированный источник данных для приложений систем поддержки принятия решений и информационных систем руководителя. Критериями выбора служили: практическая реализуемость архитектуры БД; уровень интеграции распределенных данных и возможность применения подходящих моделей управления информацией для различных компонентов ИСУ; следование стандартам открытых систем; возможность устранения противоречивости данных; быстрота доступа к данным; опыт разработчиков.

2.2. Информационное обеспечение ИСУ АФД «ХАИ»

Анализ деятельности университета привел к декомпозиции ИСУ АФД «ХАИ» на следующие информационные (проблемно-ориентированные) подсистемы: «Кадры», «Зарплата», «Банк», «Дебиторы-кредиторы», «Касса», «Материально-технические средства», «Планирование», «Автотранспорт». В то же время в соответствии с принципами автоматизации «узких» мест, поэтапной разработки и внедрения сложных систем, а также степенью приоритетности задач управления АФД была установлена очередность проблемно-ориентированных подсистем, требующих скорейшего их внедрения в деятельность университета.

На сегодняшний день среди перечисленных выше подсистем реализованы и внедрены следующие подсистемы: «Кадры», «Банк», «Дебиторы-кредиторы», «Касса», «Зарплата».

Рассмотрим подробнее каждую из них.

Подсистема «Кадры» предназначена для автоматизации деятельности университета по управлению персоналом и реализует следующие бизнес-процессы:

- 1) прием нового сотрудника;
- 2) перевод сотрудника на другую должность;
- 3) увольнение сотрудника;
- 4) изменение условий трудового договора;
- 5) прием внутренних совместителей;
- 6) прием внешних совместителей;
- 7) учет командировок;
- 8) учет отпусков и больничных листов;
- 9) исключение сотрудника.

Подсистема «Банк» осуществляет учет поступающих и расходующихся денежных средств по различным счетам.

Подсистема «Дебиторы-кредиторы» позволяет производить учет взаимоотношений со всеми контрагентами университета.

Подсистема «Касса» предназначена для решения задач, связанных с учетом наличных средств, проходящих через кассу. С участием подсистемы проходят такие бизнес-процессы, как выплата заработной платы сотрудникам, выплата стипендий студентам, аспирантам, докторантам, занесение средств на депонент и т.д.

Кроме того в состав информационного обеспечения ИСУ АФД ХАИ следует включить «унаследованную» подсистему «Зарплата», используемую для расчета заработной платы сотрудников и стипендий студентов.

Внедрение описанных подсистем позволило систематизировать труд АУП, сократить время выполнения большинства бизнес-операций, наполнять предметно-ориентированные базы данных достоверной информацией, а также контролировать и оценивать результаты работы АУП.

2.3. Интеграция и очистка данных ИСУ АФД «ХАИ»

Центральным положением разработанного подхода к повышению качества данных в ИСУ стали принципы последовательного снятия неопределенности о состоянии данных, формирования диагноза по косвенным признакам наличия ошибочных данных из заданного множества и выявления ошибочных и восстановления качественных данных на основе определения эталонных значений, сформулированные на основе успешно применяющихся при решении практических задач принципов диагностирования и восстановления работоспособности технических систем.

Разработанная на основе такого подхода [3], подсистема предоставляет ряд функций позволяющих последовательно решать проблемы качества данных. Среди них: 1) формирование последовательности этапов интеграции и очистки; 2) обнаружение «похожих» реквизитов в справочных таблицах ИСУ АФД «ХАИ» [4]; 3) обнаружение и кластеризация «похожих» кортежей в таблицах ИСУ АФД «ХАИ»; 4) обнаружение ошибок в избыточных данных [1]; 5) исправление ошибочных данных.

Использование подсистемы в процессе интеграции неоднородных и распределенных данных автоматизированной системы управления административно-финансовой деятельностью университета «ХАИ» позволило повысить представленных различным образом и часто противоречащих друг другу данных подсистем «Бухгалтерский учет» и «Учет кадров».

2.4. Аналитические подсистемы ИСУ АФД «ХАИ»

Среди требований, выдвинутых к аналитическим подсистемам ИСУ АФД университета «ХАИ», одним из ключевых является учет индивидуального стиля работы руководителя. Поэтому более эффективной будет та система, которая поддерживает хотя бы один или несколько этапов принятия решений, но при этом обеспечивает комфортную работу и поддерживает доверие со стороны лица, принимающего решения (ЛПР). В соответствии со сказанным выше при проектировании и разработке подсистем аналитической поддержки принятия управленческих решений необходимо решить ряд вопросов:

- 1) обеспечение комфортности работы руководителя;

2) выбор наиболее актуальных аспектов принятия решений, требующих автоматизации.

В результате анализа информационных и аналитических потребностей руководителей АФД университета [5] были выявлены основные направления, требующие не только отчетно-справочной, но и аналитической информации для принятия решений, основные среди них: 1) анализ качественных и количественных показателей управления кадровым составом, а также внешними и внутренними финансовыми потоками [6]; 2) принятие решений по управлению внебюджетными финансовыми потоками факультетов [7]; 3) планирование мероприятий по поддержанию и развитию материально-технической базы вуза (МТБ) [8].

Подсистема оперативного анализа данных ИСУ АФД «ХАИ». Входными данными для подсистемы являются информация, накопленная описанными ранее проблемно-ориентированными подсистемами, а также ограничения, выбранные пользователем. Выходными данными являются либо детализированные, либо агрегированные данные, полученные на основании сформированного аналитического запроса (рис. 1.).

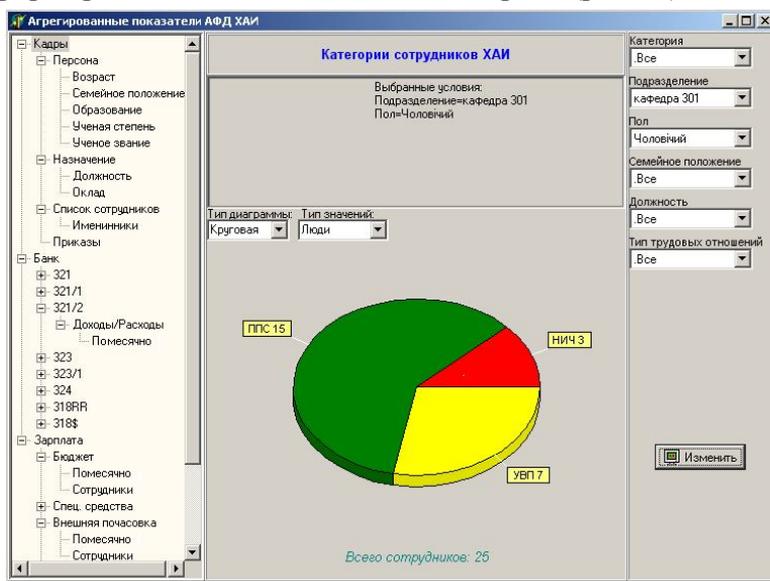


Рис. 1. Внешний вид подсистемы оперативного анализа данных

Анализ результатов внедрения подсистемы позволяет сказать о том, что она позволила руководителям высшего и среднего звеньев, имея гибкие механизмы манипулирования данными и визуального отображения, со-

поставлять различные показатели между собой, выявлять скрытые взаимосвязи между ними и оперативно вырабатывать взвешенные и обоснованные решения по управлению АФД вуза.

Подсистема «Управление внебюджетными средствами» представляет собой компьютерную реализацию моделей поддержки принятия решений [7, 9, 10], и позволяет в диалоговом режиме выполнять следующие функции: 1) ввод и корректировка исходных данных для моделирования расхода факультетов; 2) вычисления и визуализация численных результатов моделирования поступления и расходования внебюджетных денежных средств; 3) прогнозирование и анализ возможных вариантов динамики поступлений денежных средств на факультеты; 4) моделирование характера изменения затрат при различных входных воздействиях.

Исходными данными для подсистемы являются суммы фактического прихода денежных средств на факультет, спрос денежной наличности на факультете, а также данные бухгалтерии о ежемесячном поступлении денежных средств в университет за предыдущие года (рис. 2).

Применение данных моделей в управлении финансовой деятельностью университета позволяет определить возможные варианты ведения финансовой политики и целенаправленно влиять на процесс расходования денежных средств, избегая неэффективных вариантов управленческих решений.

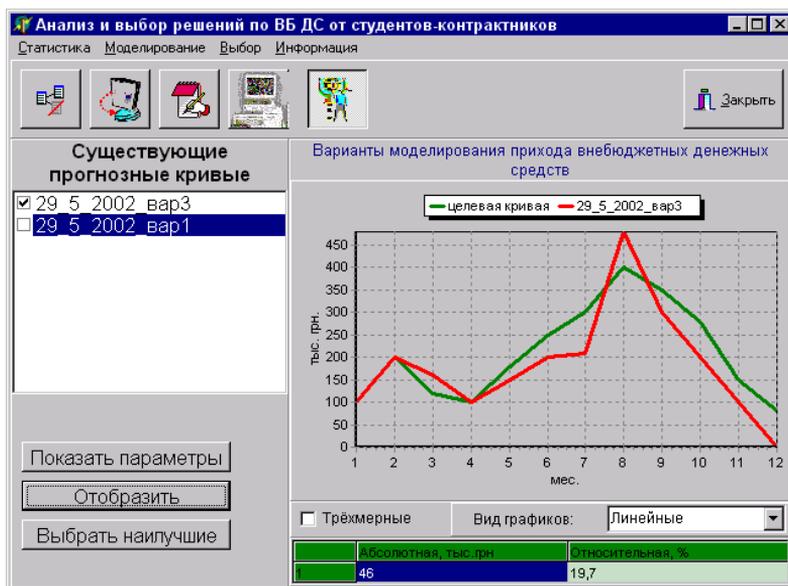


Рис. 2. Моделирование прогнозируемого дохода внебюджетных средств

При разработке подсистемы поддержки принятия решений при управлении МТБ вуза (рис. 3) была формализована постановка задачи и процессы принятия решений [11]. В результате сформированы имитационные и математические модели анализа, генерирования альтернатив, оценки и выбора наиболее эффективных планов.

Исходными данными имитационной модели анализа ситуации в сфере ремонтных работ объектов МТБ является множество необходимых ремонтных работ, сформированное на основании заявок от подразделений и дефектных актов, а результатом – три кривые планируемого расхода, эффективность которых можно считать максимальной, с оценками интегральной и точечной погрешности относительно планируемого прихода. На основании этой информации ЛПР может сделать вывод о приемлемости такого плана или необходимости отложить некоторые работы на более поздний срок. Множество, полученное при помощи имитационной модели генерирования альтернативных проектов ремонтных работ, в достаточной степени покрывает множество всевозможных планов, которые могут быть дополнены вариантами, полученными в результате корректировок, внесенных ЛПР. Дальнейший выбор наиболее приемлемого варианта плана осуществляется при помощи применения метода многокритериального выбора ELECTRE к сформированному множеству.

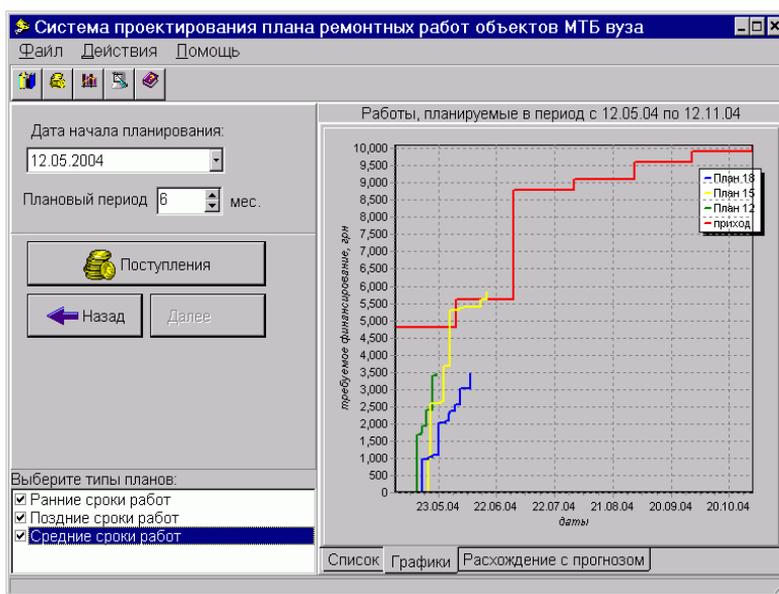


Рис. 3. Планирование ремонтных работ по кафедре

Разработанная на основании упомянутых выше моделей и методов подсистема позволяет руководителям кафедры, факультета или университета в целом принимать эффективные решения относительно распределения временных, денежных и трудовых ресурсов на выполнение ремонтных работ.

3. Разработка и внедрение интеллектуальных обучающих систем

Информационная технология организационного управления технического вуза должна включать в себя интеллектуальные обучающие системы (ИОС), позволяющие повысить качество обучения студентов в условиях недостаточного материального технического обеспечения, а также сокращения аудиторной нагрузки преподавателей.

На кафедре Систем управления летательных аппаратов университета «ХАИ» разработаны три интеллектуальных обучающих системы по предмету «Теория автоматического управления». Все три системы нацелены на получение студентами умений решать конкретные практические задачи. Поэтому все три были названы системами поддержки получения умений (СППУ).

Первая – система поддержки получения умений построения переходной характеристики системы автоматического управления (САУ), вторая обучает построению частотных характеристик САУ, третья – нахождению корней характеристического уравнения методом Лобачевского-Греффе-Данделена.

В каждой системе решаемая задача представляется как последовательность этапов. Первый этап – теоретический материал, необходимый для решения данной задачи. После выполнения каждого этапа, начиная со второго, система проверяет введенные студентом данные и, в случае неправильного ответа, выполняет функции диагностирования с целью выявление фрагмента знаний который необходимо предоставить для восполнения знаний обучаемого.

Целью системы является получить установившийся режим обучения – приближение умений студента к умениям, закладываемым в модель задачи.

Для обеспечения интеллектуальной обратной связи, позволяющей не только сравнить полученный студентом ответ с эталонным, но и указать на конкретные пробелы в умениях, на базе сигнально-параметрического подхода к диагностированию технических систем предполагается реализовать модели и алгоритмы диагностирования умений.

Заключение

Целесообразность применения предложенных технических и научных решений в других вузах Украины подтверждается положительным опытом эксплуатации описанной технологии в Национальном техническом университете «ХАИ». Анализ и обобщение результатов применения ИСУ АФД в практической деятельности показал, что оперативность принимаемых решений в охваченных автоматизацией сферах деятельности повысилась в 2 – 3 раза по сравнению с решениями, принимаемых на основании опыта и интуиции руководителей. Организация единого информационного пространства позволила обеспечить руководителей комплексными средствами контроля АФД. Полнота охвата системой основных этапов процессов принятия управленческих решений АУП составляет 70%. Внедрение подсистемы интеграции и очистки данных позволило повысить достоверность данных подсистемы «Бухгалтерский учет» на 38%, достоверность данных подсистемы «Учет кадров» на 8%, а доступность данных этих подсистем повысилась на 6 и 11% соответственно. За счет сокращения количества рутинных операций, выполняемых персоналом, повысилась скорость реакции на управляющие воздействия со стороны руководства вуза. Использование в учебном процессе обучающих систем, включающих методы и средства, разработанные для ИСУ АФД, позволило повысить средний уровень умений студентов решать задачи построения переходной характеристики САУ, частотных характеристик САУ, нахождения корней характеристического уравнения методом Лобачевского-Греффе-Данделена.

Данная работа проводится при поддержке гранта Президента Украины (договор №Ф8/348-2004).

Литература

1. Информационно-аналитическое обеспечение управления административно-финансовой деятельностью вуза / В.С. Кривцов, А.С. Кулик, Н.В. Нечипорук и др. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2003. – 265 с.
2. Информационно-аналитические модели управления техническими высшими учебными заведениями / А.Н. Гуржий, В.С. Кривцов, А.С. Кулик, Е.В. Мирная, Н.В. Нечипорук, А.Г. Чухрай. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2004. – 387 с.
3. Чухрай А.Г. Методы и средства повышения качества данных в автоматизированных системах организационного управления: Дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2004. – 173 с.
4. Кулик А.С., Чухрай А.Г. Метод обнаружения «похожих» наименований номенклатуры в неоднородных справочниках технико-экономической информации вуза // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2003. – Вып. 17. – С. 147 – 152
5. Кулик А.С., Чухрай А.Г., Мирная Е.В. Применение новых информационных технологий при управлении административно-финансовой деятельностью вуза // Авіаційно-космічна техніка та технологія. – Х.: ХАІ – 2003. – Вип. 2 (37). – С. 128 – 133.
6. Нечипорук Н.В. Система поддержки принятия управленческих решений в административно-хозяйственной деятельности вуза: Дис. ...канд. техн. наук: 05.13.06. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т, 2000. – 146 с.
7. Пищухина О.А. Информационная поддержка управления поступлением внебюджетных средств вуза: Дис. ...канд. техн. наук: 05.13.06. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т, 2002. – 144 с.
8. Мирная Е.В. Модели и инструментальные средства автоматизированного организационного управления материально-технической базой вуза: Дис. ...канд. техн. наук: 05.13.06. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т, 2005. – 185 с.
9. Кулик А.С., Нечипорук Н.В., Пищухина О.А. Имитационная динамическая модель в управлении финансовой деятельностью вуза // Вісн. Харк. держ. політехн. ун-ту. – Х.: ХДПУ. – 1998. – Вип. 72. – С. 33 – 38.
10. Кулик А.С., Пищухина О.А., Яровая(Мирная) Е.В. Прогнозирование внебюджетного дохода вуза // Вісн. Харк. ун-ту. – Х.: Гос. аэрокосм. ун-т «ХАИ». – 2000. – № 456. – С. 217 – 220.
11. Яровая (Мирная) Е.В. Моделирование процессов управления материально-технической базой вуза // Авиационно-космическая техника и технология: – Х: Гос. аэрокосм. ун-т «ХАИ». – 2000. – Вып.25. – С. 255 – 260.

Поступила в редакцию 21.03.2005