

## АНАЛИТИЧЕСКИЕ ПРОГНОЗЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

**О.А. СОСНОВСКИЙ, Э.М. ДУНЬКО**

### ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ВУЗА

Повышению эффективности процессов управления вузом способствует автоматизация процессов управления, а именно создание и эксплуатация корпоративной информационной системы (КИС). В условиях автоматизации действенность этих процессов напрямую зависит от эффективности самой КИС [1].

Различия в подходах к оценке эффективности КИС вуза и, следовательно, в выборе критериев и показателей предопределяют необходимость совершенствовать методическое обеспечение оценки и повышать достоверность проводимых расчетов [2]. Это предусматривает упорядочение процедур проведения оценки, повышение уровня организации элементов оценки, целевой направленности в формировании ее результатов. Причем результирующая оценка должна быть комплексной и системной.

**Описание модели оценки эффективности КИС вуза.** В общем случае в процессе оценки эффективности КИС вуза предлагается выделить 2 этапа — подготовка оценки и проведение оценки эффективности системы.

На первом этапе осуществляется методическое и организационно-техническое обеспечение оценки. В [3] описана модель подготовки оценки эффективности КИС вуза, реализация которой позволяет выявить критические области в управлении учреждением образования, разработать общий список требований к КИС, определить множество факторов, обеспечивающих их выполнение, провести их классификацию и разработать систему частных показателей этой оценки.

Важной задачей является создание модели проведения комплексной оценки эффективности КИС вуза и ее практическая реализация. Концептуально такая модель представлена на рис. 1.

Каждый блок модели имеет свою детализацию.

**Блок 1. Определение частных показателей эффективности ( $\mathcal{E}_{ijk}$ ).** В зависимости от полноты информации о системе управления вуза и его КИС, возможности мониторинга состояния процессов разработки и создания системы, а также результатов ее функционирования предлагается две методики определения частных показателей оценки.

*Первая методика* связана с подбором и расчетом показателей, отражающих масштабы и сроки работ по созданию КИС вуза, структуру ее затрат, качество проекта, эксплуатационные характеристики, использование ресурсов и средств

---

*Олег Анатольевич СОСНОВСКИЙ, кандидат технических наук, проректор Белорусского государственного экономического университета;*

*Элеонора Михайловна ДУНЬКО, соискатель Белорусского государственного экономического университета.*

КИС, экономические, социальные и технологические результаты, получаемые вузом и обществом в целом от применения средств КИС вуза и т.п. В основу блока 1 положены показатели и методы их расчета, представленные в [4–6]. Исследования показали, что подобная методика может применяться в условиях тщательного анализа бизнес-процессов вуза, результатов его деятельности и мониторинга процессов автоматизации на протяжении всего жизненного цикла (ЖЦ) КИС вуза.

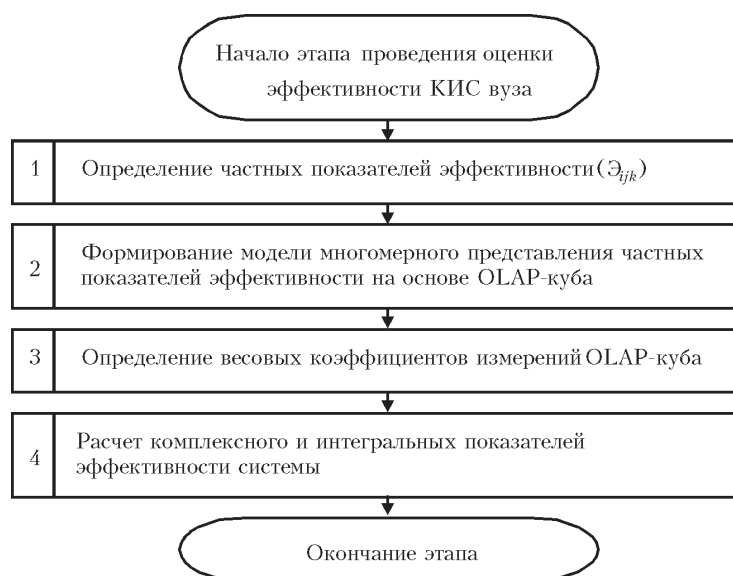


Рис. 1. Модель проведения оценки эффективности КИС вуза

*Вторая методика* основана на моделировании отношений, существующих между факторами и источниками эффективности КИС вуза и поиском обобщенных форм их количественного выражения. Рассмотрим эту методику подробнее. В ее основу положены методы экспертных оценок [7–9].

Под частным показателем ( $\mathcal{E}_{ijk}$ ) будем понимать конкретное числовое значение ( $0 \leq \mathcal{E}_{ijk} \leq 1$ ) эффективности КИС вуза по конкретной составляющей в рамках выбранного направления автоматизации на определенной стадии ЖЦ системы [3], получаемое методом экспертных оценок. При этом:

$i$  – индекс показателя, характеризующий технологическую, социальную или экономическую составляющую эффективности ( $i = 1, I$ );

$j$  – индекс показателя, характеризующий вид деятельности вуза, подлежащий автоматизации (учебно-воспитательный комплекс (УВК), научно-исследовательский комплекс (НИК), административно-хозяйственный комплекс (АХК) ( $j = 1, J$ );

$k$  – индекс показателя, характеризующий стадию ЖЦ системы (разработка, внедрение, эксплуатация) ( $k = 1, K$ ).

Частный показатель эффективности имеет три значения:  $\mathcal{E}_{ijk}^T$  – заданный (требуемый) уровень;  $\mathcal{E}_{ijk}^D$  – фактически достигнутый уровень на момент оценки;  $\mathcal{E}_{ijk}^P$  – результат сравнения фактически достигнутого уровня с требуемым уровнем эффективности.

*Требуемый уровень* показателя определяется заказчиком (вузом) или в соответствии с принятыми стандартами в области создания систем подобного класса. В такой постановке за количественное выражение требуемого уровня частного показателя эффективности КИС вуза предлагается принять показатель, отражающий обеспеченность установленных требований к системе необходимыми факторами. Например, для технологической составляющей в учебно-воспитательном комплексе на стадии разработки необходимыми факторами являются наличие технических заданий на разработку подсистем кафедры, деканата, диспетчерской службы и т.д.

Для нахождения требуемого уровня  $\mathcal{E}_{ijk}$  каждым из  $R$ -экспертов заполняется матрица предпочтений (табл. 1).

Таблица 1. Матрица предпочтений

Требования эффективности	Факторы, обеспечивающие выполнение требований эффективности					
	$F_{1ijk}$	$F_{2ijk}$	...	$F_{mijk}$	...	$F_{Mijk}$
$Y_{1ijk}$	$P_{11ijk}$	$P_{12ijk}$	...	$P_{1mijk}$	...	$P_{1Mijk}$
...	...	...	...	...	...	...
$Y_{nijk}$	$P_{n1ijk}$	$P_{n2ijk}$	...	$P_{nmijk}$	...	$P_{nMijk}$
...	...	...	...	...	...	...
$Y_{Nijk}$	$P_{N1ijk}$	$P_{N2ijk}$	...	$P_{Nmijk}$	...	$P_{NMijk}$

В самом простом случае каждый элемент табл. 1 имеет значение:

$$P_{nmijk} = \begin{cases} 1, & \text{если фактор } m \text{ будет обеспечивать выполнение требования } n; \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases} \quad (1)$$

где  $n = \overline{1, N}$ ;  $m = \overline{1, M}$ ;  $N, M$  — максимальное количество требований и факторов соответственно.

При необходимости учета степени обеспеченности определенного требования соответствующим фактором вводится шкала предпочтений  $P_{nmijk} \in [0, 1]$ .

Далее вычисляется усредненное мнение экспертов по обеспечению  $n$ -го требования  $m$ -м фактором:

$$\xi_{nmijk} = \frac{\sum_{r=1}^R P_{rnmijk}}{R}. \quad (2)$$

Следует отметить, что согласно теории измерений итоговая оценка мнений экспертов может определяться как медиана индивидуальных оценок (при четном числе членов экспертной группы — как правая медиана) [10].

Требуемый уровень каждого частного показателя ( $\mathcal{E}_{ijk}^T$ ) определяется как

$$\mathcal{E}_{ijk}^T = \frac{\sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M \xi_{nmijk}}{NM}. \quad (3)$$

Индексы  $i, j, k$  могут меняться в достаточно широких пределах, но с учетом предложенной в [3] модели принимаем, что  $I = J = K = 3$ .

Достигнутый уровень частного показателя эффективности ( $\mathcal{E}_{ijk}^D$ ) определяется построением матриц соответствия вышеописанным способом для конкретного варианта КИС (ее подсистемы):

$$\mathcal{E}_{ijk}^D = \frac{\sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M \eta_{nmijk}}{NM}, \quad (4)$$

где  $i, j, k = \overline{1, 3}$ ;  $\eta_{nmijk}$  — усредненное мнение экспертов по фактическому выполнению  $n$ -го требования  $m$ -м фактором.

Подчеркнем, что полученная экспертная оценка требуемого и достигнутого уровня частных показателей эффективности является качественной оценкой.

Результирующее значение каждого частного показателя эффективности ( $\mathcal{E}_{ijk}^P$ ) определяется по формуле

$$\mathfrak{E}_{ijk}^p = \begin{cases} 1, & \text{если } \mathfrak{E}_{ijk}^d \geq \mathfrak{E}_{ijk}^t; \\ 0, & \text{если } \mathfrak{E}_{ijk}^d < \mathfrak{E}_{ijk}^t. \end{cases} \quad (5)$$

## Блок 2. Формирование многомерного представления частных показателей эф-

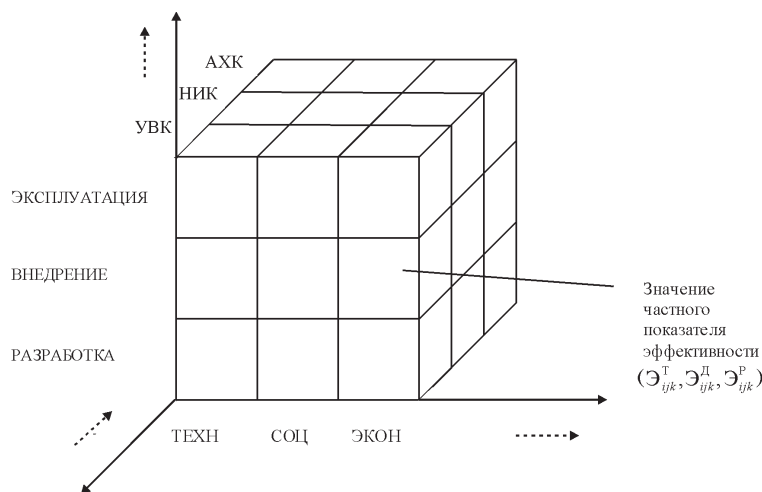


Рис. 2. OLAP-куб представления результатов проведения оценки: стрелками показаны направления агрегации

**эффективности на основе OLAP-куба.** Полученные значения требуемого, достигнутого и результирующего частных показателей эффективности системы по всем составляющим оценки, направлениям автоматизации и стадиям ЖЦ КИС предлагается хранить в виде многомерной модели данных на основе OLAP-кубов [11].

Модель хранения и представления многомерных данных (рис. 2) позволяет применить эффективный механизм их агрегации для построения обобщающих (интегральных) и комплексного показателей эффективности КИС вуза.

Основными структурными элементами предлагаемой многомерной модели данных являются представленные в табл. 2 показатели, измерения, объекты измерения.

Таблица 2. Структура многомерной модели данных оценки эффективности КИС вуза

Структурный элемент	Сущность элемента	Обозначение
Показатель 1	Заданный (требуемый) уровень частного показателя эффективности	$\mathfrak{E}_{ijk}^t$
Показатель 2	Достигнутый уровень частного показателя эффективности	$\mathfrak{E}_{ijk}^d$
Показатель 3	Результирующее значение частного показателя эффективности	$\mathfrak{E}_{ijk}^p$
Измерение 1	Составляющие оценки	$i$
Измерение 2	Направления автоматизации вузовской деятельности	$j$
Измерение 3	Стадии ЖЦ системы	$k$
Объекты измерения 1	Технологическая, социальная, экономическая эффективность	ТЕХН, СОЦ, ЭКОН
Объекты измерения 2	Комплексы вузовской деятельности	УВК, НИК, АХК
Объекты измерения 3	Разработка, внедрение, эксплуатация КИС вуза	РАЗРАБОТКА, ВНЕДРЕНИЕ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ

Измерения играют роль индексов, используемых для идентификации значений показателей, находящихся в ячейках OLAP-куба. Комбинации членов различных измерений играют роль координат, которые определяют значение того или иного показателя (рис. 2).

Следует отметить, что логический список измерений может расширяться, а их структура (объекты) детализироваться.

### Блок 3. Определение весовых коэффициентов измерений OLAP-куба.

Для повышения уровня объективности оценок экспертами определяются весовые коэффициенты объектов измерений OLAP-куба:  $\alpha_i$  — для объектов измерения 1;  $\beta_j$  — для объектов измерения 2;  $\gamma_k$  — для объектов измерения 3:

1) каждый эксперт ранжирует составляющие оценки эффективности по убыванию их значимости для оценки эффективности КИС вуза;

2) на основании ранжировки по шкале Фишберна [10] определяется вес  $\alpha_i$  (или соответственно  $\beta_j$  и  $\gamma_k$ ) объектов измерений куба, учитывая ранжировку каждого эксперта:

$$\alpha_{ir} = \frac{2(I - n_{ir} + 1)}{I(I + 1)}, \quad (6)$$

где  $n_{ir}$  — номер  $i$ -го объекта измерения 1 в ранжировке  $r$ -го эксперта  $r = \overline{1, R}$ , причем  $\sum_{i=1}^I \alpha_{ir} = 1$ ;

3) по методу медианы Кемени [10] определяется итоговый весовой коэффициент составляющих оценок эффективности. Метрикой в пространстве ранжировок принято расстояние Евклида;

4) при помощи коэффициента конкордации Кендалла [10] оценивается согласованность мнений экспертов.

**Блок 4. Расчет комплексного и интегральных показателей эффективности системы.** *Комплексным показателем* оценки эффективности будем называть агрегированный показатель, отражающий уровень эффективности КИС вуза по всем составляющим оценки, направлениям автоматизации вузовской деятельности и всем стадиям ЖЦ системы.

*Интегральным (обобщающим)* показателем будем называть агрегированный показатель, отражающий эффективность каждого измерения OLAP-куба и различной комбинации объектов измерений. Интегральные показатели могут формироваться по различным группам частных показателей в результате срезов OLAP-куба при заданных значениях  $i, j, k$ .

В зависимости от цели и намеченной контрольной точки оценки из многомерного куба выбираются частные показатели (группы частных показателей), которые затем подлежат линейной свертке в интегральный или комплексный показатель.

В качестве оператора агрегации для получения комплексного и интегральных показателей эффективности КИС вуза предлагается использовать аддитивную свертку частных показателей эффективности, попавших в соответствующий срез OLAP-куба. Общий вид комплексного показателя эффективности:

$$\Theta = \frac{\sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I \Theta_{ijk}^p}{IJK}. \quad (7)$$

В случае нахождения интегрального показателя эффективности  $\Theta_{\text{инт}}$  в числителе формулы (7) ставится сумма значений элементов (частных показателей) в соответствующем срезе, а в знаменателе — их количество.

Для *сравнительной* оценки различных вариантов КИС предлагается использовать комплексный показатель:

$$\Theta_{\text{сп}} = \frac{\sum_{k=1}^K \gamma_k \sum_{j=1}^J \beta_j \sum_{i=1}^I \alpha_i \Theta_{ijk}^{\text{Д}}}{IJK}, \quad (8)$$

где  $\sum_{k=1}^K \gamma_k = 1$ ,  $\sum_{j=1}^J \beta_j = 1$ ,  $\sum_{i=1}^I \alpha_i = 1$ .

Для получения сравнительных оценок интегральных показателей в формуле (8) свертка формируется только по тем частным показателям, которые вхо-

дят в срез в соответствии с уровнем иерархии. Например, для интегрального показателя эффективности эксплуатации подсистем КИС вуза в НИК (срез

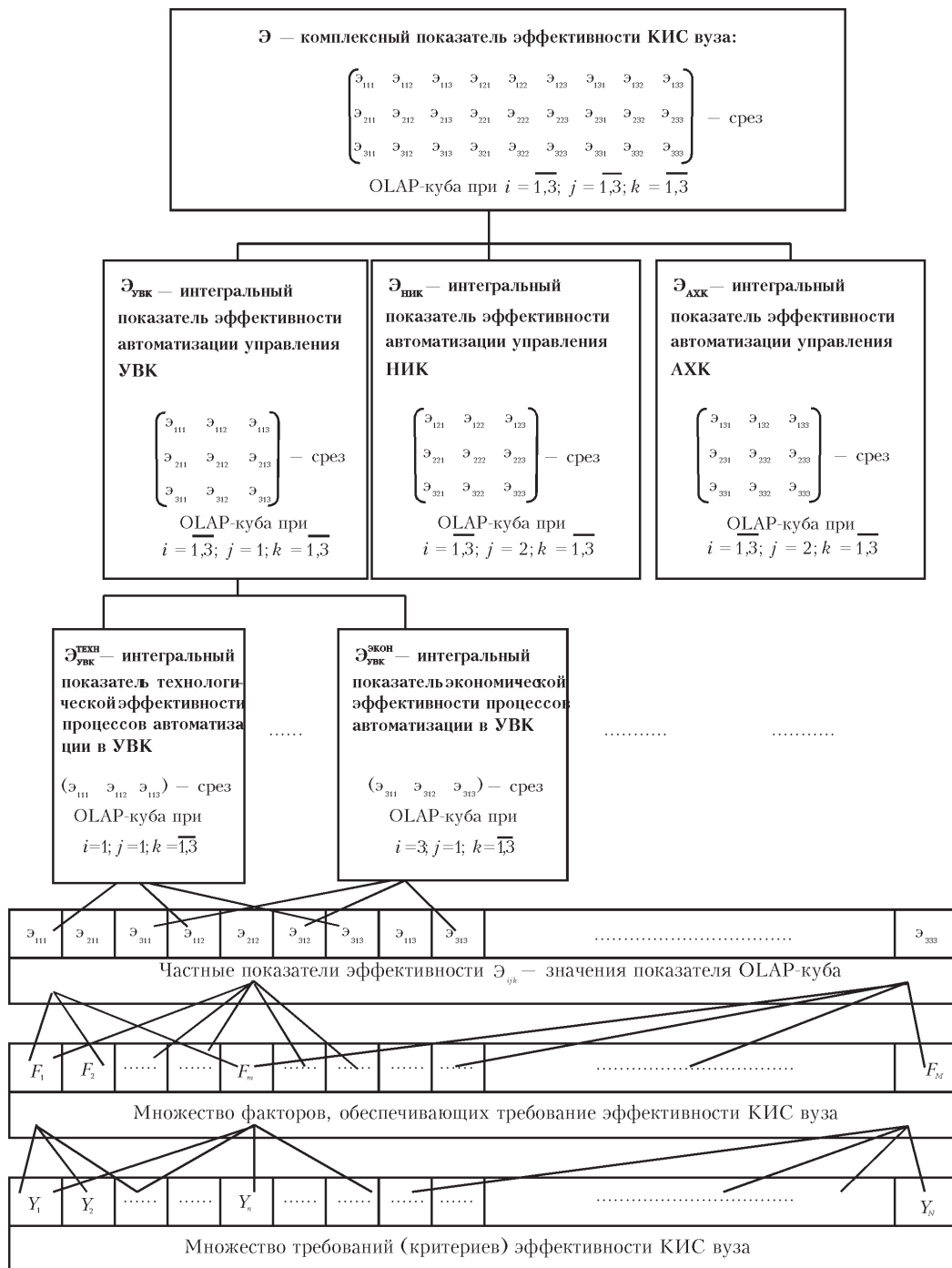


Рис. 3. Логическое дерево вывода комплексного и интегральных показателей эффективности КИС вуза

OLAP-куба при  $i = \overline{1,3}; j = \overline{2}; k = \overline{3}$ ) значение интегрального показателя опре-

деляется по формуле  $\mathcal{E}_{\text{НИК}}^{\text{ЭКСП}} = \frac{\mathcal{E}_{123} + \mathcal{E}_{223} + \mathcal{E}_{323}}{3}$ , а сравнительная оценка –

$$\text{по формуле } \mathcal{E}_{\text{ср(НИК)}}^{\text{ЭКСП}} = \frac{\sum_{i=1}^3 \alpha_i \mathcal{E}_{i23}^{\text{Д}}}{3}.$$

На рис. 3 приведено логическое дерево для вывода комплексного и некоторых интегральных показателей эффективности.

Пример расчета комплексного показателя эффективности КИС вуза ( $\mathcal{E}$ ), а в разрезе направлений автоматизации интегральные показатели  $\mathcal{E}_{\text{УВК}}$ ,  $\mathcal{E}_{\text{НИК}}$ ,  $\mathcal{E}_{\text{АХК}}$ , а также комплексный сравнительный показатель ( $\mathcal{E}_{\text{ср}}$ ), а в разрезе направлений автоматизации интегральные сравнительные показатели  $\mathcal{E}_{\text{ср(УВК)}}$ ,  $\mathcal{E}_{\text{ср(НИК)}}$ ,  $\mathcal{E}_{\text{ср(АХК)}}$  представлены в сводной табл. 3.

**Таблица 3. Рассчитанные показатели эффективности КИС вуза**

Направления автоматизации >> Интегральный показатель	УВК	НИК	АХК	Комплексный показатель	
				$\mathcal{E}$	$\mathcal{E}_{\text{ср}}$
$\mathcal{E}_{\text{инт}}$	0,5556	0,4444	0,4447	0,4815	–
$\mathcal{E}_{\text{инт(ср)}}$	0,7214	0,5126	0,5514	–	0,5951

Расчеты проводились с помощью табличного процессора MS Excel и усовершенствованного механизма сводных таблиц Pivot Table.

Таким образом, в статье предложена модель проведения оценки эффективности КИС вуза, позволяющая получить как количественные, так и качественные показатели оценки.

Многомерное представление данных в виде OLAP-кубов позволяет применить эффективный механизм агрегации частных показателей для их комплексного и интегрального значения.

Предложенная модель дает возможность оценить эффективность системы в целом и сравнить различные варианты автоматизации управления вузовской деятельностью.

### Литература и электронные публикации в Интернете

1. *Васильев, В.Н.* Модели управления вузом на основе информационных технологий / В.Н. Васильев. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2000.
2. *Сосновский, О.А.* Методические основы оценки эффективности корпоративной информационной системы вуза / О.А. Сосновский, Э.М. Дунько // Белорус. экон. журн. – 2008. – □ 2. – С. 94–104.
3. *Сосновский, О.А.* Эффективность корпоративной информационной системы вуза: модель подготовки оценки / О.А. Сосновский, Э.М. Дунько // Весн. Беларус. дзярж. экан. ун-та. – 2008. – □ 6. – С. 41–47.
4. *Коваленко, В.Е.* Методические указания по расчету экономической эффективности АСУ вуз / В.Е. Коваленко, Е.А. Ремизова, В.Г. Попова. – М.: НИИВШ, 1982.
5. Эффективность применения АСУ в вузах. – Минск: БелНИИИТИ, 1975.
6. *Ткалич, Т.А.* Расчет ожидаемых эффектов внедрения информационной системы / Т.А. Ткалич // Проблемы упр. – 2006. – □ 1(18). – С. 137–141.
7. *Домарев, В.В.* Безопасность информационных технологий: методология создания систем защиты / В.В. Домарев. – Киев: ТИД «ДС», 2001.
8. *Ротштейн, А.П.* Прогнозирование надежности алгоритмических процессов при нечетких исходных данных / А.П. Ротштейн, С.Д. Штовба // Кибернетика и систем. анализ. – 1998. – □ 4. – С. 85–93.
9. *Чернов, В.Г.* Модели поддержки принятия решений в инвестиционной деятельности на основе аппарата нечетких множеств / В.Г. Чернов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007.
10. *Литвак, Б.Г.* Экспертная информация. Методы получения и анализа / Б.Г. Литвак. – М.: Радио и связь, 1982.
11. *Хрусталева, Е.М.* Агрегация данных в OLAP-кубах / Е.М. Хрусталева // Технологии корпоратив. упр. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.iteam.ru/publications/it/section\\_92/article\\_1759/](http://www.iteam.ru/publications/it/section_92/article_1759/). – Дата доступа: 20.02. 2009.
12. *Агранович, Б.Л.* Системный анализ деятельности и разработка проектных решений по автоматизации управления вузом / Б.Л. Агранович, И.П. Чучалин, В.З. Ямпольский. – М.: НИИВШ, 1985. – С. 5–14.