

УДК 378.1:519.816:681.3

О.А. ПИЩУХИНА, Е.В. МИРНАЯ

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина*

## ПОДДЕРЖКА ВЫБОРА УПРАВЛЕНЧЕСКИХ СТРАТЕГИЙ В ФИНАНСОВОЙ И ХОЗЯЙСТВЕННОЙ СФЕРАХ ВУЗА

Представлены результаты разработки средств компьютерной поддержки при управлении хозяйственной и финансовой деятельностью современного вуза, позволяющих реализовать анализ ретроспективной, оперативной и прогнозной информации о результатах управленческих воздействий, оценку их эффективности и выбор наилучшего варианта управленческого решения с использованием математических методов и современных информационных технологий.

**принятие решений, многокритериальный выбор, моделирование, стратегия управления**

### Введение

Современный этап развития системы высшего образования Украины определяет необходимость самостоятельного и эффективного управления финансовыми и хозяйственными ресурсами руководством вуза. Условия реализации управленческих решений в данной области деятельности высших учебных заведений характеризуются постоянным увеличением объема поступающей информации, ростом количества внутренних и внешних ограничений, наличием противоречивых критериев управления, а также недостаточной формализацией рассматриваемых процессов [1].

Ограниченные интеллектуальные и психологические возможности руководителей при восприятии постоянно изменяющихся требований функционирования вузов, изменение социальных, экономических и политических условий, отсутствие в вузах информационно-аналитических систем, поддерживающих процесс принятия решений, определяют необходимость разработки средств интеллектуальной поддержки выбора управленческих стратегий в финансовой и хозяйственной деятельности вуза, которые отвечали бы современным условиям функционирования и требованиям руководителя, а именно: обладали высокими адаптивными свойствами по

отношению к реальным процессам, возможностями предоставления и сравнения вариантов поведения системы при различных управленческих воздействиях, интеллектуальной поддержкой выбора наилучших управленческих стратегий, а также определением эффективности принимаемых решений.

Таким образом, в качестве ключевых причин, определяющих необходимость поддержки выбора управленческих стратегий в финансовой и хозяйственной сферах вуза с использованием современных информационных технологий, были определены следующие [1].

1. Экспертные знания руководителя, используемые для оценки состояния вуза и результативности управленческих воздействий, носят субъективный характер и определяются профессиональными или иными интересами.

2. Процессы, протекающие во внутренней и внешней экономической деятельности вуза, характеризуются высоким содержанием случайных событий и компонент, что не позволяет с достаточной уверенностью прогнозировать этот процесс.

3. Объемы информации, поступающие к лицу, принимающему решение (ЛПР) в хозяйственной и финансовой деятельности вуза, превышают его интеллектуальные и психологические возможности по обработке исходных данных и требований.

4. При управлении хозяйственной деятельностью вуза возникает необходимость учета влияния ее основных составляющих на учебную и научную сферы, что приводит к появлению множества противоречивых критериев выбора наилучшей стратегии.

**Постановка задачи выбора наилучшего плана в хозяйственной сфере.** Для решения проблемы выбора наиболее эффективного плана ремонтно-эксплуатационных работ объектов материально-технической базы (МТБ) вуза необходимо решить следующие задачи:

1. Сформировать модель автоматизированной поддержки принятия решений, учитывающую особенности планирования хозяйственной деятельности вуза.

2. Разработать модель анализа ситуации в прогнозируемом плановом периоде, позволяющую оценить динамику и объемы необходимых временных, финансовых и трудовых ресурсов.

3. Разработать модель генерирования альтернативных планов работ, которые удовлетворяют заданным финансовым ограничениям.

4. Разработать модели оценки и выбора наиболее эффективных планов с точки зрения заданной системы критериев.

5. Разработать информационное и программное обеспечение автоматизированных рабочих мест руководителей, непосредственно принимающих решения или подготавливающих информацию, а также служащих, вводящих исходные данные и экспертов, вносящих оценки.

**Постановка задачи выбора стратегии управления в финансовой сфере.** С целью принятия оперативных и обоснованных управленческих решений при распределении поступивших внебюджетных денежных средств, а также аргументированного выбора управленческих стратегий при формировании набора статей затрат, необходима разработка компьютерной подсистемы, входящей в состав используемой информационной системы управления адми-

нистративно-хозяйственной деятельностью университета (ИСУ АХД) и обеспечивающей сбор, передачу, хранение и доступ к данным, получаемым из подразделений, чья деятельность связана с контролем и анализом расходования внебюджетных средств (ВС) [1].

Основным требованием к разработке подсистем является необходимость реализации как информационного обеспечения рассматриваемых процессов, так и аналитической поддержки выбора управленческих стратегий в финансовой сфере путем предоставления прогнозной информации о распределении внебюджетных финансовых средств по статьям затрат, оценке рассматриваемых вариантов и выборе наилучших из них по заданному показателю качества на основании формализованного критерия.

Атрибуты задачи выбора управленческой стратегии: 1) желаемые стратегии проведения расходования внебюджетных средств вуза; 2) множество возможных вариантов реализации управленческих решений при управлении затратами вуза; 3) показатель качества каждого из вариантов реализации управленческих решений при управлении затратами вуза; 4) формализованные критерии отбора возможных вариантов.

## Решение проблемы

**Решение задачи выбора наилучшего плана в хозяйственной сфере.** Первым этапом является выработка единого подхода и формирование модели поддержки принятия решений при планировании работ по поддержанию и развитию МТБ вуза. Для этого было проведено системное исследование процессов управления и выявлены функции управления тактического уровня, которые подлежат автоматизации, а также организационную структуру, которая их реализует [1]. На основании целей и функций сформирована структура СППР и общие принципы ее разработки. Особенностью предложенной модели является учет преимуществ и недостатков существ-

вующих подходов и средств, использование структурированного представления информации на различных уровнях управления вузом, а также предложенная система критериев выбора, обоснованная целями эффективного управления МТБ и удовлетворяющая требованиям полноты, операциональности, декомпозируемости, неизбыточности, минимальности и измеримости. Базовая система критериев включает в себя следующие показатели: 1) суммарный аудиторный фонд – размер аудиторных помещений, которые будут отремонтированы в результате выполнения всех работ, входящих в план, измеряемый в м<sup>2</sup>; 2) суммарная лабораторная база – объем учебных лабораторий, которые будут отремонтированы в результате выполнения плана работ, измеряемый либо в м<sup>2</sup>, либо в единицах лабораторных стендов (последнее с точки зрения оценки – более информативно); 3) суммарный административно-вспомогательный фонд – размер помещений административного и вспомогательного персонала, которые будут отремонтированы в результате реализации плана, измеряемый либо в людях, либо в м<sup>2</sup> (последнее более приемлемо, так как количество людей, использующих каждое помещение, может изменяться достаточно динамично вследствие текучести кадров и реорганизаций); 4) результирующий социальный эффект – оценка в баллах плана с точки зрения значимости ремонтируемых объектов для общественной жизни вуза, проведения различных мероприятий для отдыха, досуга и здоровья сотрудников и студентов; 5) общая хозяйственная значимость – количество объектов МТБ, функционирование которых улучшится или возобновится в результате выполнения запланированного комплекса ремонтных работ, измеряемое в единицах объектов; 6) общая научно-исследовательская значимость – оценка плана с точки зрения объемов работ по производству научно-технической продукции и подготовке научно-педагогических кадров, выполнение которых зависит от ремонтируемых объектов МТБ,

измеряемая либо в м<sup>2</sup>, либо в единицах научной продукции (тем, стендов, образцов, монографий и т.п.), либо в людях (первое из перечисленного наименее информативно для такой оценки, выбор между вторым и третьим вариантом зависит от акцентов руководства вуза в отношении данного вида деятельности); 7) прогнозируемая интегральная погрешность – суммарное расхождение распределения финансовых ресурсов с прогнозируемым приходом средств на нужды МТБ, измеряемое либо в абсолютных единицах (грн.), либо в относительных (%); 8) удорожание отложенных работ – суммарная стоимость работ, не вошедших в план, с учетом процессов деградации объектов МТБ, измеряемая в грн; 9) риск возникновения незапланированных работ – суммарная вероятностная оценка величины расходов на незапланированные ремонтные работы в течение планового периода, зависящая от объемов выполняемых работ и измеряемая в грн; 10) риск незавершения работ – максимальная, минимальная или средняя вероятность и величина финансовых потерь от того, что какие-либо работы из-за затягивания сроков выполнения не будут закончены в данном плановом периоде, измеряемая в грн; 11) субъективный приоритет – суммарная субъективная оценка важности ремонтных работ объектов, включенных в план, измеряемая в баллах. Перечисленные показатели с достаточной степенью полноты характеризуют цели типового технического университета.

Для получения оценочного профиля финансирования для заданного планового периода, т.е. анализа динамики расхождения требуемых и имеющихся денежных и трудовых ресурсов, предложена модель, имитирующая две предельные и одну промежуточную ситуации расстановки работ в рамках своих благоприятных периодов, а также использующая одну из гипотез оплаты работ: предоплата, оплата по завершению работ или 50%-ная предоплата [2]. Имитационная модель генерирования альтернатив-

ных планов ремонтных работ позволяет сформировать альтернативные множества расстановки работ, совместимых с финансовой точки зрения, т.е. удовлетворяющих заданным финансовым ограничениям в каждый месяц планового периода [2]. Для снижения количества вариантов перебора предложено использовать множества, полученные на предыдущем этапе, а в качестве схемы оптимизации выбран подход, принятый в жадных алгоритмах.

Формализованная постановка задачи выбора наилучших планов из множества, полученного на этапе генерирования, потребовала, прежде всего, формирования оценок каждого плана в пространстве критериев, отвечающих системе показателей, описанной выше. Большинство оценок можно сформировать на основании агрегирования оценок отдельных работ, входящих в план, а для оценивания рисков возникновения незапланированных работ и незавершения некоторых работ вследствие затягивания сроков выбраны простейшие модели равномерного распределения плотности вероятности внутри отрезка, заданного ЛПП.

Обобщенная модель выбора наилучшего плана в условиях разнотипных шкал измерения оценок альтернатив является симбиозом двух подходов: первоначального сужения множества альтернатив на основании построения и получения ядра графа отношения превосходства и дальнейшего ранжирования альтернатив на основании обобщенной целевой функции. В результате введения геометрической интерпретации индекса согласия в первом подходе [3] – известном как метод ELECTRE – получена модель, имеющая меньшую информационную сложность для ЛПП по сравнению с другими модификациями этого метода. Особенностью применения второго подхода является использование информации по критериям, не выбранным ЛПП в качестве основных.

Для реализации предложенных моделей сформировано информационное обеспечение автоматизи-

рованных рабочих мест экспертов и руководителей. Для этого сначала формализованы потоки данных, а далее разработаны логическая и физическая модель, последняя из которых ориентирована на СУБД Oracle. При разработке алгоритмического и программного обеспечения была решена задача разграничения доступа различных категорий пользователя к функциям подсистемы и стратам представления данных при помощи объектно-ориентированной технологии. Кроме того, были проанализированы различные схемы интерфейса пользователя и выбрана двухпанельная схема.

Тестирование подсистемы проводилось на двух задачах в рамках Национального аэрокосмического университета им. Н. Е. Жуковского «ХАИ»: 1) формирование эффективного плана работ на одной из кафедр в июле-октябре 2004 г.; 2) формирование эффективного плана работ в университете «ХАИ» на уже прошедший период второго-третьего кварталов 2004 г.

Входными данными для первой задачи были 54 заявки на работы, связанные с косметическим ремонтом аудиторий, заменой оконных рам, переоборудованием подсобных помещений, восстановлением лабораторных стендов, в том числе покупкой комплектующих. Длительность планового периода – 4 месяца, планируемые поступления на кафедру – приблизительно 1000 грн/мес. В результате автоматизированного анализа заявок получена интегральная величина прогнозируемого перерасхода средств на 12%, что составляет около 523 грн. Максимальная загрузка персонала при этом от 23 до 45 человек. План, рекомендуемый подсистемой и принятый в качестве рабочего на кафедре, имитирует ситуацию поздних сроков выполнения работ с 50%-ной предплатой, следовательно, временной риск такого плана велик, т.е. фактические даты работ можно корректировать только в сторону увеличения, а финансовый риск, учитывая, что недорасход средств составляет 700 грн, – наоборот, минимален.

Перед решением второй тестовой задачи была проанализирована динамика фактического выполнения работ в университете «ХАИ». В результате внесения выполненных за рассматриваемый период работ в качестве заявок, а также новых заявок и не выполненных работ получено множество из 432 заявок. Перерасход на этапе анализа оказался неприемлемым с точки зрения проректора по АФД, далее на этапе генерирования было получено 63 альтернативных плана. В качестве критериев эффективности была выбрана максимизация таких показателей, как социальная значимость, аудиторный фонд, хозяйственная значимость, субъективный приоритет, а также минимизация интегральной погрешности и двух типов рисков. По потерям эффективности в оставшихся показателях равнозначными оказались два плана, из которых ЛПП на основании графика загрузки персонала выбрал план, основанный на имитации средних сроков выполнения работ с предоплатой, поэтому временной и финансовый риски невелики, т.е. сроки можно корректировать как в сторону увеличения, так и уменьшения, а небольшой перерасход можно компенсировать за счет частичной предоплаты некоторых работ.

**Решение задачи поддержки выбора стратегии управления в финансовой сфере.** Рассматривается аспект внебюджетной деятельности, определяемый распределением входных внебюджетных финансовых потоков вуза по сформированным статьям расходов. В данном случае объект исследования ограничен процессом распределения внебюджетных средств вуза, поэтому будут рассмотрены функции управления, связанные с реализацией данного направления, а именно: поступление, хранение и использование внебюджетных средств.

На рис. 1 представлены функции управления, характеризующиеся множеством ограничений и многокритериальностью выбора при принятии решений и требующие информационно-аналитической поддержки при их реализации.

Функции прогноза и регулирования распределе-

ния внебюджетных средств являются наиболее сложными и трудоемкими с точки зрения принятия управленческих решений.

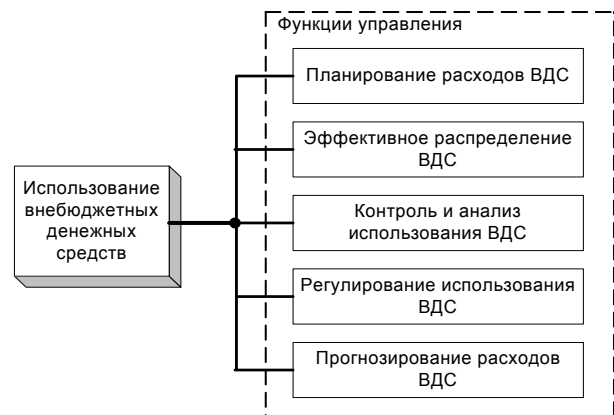


Рис. 1. Дерево задач управления при распределении внебюджетных средств вуза

Как показывают исследования, прогноз распределения внебюджетных средств строится на основании опыта и интуиции руководителя, что часто приводит к непредсказуемым последствиям и неэффективному управлению внебюджетной деятельностью, а принятие решений по регулированию распределения финансовых потоков представляет собой исследование набора цифр без выявления закономерностей их распределения. Поэтому для реализации функции распределения ВС необходима формализация этого процесса и разработка подсистемы информационной поддержки управления, обеспечивающей руководителя статической, текущей и прогнозной информацией о динамике распределения ВС.

На основании проведенного анализа разработана математическая модель процесса расходования внебюджетных средств вуза, учитывающая изменение внешних условий и задающих воздействий и позволяющая прогнозировать динамику внебюджетного расхода вуза в течение календарного года. Модель представляет собой описание процесса затрат в  $m$ -мерном пространстве состояний, где  $m$  – количество расходных статей вуза и содержит линейные уравнения второго порядка, сформированные матрицы и

вектора входных и выходных данных, допущения, ограничения и начальные условия процесса моделирования внебюджетного расхода. Выбор переменных состояния и порядок этих переменных определяется характером исследуемого процесса, его ограничениями, а также необходимостью отражения этим набором динамики системы, причем выбранные переменные состояния должны поддаваться количественному изменению.

Расходы по всем статьям затрат – управляемые и наблюдаемые величины, поэтому при переходе к матричной форме записи математическая модель принимает вид:

$$\begin{bmatrix} r_1[k+1] \\ \dots \\ r_i[k+1] \\ \dots \\ r_n[k+1] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_1[k] \\ \dots \\ r_i[k] \\ \dots \\ r_n[k] \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \beta_1[k] & \alpha_1[k] & \gamma_1[k] \\ \dots & \dots & \dots \\ \beta_i[k] & \alpha_i[k] & \gamma_i[k] \\ \dots & \dots & \dots \\ \beta_n[k] & \alpha_n[k] & \gamma_n[k] \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} U[k] \\ f_1[k] \\ f_2[k] \end{bmatrix};$$

$$\begin{bmatrix} z_1[k] \\ \dots \\ z_i[k] \\ \dots \\ z_n[k] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_1[k] \\ \dots \\ r_i[k] \\ \dots \\ r_n[k] \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где  $\beta_i$  – коэффициент, отражающий долю  $i$ -й статьи в общей сумме затрат в  $k$ -й момент времени;  $\alpha_i$  – коэффициент, отражающий изменение суммы затрат по  $i$ -й статье в результате изменения внешних условий, форс-мажорных обстоятельств в  $k$ -й момент времени;  $f[k]$  – измеренное значение возмущающего воздействия в  $k$ -й момент времени.

Полученные уравнения отражают динамику изменения расходования внебюджетных средств вуза как по отдельным статьям затрат, так и в целом. Атрибуты сформированной математической модели: начальные условия – нулевые, предполагается, что расходы в нулевой момент времени равны 0, так как в данный момент времени отсутствуют доходы; шаг дискретизации  $T_0 = 1$  мес; ограничения

$$\sum_{i=1}^n (\beta_i U[k] + \alpha_i f_1[k] + \gamma_i f_2[k]) \leq U[k], \sum_{i=1}^n \beta_i = 1;$$

диапазон изменения входных данных:  $0 \leq U[k] < D[k]$ , где  $D$  – верхний предел функции дохода в  $k$ -й момент времени; диапазон изменения выходных данных:  $0 \leq r[k] < U[k]$ ; оценочные значения коэффициентов определяются, исходя из субъективных предпочтений ЛПР, а также формальных изменений (например, при повышении стоимости компьютерной техники на 20% коэффициент, соответствующий этой статье, будет равен 1,2).

С использованием полученной математической модели сформированы алгоритмы работы компьютерной подсистемы, включающие в себя все действия, производимые ЛПР в процессе выбора наилучшего варианта динамики расходования внебюджетных средств: анализ ситуации ЛПР, заключающийся в предоставлении данных статистики и фактических данных о расходе внебюджетных средств текущего года; дальнейшее прогнозирование динамики внебюджетного расхода вуза с учетом стратегии, заданной ЛПР, с целью генерации множества возможных альтернатив; изменение вариантов прогноза с использованием переменных коэффициентов полученной модели; оценку этих альтернатив путем сравнения с заданной стратегией и выбор наилучшей из них с учетом предпочтений ЛПР [4]. Программное обеспечение подсистемы (рис. 2) разработано на языке Object Pascal с использованием средств проектирования Delphi. Подсистема позволяет в диалоговом режиме вводить и редактировать исходные данные, проводить эксперименты с моделью с целью получения прогнозных характеристик динамики процесса расходования внебюджетных денежных средств, обеспечивает возможность изменения самой стратегии и коэффициентов, отражающих управленческое воздействие, и просмотра результатов экспериментов в виде графиков. С использованием подсистемы осуществляется информационная поддержка управления процессом распределения ВС вуза путем предоставления вариантов управленческих решений

ЛПР для дальнейшей оценки и выбора на основании его субъективных предпочтений.

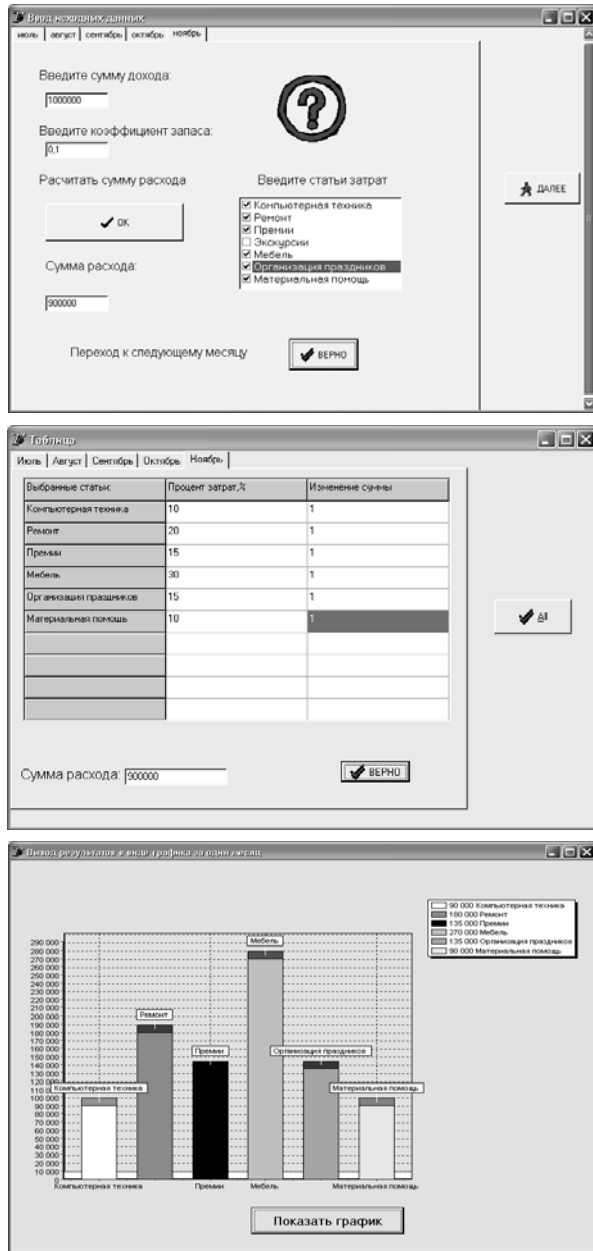


Рис. 2. Экранные формы подсистемы

### Заключение

Разработанные средства поддержки выбора управленческих стратегий в финансовой и хозяйственной деятельности позволяют проводить оперативный анализ результатов управленческих воздействий на основании ретроспективных, оперативных и прогнозных данных, а также определять наилучшие решения из множества альтернатив на основании формализованных критериев выбора и показа-

телей качества решений с учетом субъективных оценок и предпочтений руководителя. Использование дополнительных методов аналитической поддержки при выборе решений, реализованных в виде подсистем в информационной системе управления административно-финансовой деятельности университета, позволяет повысить качество управления, оперативность и научную обоснованность принимаемых решений.

*Разработка проводится при поддержке гранта Президента Украины (договор Ф8/348-2004).*

### Литература

1. Кривцов В.С., Кулик А.С., Нечипорук Н.В., Чухрай А.Г., Пищухина О.А., Мирная Е.В. Информационно-аналитическое обеспечение управления административно-финансовой деятельностью вуза. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т „ХАИ”. – 2003. – 265 с.
2. Мирная Е.В. Имитационные модели анализа и генерирования альтернативных планов ремонтных работ в вузе // Вісник Харківського нац. ун-ту. Серія „Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління”. – Х.: ХНУ. – 2004. – № 629. – С. 159 – 164.
3. 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.
4. Пищухина О.А., Завгородний А.Ю. Информационно-аналитическое обеспечение управления расходованием внебюджетных средств вуза // Системний аналіз та інформаційні технології. – К.: НТУУ КПІ. – 2005. – С. 212.

*Поступила в редакцию 27.09.2005*

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Н.В. Шаронова, Национальный политехнический университет «ХПИ», Харьков.