ISSN 1561-4212. «ВЕСТНИК ВКГТУ» № 3, 2010.

УДК 681.3.06

О.Е. Бакланова
ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМА ОКТОДЕРЕВЬЕВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ОКРУГЛЕНИЯ ЦВЕТА ПРИ ОБРАБОТКЕ ЦВЕТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

В работе предлагается алгоритм округления цветов до заданной палитры на основе метода октодеревьев. Данный метод позволяет строить рекурсивные структуры по принципу оглавления в книге, что обеспечивает быстрый поиск «ближайшего» цвета.

Термин «октодерево» используется для описания классических структур иерархических данных, общее свойство которых заключается в том, что они основаны на принципе рекурсивного разбиения пространства [1, 2]. В нашем случае, этими данными являются цветовые компоненты.

Рассмотрим трехмерную декартову систему координат и свяжем ее с интенсивностями цветовых компонент (красной, зеленой, синей) для цветного изображения. Тогда каждый целочисленный вектор $P = (r, g, b)$, связанный с цветовыми компонентами, будет лежать в трехмерном кубе

$$\Omega = [0,63]\cdot[0,63]\cdot[0,63].$$

Пусть

$$\Pi = \{P_i = (r_i, g_i, b_i), i = 1,2,...,256\}$$

некоторая палитра, при этом каждая точка P_i расположена внутри куба Ω, где r_i, g_i, b_i - целые. Палитра П образует в Ω некоторое «хаотическое» множество точек, и наша цель – организовать быстрый алгоритм поиска ближайшей точки $Pi \in \Pi$ для произвольной вещественной точки $Q=(x,y,z)$, которая лежит внутри куба Ω или вне его.

Давайте выполним трехмерные бисекции куба Ω, т.е. уложим внутрь восемь равных кубов - октантов Ω_i, i = 0,1,...,7. Если некоторый октант Ω_i не содержит ни одной точки из палитры П, мы назовем его «белым», если содержит одну точку из П тогда этот октант - «черный», в противном случае этот октант назовем «серым». На следующем шаге опять выполним трехмерную бисекцию только серых октантов Ω_{i1}, Ω_{i2}, …, Ω_{is} и получим белые-черные-серые подоктанты $\Omega i_k j$, $к$ = 1, 2,..., s, j= 0,1,..., 7. Затем опять возьмем только серые октанты и повторим эту процедуру. В результате этого процесса мы получаем черно-белую структуру кубов без серого цвета. В каждом черном кубе расположена только одна точка палитры П, а белые кубы - пустые.

Для идентификации возникающих при таком делении блоков составляется так называемый октокод - это когда к номеру октанта дописывается номер подоктанта и т.д. Таким образом, для каждой точки палитры Р, мы имеем некоторое составное число подходящего черного куба $\left(q_{k_1}^{(i)}, q_{k_2}^{(i)}, \ldots, q_{i_1}^{(i)}\right)$, где $0 \le q_j^{(i)} \le 7$, $j = 1,2,\ldots,k_i$,

$1 \le k_i \le 6$ (*т.к.* $64 = 2^6$), $i = 1,2,...,256$. Этот целый вектор является октокодом точки.

Следующий шаг алгоритма связан с переструктурированием таблицы октокодов, так как необходимо организовать быстрый поиск в этой таблице. Переструктурирование таблицы выполняется для того, чтобы организовать структуру, подобную той, которая организуется при составлении оглавления в книге, или, более точно, в словаре. Для этого, естественно, сначала нужно организовать лексико-графическое упорядочивание октокодов в таблице, а затем организовать специальную рекурсивную структуру как «содержание в содержании в содержании...». После построения такой модифицированной таблицы октокодов мы можем начать процесс цветового округления.

Пусть $P = (x,y,z)$ - некоторый вещественный вектор. Во-первых, мы преобразуем его в вектор $P' = (x', y', z')$ по правилу

$$x' = \min(63, \max(0, x)),$$
$$y' = \min(63, \max(0, y)),$$
$$z' = \min(63, \max(0, z)).$$

Ясно, что P' лежит внутри куба Ω. После этого мы вычислим полный октокод $(q_1, q_2,\ldots, q_6)$ длины шесть для точки P', $0 \le q_i \le 7$, i=1, 2,…,6. Если в таблице нет октокода с q_i в первой позиции (маловероятный, но возможный случай!), нам необходимо сравнить расстояния (например, в равномерной норме) между P' и каждой точкой палитры и выбрать минимум (дорогая, но редкая операция!). Если октокоды с q_1 в первой позиции содержатся в таблице, мы ищем среди них октокоды с q_2 во второй позиции и т.д. Пусть для произвольного числа s возникла такая ситуация, что октокоды типа $(q_1, q_2,\ldots, q_s)$ есть в таблице, но нет октокодов типа $(q_1, q_2,\ldots, q_s, q_{s+1}, *,\ldots,*)$. Тогда поисковая операция заканчивается, и мы определяем ближайшую точку в палитре среди точек с $q_1, q_2,\ldots, q_s$ в позициях 1,2,..., s. Возможен случай, где s = 6, и в этой ситуации мы полностью идентифицируем точку, так как $(q_1, q_2,\ldots, q_6)$ имеется в таблице.

Если мы выполняем некоторую разумную обработку исходного изображения, тогда, чаще всего, палитра П будет не очень «далека» от полученного цветовоспроизведения картины. Поэтому нам придется выполнять только несколько сравнений расстояний на последнем шаге.

Список литературы

1. Samet H. Implementing Ray Tracing with Octrees and Neighbor Finding .- Computer and Graphics, 1989. - vol.13. - N4, p.445-460.
2. Samet H. The Quadtree and Related Hierarhical Data Structures.-ACM Comput. Surveys, 1984, vol.16. - N2, P.187-260.
3. Baklanova O.E., Vasilenko V.A. Colour- roundoff via octree algorithm.- NCC Bulletin, series «Computer Sciences», 1993, issue 1.-NCC Publisher. – Novosibirsk. – P. 1-4.

Получено 21.07.10

ISSN 1561-4212. «ВЕСТНИК ВКГТУ» № 3, 2010.

УДК 539.3

Г.Е. Берикханова
Семипалатинский государственный педагогический институт, г. Семей

МОДЕЛЬ КОЛЕБАНИЙ ПЛОСКОЙ ПЛАСТИНЫ РАЗЛИЧНОЙ ГЕОМЕТРИИ ПРИ НАЛОЖЕНИИ ТОЧЕЧНЫХ СВЯЗЕЙ

Во многих отраслях техники широко применяются оболочечные и пластинчатые конструкции. Поэтому методы математического описания динамических задач с точечными связями имеют большое прикладное значение. В динамических задачах точечные связи существенным образом влияют на все динамические характеристики пластины или оболочки – на спектр собственных частот, формы собственных колебаний, резонансные частоты и амплитуды и т.д., что в последнее время становится все более актуальным.

Рассматривается плоская пластина $\Omega \subset R^2$. Вынужденные поперечные колебания пластины описываются уравнением:

$$D\Delta^2 u(x,y,t) = \rho h \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + P(x,y,t); \ (x,y) \in \Omega, t > 0. \quad (1)$$

При этом на внешней границе Ω ставятся граничные условия. К примеру, если внешняя граница задана, то

$$W\Big|_{\Omega} = 0, \qquad \frac{\partial W}{\partial n}\Big|_{\partial\Omega} = 0, \quad (2)$$

где $\dfrac{\partial}{\partial n}$ - производная по внешней нормали.

Такие колебания хорошо изучены. Наша цель: изучить колебания пластины, когда накладываются точечные связи:

- упругие точечные связи во внутренних точках;
- точечные сосредоточенные массы во внутренних точках;
- точечные опоры из защемления в некотором направлении.

В этом случае уравнение (1) нарушается в тех точках, где накладываются точечные связи. Спрашивается: в таком случае, какие соотношения должны выполняться в этих точках?

Одним из основных результатов исследований является описание колебаний плоской прямоугольной пластины Ω при наложении точечных связей вышеуказанных видов. Мы предъявляем математическую модель колебаний плоской прямоугольной пластины Ω с учетом точечных связей. Заметим, что в этом случае дифференциальное уравнение (1) выполняется не во всех точках Ω. Тем самым уравнение (1) приходится исследовать в многосвязной области, то есть в области Ω, из которой удалены точки, где наложены точечные связи.

Итак, дифференциальное уравнение (1) выполняется в области Ω, из которой удалены отдельные изолированные точки $\Omega \setminus \bigcup_{q=1}^{Q}(x^q, y^q) \bigcup_{l'=1}^{L'}(x^{l'}, y^{l'}) \bigcup_{s=1}^{S}(x^s, y^s)$.

Пусть $\left(x^q, y^q\right)$ - означает точку, к которой присоединена сосредоточенная масса M_q. Тогда в этой точке должно выполниться условие

$$M_q \left.\frac{\partial^2 W}{\partial t^2}\right|_{\left(x^q, y^q\right)} - 2D(1-\nu)\left(\left.\frac{\partial^2 W}{\partial x \partial y}\right|_{x^q-0,y^q-0} - \left.\frac{\partial^2 W}{\partial x \partial y}\right|_{x^q-0,y^q+0} - \left.\frac{\partial^2 W}{\partial x \partial y}\right|_{x^q+0,y^q-0} + \left.\frac{\partial^2 W}{\partial x \partial y}\right|_{x^q+0,y^q+0}\right) = 0, \quad (3)$$

причем надо считать, что $W(x,y,t), \dfrac{\partial W(x,y,t)}{\partial x}, \dfrac{\partial W(x,y,t)}{\partial y}$ непрерывны в точке $\left(x^q, y^q, t\right)$.

Пусть $\left(x^{l'}, y^{l'}\right)$ означает точку, где наложена точечная упругая связь с коэффициентом жесткости $C^{l'}$. Тогда в этой точке должно выполниться условие

$$C^{l'} W\left(x^{l'}, y^{l'}, t\right) - 2D(1-\nu)\left(\left.\frac{\partial^2 W}{\partial x \partial y}\right|_{x^{l'}-0,y^{l'}-0} - \left.\frac{\partial^2 W}{\partial x \partial y}\right|_{x^{l'}-0,y^{l'}+0} - \left.\frac{\partial^2 W}{\partial x \partial y}\right|_{x^{l'}+0,y^{l'}-0} + \left.\frac{\partial^2 W}{\partial x \partial y}\right|_{x^{l'}+0,y^{l'}+0}\right) = 0 \quad (4)$$

причем считаем, что $W(x,y,t), \dfrac{\partial W(x,y,t)}{\partial x}, \dfrac{\partial W(x,y,t)}{\partial y}$ непрерывны в точке $\left(x^{l'}, y^{l'}, t\right)$.

Пусть $\left(x^s, y^s\right)$ означает точку, которая жестко закреплена. Тогда в этой точке должны выполняться условия

$$\begin{cases} \left(\left.\dfrac{\partial^2 W}{\partial x \partial y}\right|_{x^s-0,y^s-0} - \left.\dfrac{\partial^2 W}{\partial x \partial y}\right|_{x^s-0,y^s+0} - \left.\dfrac{\partial^2 W}{\partial x \partial y}\right|_{x^s+0,y^s-0} + \left.\dfrac{\partial^2 W}{\partial x \partial y}\right|_{x^s+0,y^s+0}\right) = 0, \\ W\left(x^s, y^s\right) = 0 \quad (s = 1,\dots,S), \end{cases} \quad (5)$$

причем считаем, что $W(x,y,t)$ непрерывна в точке $\left(x^s, y^s, t\right)$.

На внешней границе, по-прежнему, считаем выполненными условия (2).

Кратко остановимся на выводе указанных точечных условий. Они получены на основе вариационного принципа точно так же, как получаются уравнения Эйлера-Лагранжа для функционала Остроградского-Гамильтона. Только учтено то, что производные функции $W(x,y,t)$ порядка 2 и выше могут иметь разрывы в тех точках, где наложены точечные связи. То есть класс варьируемых функций будет несколько другим, чем в стандартном курсе теории упругости [1].

Следующим по важности результатом исследований является доказательство разрешимости полученных многоточечных задач.

Теперь рассмотрим данную задачу для пластины круглой формы $\Omega = \left\{(x,y) : x^2 + y^2 < 1\right\}$ и считаем, что $W(x,y,t)$ не зависит от времени. Тогда задача примет вид:

$$\Delta^2 W = P(x,y), \qquad (x,y) \in \Omega - \left\{x_0, y_0\right\} \quad (6)$$

с граничными условиями на внешней границе,

$$W\big|_{\partial\Omega} = 0, \qquad \left.\frac{\partial W}{\partial n}\right|_{\partial\Omega} = 0, \quad (7)$$

причем во внутренней точке $\left(x_0, y_0\right)$ пластина упруго оперта

$$C_0W(x_0,y_0)-2D(1-\nu)\left(\left.\frac{\partial^2W}{\partial x\partial y}\right|_{x_0-0,y_0-0}-\left.\frac{\partial^2W}{\partial x\partial y}\right|_{x_0-0,y_0+0}-\left.\frac{\partial^2W}{\partial x\partial y}\right|_{x_0+0,y_0-0}+\left.\frac{\partial^2W}{\partial x\partial y}\right|_{x_0+0,y_0+0}\right)=0, \quad (8)$$

где $P(x,y)$ - внешнее воздействие, C_0 - жесткость точечной упругой опоры.

При этом считаем, что $W(x,y),\dfrac{\partial W(x,y)}{\partial x}$ и $\dfrac{\partial W(x,y)}{\partial y}$ непрерывны в точке (x_0,y_0). В работе [2] в явном виде выписана функция Грина задачи Дирихле в круге

$$\Delta^2U=P(x,y), \qquad (x,y)\in\Omega=\{(x,y):x^2+y^2<1\}, \quad (9)$$

$$U|_{\partial\Omega}=0, \qquad \left.\frac{\partial U}{\partial n}\right|_{\partial\Omega}=0, \qquad (x,y)\in\partial\Omega=\{(x,y):x^2+y^2=1\}. \quad (10)$$

Выпишем её в удобном для применения виде

$$\begin{aligned}G(x,y,\xi,\mu)&=d\left[(x-\xi)^2+(y-\mu)^2\right]\ln\left[(x-\xi)^2+(y-\mu)^2\right]-\\&-d(\xi^2+\mu^2)\left[\left(x-\frac{\xi}{\xi^2+\mu^2}\right)^2+\left(y-\frac{\mu}{\xi^2+\mu^2}\right)^2\right]\ln\left[(\xi^2+\mu^2)\left(x-\frac{\xi}{\xi^2+\mu^2}\right)^2+\left(y-\frac{\mu}{\xi^2+\mu^2}\right)^2\right]+\\&+d\left(1+\ln\left[(\xi^2+\mu^2)\left(x-\frac{\xi}{\xi^2+\mu^2}\right)^2+\left(y-\frac{\mu}{\xi^2+\mu^2}\right)^2\right]\right)(1-\xi^2-\mu^2)(1-x^2-y^2),\end{aligned} \quad (11)$$

где d - некоторое нормировочное число, явный вид которого здесь не столь существенен. Непосредственно проверяется, что функция $U(x,y)=\int\limits_{\Omega}G(x,y,\xi,\mu)P(\xi,\mu)d\xi d\mu$ является решением задачи (1)-(3) для любых допустимых $P(x,y)$.

Решение задачи (6)–(8) ищем в виде [3]

$$\begin{aligned}W(x,y)&=U(x,y)-\int\limits_{\partial\Omega}\left[\left(G(x,y,\xi,\mu)\frac{\partial\Delta_{\xi,\mu}h(\xi,\mu)}{\partial n_{\xi,\mu}}-\Delta_{\xi,\mu}h(\xi,\mu)\frac{\partial G(x,y,\xi,\mu)}{\partial n_{\xi,\mu}}\right)+\right.\\&\left.+\left(\Delta_{\xi,\mu}G(x,y,\xi,\mu)\frac{\partial h(\xi,\mu)}{\partial n_{\xi,\mu}}-h(\xi,\mu)\frac{\partial\Delta_{\xi,\mu}G(x,y,\xi,\mu)}{\partial n_{\xi,\mu}}\right)\right]dS+\alpha G(x,y,x_0,y_0)+\\&+\beta\frac{\partial G(x,y,x_0,y_0)}{\partial\xi}+\gamma\frac{\partial G(x,y,x_0,y_0)}{\partial\mu}+\theta\frac{\partial^2G(x,y,x_0,y_0)}{\partial\xi\partial\mu}\end{aligned} \quad (12)$$

где $h(\xi,\mu)$ - произвольная достаточно гладкая функция,

$\Delta_{\xi,\mu}$ - оператор Лапласа по переменным (ξ,μ),

$n_{\xi,\mu}$ - внешняя нормаль к $\partial\Omega$ в точке (ξ,μ),

$\alpha,\beta,\gamma,\theta$ - некоторые числа.

Поскольку функция $G(x,y,\xi,\mu)$ выписана в явном виде (11), то значения

ISSN 1561-4212. «ВЕСТНИК ВКГТУ» № 3, 2010.

$\dfrac{\partial G}{\partial n_{\xi,\mu}}$, $\Delta_{\xi,\mu}G$, $\dfrac{\partial}{\partial n_{\xi,\mu}}\Delta_{\xi,\mu}G$ считаем известными. Задача состоит в выборе функции $h(\xi,\mu)$ и чисел $\alpha,\beta,\gamma,\theta$ из условия, чтобы выполнялись соотношения (6)-(8).

Известно, что при любом гладком $h(\xi,\mu)$ выражение

$$V(x,y)=\int_{\partial\Omega}\left[\left(G(x,y,\xi,\mu)\frac{\partial\Delta_{\xi,\mu}h(\xi,\mu)}{\partial n_{\xi,\mu}}-\Delta_{\xi,\mu}h(\xi,\mu)\frac{\partial G(x,y,\xi,\mu)}{\partial n_{\xi,\mu}}\right)+\right.$$

$$\left.+\left(\Delta_{\xi,\mu}G(x,y,\xi,\mu)\frac{\partial h(\xi,\mu)}{\partial n_{\xi,\mu}}-h(\xi,\mu)\frac{\partial\Delta_{\xi,\mu}G(x,y,\xi,\mu)}{\partial n_{\xi,\mu}}\right)\right]dS$$

является решением однородного уравнения

$$\Delta^2 V=0,\quad (x,y)\in\Omega.$$

Поэтому очевидно, что $W(x,y)$ является решением неоднородного уравнения (6). Остается выбрать функцию $h(\xi,\mu)$ и числа $\alpha,\beta,\gamma,\theta$ так, чтобы правая часть (12) удовлетворяла краевым условиям (7), (8).

Непосредственной проверкой убеждаемся [4] в справедливости равенств

$$G(x,y,\xi,\mu)\Big|_{(x,y)\in\partial\Omega}=0,\qquad \Delta_{\xi,\mu}G(x,y,\xi,\mu)\Big|_{(x,y)\in\partial\Omega}=0,$$

$$\frac{\partial}{\partial n_{\xi,\mu}}G(x,y,\xi,\mu)\bigg|_{(x,y)\in\partial\Omega}=0,\qquad \frac{\partial}{\partial n_{\xi,\mu}}\Delta_{\xi,\mu}G(x,y,\xi,\mu)\bigg|_{(x,y)\in\partial\Omega}=-\delta(x-\xi,y-\mu),$$

при любых $(\xi,\mu)\in\partial\Omega$.

Отсюда сразу же следует

$$V(x,y)\Big|_{(x,y)\in\partial\Omega}=-h(x,y)\Big|_{(x,y)\in\partial\Omega}. \tag{13}$$

Точно так же из равенств

$$\frac{\partial}{\partial n_{x,y}}G(x,y,\xi,\mu)\bigg|_{(x,y)\in\partial\Omega}=0,\qquad \frac{\partial^2}{\partial n_{x,y}\partial n_{\xi,\mu}}G(x,y,\xi,\mu)\Big|_{(x,y)\in\partial\Omega}=0,$$

$$\frac{\partial}{\partial n_{x,y}}\Delta_{\xi,\mu}G(x,y,\xi,\mu)\bigg|_{(x,y)\in\partial\Omega}=\delta(x-\xi,y-\mu),\qquad \frac{\partial^2}{\partial n_{x,y}\partial n_{\xi,\mu}}\Delta_{\xi,\mu}G(x,y,\xi,\mu)\bigg|_{(x,y)\in\partial\Omega}=0$$

Из $(\xi,\mu)\in\partial\Omega$ следует граничное соотношение

$$\frac{\partial}{\partial n_{x,y}}V(x,y)\bigg|_{(x,y)\in\partial\Omega}=\frac{\partial}{\partial n_{x,y}}h(x,y)\bigg|_{(x,y)\in\partial\Omega}. \tag{14}$$

Из равенств (13) и (14) вытекает, что $h(x,y)\big|_{(x,y)\in\partial\Omega}=0$ и $\dfrac{\partial}{\partial n_{x,y}}h(x,y)\bigg|_{(x,y)\in\partial\Omega}=0$.

ISSN 1561-4212. «ВЕСТНИК ВКГТУ» № 3, 2010.

Поскольку $G(x,y,t,\tau)$ по переменным (t,τ) удовлетворяет условиям (7), то $V(x,y)=0$ для всех $(x,y)\in\Omega\setminus\{x_0,y_0\}$.

Надо выбрать постоянные $\alpha,\beta,\gamma,\theta$ так, чтобы удовлетворялось точечное условие (8) и непрерывность в $W(x,y),\dfrac{\partial W(x,y)}{\partial x},\dfrac{\partial W(x,y)}{\partial y}$ в точке (x_0,y_0). Это всегда возможно. Таким образом, задача (6)-(8) имеет решение, причем предложен конкретный алгоритм его построения.

Список литературы

1. Берикханова, Г.Е. Применение потенциалов нулевого радиуса // Поиск. – 2009. – № 4. – С. 167-178.
2. Кальменов Т.Ш. Представление функции Грина задачи Дирихле для полигармонических уравнений в шаре / Т.Ш. Кальменов, Б.Д. Кошанов, М.Ю. Немченко // Докл. РАН. - 2008. - Т. 421. - № 3. - С. 305-307.
3. Павлов Б.С. Теория расширений и потенциалы нулевого радиуса с внутренней структурой / Б.С. Павлов, А.А. Шушков // Математический сб. - 1988. - Т. 137 (179). - № 2. - С. 147-183.
4. Берикханова Б.Е. Резольвенты конечномерных возмущенных корректных задач для бигармонического оператора / Б.Е. Берикханова, Б.Е. Кангужин // Уфимский математический журнал. - 2010. – № 1. - Т. 2. - С. 17-34.

Получено 9.07.10

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

КUТТЫКТАЙМЫЗ!
ПОЗДРАВЛЯЕМ!

60 *жас*
лет

БАКИРОВА
ЖЕТПИСБАЯ БАКИРОВИЧА,
доктора технических наук, профессора
кафедры технологических машин
и оборудования

ЗДОРОВЬЯ, СЧАСТЬЯ, УСПЕХОВ, ДОРОГОЙ ЮБИЛЯР!

•

МЕРЕЙТОЙ ИЕСІНЕ МЫКТЫ ДЕНСАУЛЫК, ТАУСЫЛМАС БАКЫТ,
ТВОРЧЕСТВОЛЫК ТАБЫС ТІЛЕЙМІЗ!

УДК 004.9

Ж.Д. Мамыкова, С.К. Кумаргажанова
ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ НЕЧЕТКОГО ВЫВОДА ПО ОЦЕНКЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИНДИКАТИВНОГО ПЛАНА НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ

В условиях рыночной экономики для вуза первостепенное значение приобретают решения, влияющие на развитие университета и адаптированные к постоянно меняющейся инфраструктуре экономики, потребности рынка образовательных услуг и рынка труда. Таким образом, развитие системы образования в настоящее время определяется необходимостью непрерывного, опережающего и открытого образования, тем самым давая возможность планировать стратегические проекты на перспективу. С этой целью необходимо в образовательных учреждениях использовать методику среднесрочного стратегического планирования для обеспечения устойчивого развития научно-образовательной деятельности наших университетов.

Для результативного управления вузом, достижения целей, повышения результативности необходимо осуществлять управление, ориентированное на результат, в рамках среднесрочного планирования, что позволит выполнять программные движения, приводящие систему к желаемым исходам, которые закладываются каждым владельцем бизнес-процесса в рамках индикативных планов развития на среднесрочную перспективу.

В концепции управления, ориентрованного на результат, для формирования системы мониторинга и анализа научно-образовательной деятельности каждый преподаватель, а также структурное подразделение, деканат, кафедра в контрольные моменты времени предоставляют отчеты, в которых предоставляется детальная информация по состоянию показателей, степени достижения запланированных результатов, какие мероприятия были выполнены и какие действия предприняты для устранения слабых факторов, мешающих развитию в заданном направлении.

Так как среднесрочное индикативное планирование рассчитано на 3 года, то в рамках оперативного периода (одного учебного года) для образовательного бизнес-процесса определены шесть контрольных точек (рейтинг 1, рейтинг 2, сессия). Снятие фактических значений индикаторов в индикативных планах осуществляется только по тем индикаторам, которые связаны с учебно-образовательным процессом. Наиболее важным индикатором является индикатор успеваемости студента, который показывает степень успешности освоения образовательной программы студентом, что, в свою очередь, характеризует общую картину учебно-образовательной деятельности вуза.

Отклонение Δ, между фактическим Q_f и плановым Q_p значением индикатора, определяемое в каждой контрольной точке, дает возможность сделать определенные выводы о дальнейшем планировании и проведении мероприятий по корректированию деятельно-

ISSN 1561-4212. «ВЕСТНИК ВКГТУ» № 3, 2010.

сти вуза в данном направлении (рис.1).

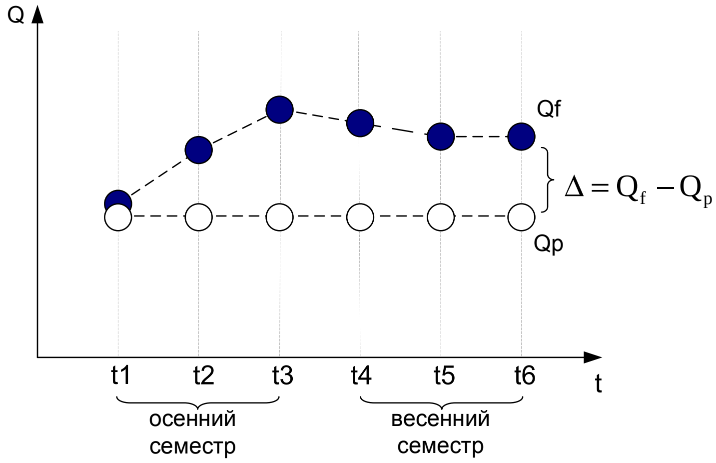

Рисунок 1 – Графическая интерпретация отклонения фактических значений индикаторов от плановых

Для того чтобы определить успеваемость студента, необходимо прежде всего выявить зависимость данного индикатора от факторов. В этой связи рассмотрим задачу оценки успеваемости в нечеткой информационной среде рассуждений, и для ее реализации воспользуемся методом нечеткого логического вывода.

Модель показателя успеваемости студента (U) по i-й дисциплине j-й специальности выглядит следующим образом:

$$\mathrm{U}_{\mathrm{i}}^{\mathrm{j}}(t) = f\{K_1, K_2, K_3, K_4, \delta, t\}\,. \quad (1)$$

Алгоритм нечеткой продукционной модели оценки успеваемости студента состоит из 5 шагов.

Шаг 1. Определение входных и выходных переменных.

В ходе проведенного качественного анализа входных и выходных данных пришли к выводу, что на оценку успеваемости студента влияют 4 входные переменные:

- в качестве первой входной переменной используется качество учебного материала $К_1$ – которая состоит из оценки качества электронного учебно-методического комплекса дисциплины и оценки качества тестового материала;

- оценка $К_2$ – качественный состав ППС, которая определяется стажем работы и наличием ученой степени или звания преподавателя;

- оценка $К_3$ – студент, зависящая от среднего балла аттестата, GPA, рейтингового и экзаменационного балла по текущей дисциплине;

- оценка $К_4$ – организация учебного процесса, которая зависит от оснащения современным оборудованием, наличием связей дисциплины с другими дисциплинами, степенью нагруженности семестра дисциплинами.

В качестве выходной переменной используется оценка (VP) текущего состояния успеваемости студента по дисциплине, которая является основной для принятий решений о политике учебно-образовательного процесса вуза.

Шаг 2. Фаззификация входных и выходных переменных.

При построении нечеткой модели анализа успеваемости студента по дисциплине все

ISSN 1561-4212. «ВЕСТНИК ВКГТУ» № 3, 2010.

рассматриваемые переменные измеряются в баллах в интервале действительных чисел от 0 до 100. При этом самая низкая оценка значения каждой из переменных является 0, а самая высокая – 100.

В качестве терм-множества входных переменных являются кластеры, которые представляют собой терм-множества *T_1={«неудовлетворительно проведенная работы», «удовлетворительно сделанная работа», «хорошо сделанная работа», «отлично проведенная работа»}*, с функциями принадлежности термов, изображенными на рис. 2. Значения функции принадлежности нужно смотреть из матрицы кластерных элементов - $\{Y_{qk}\}$.

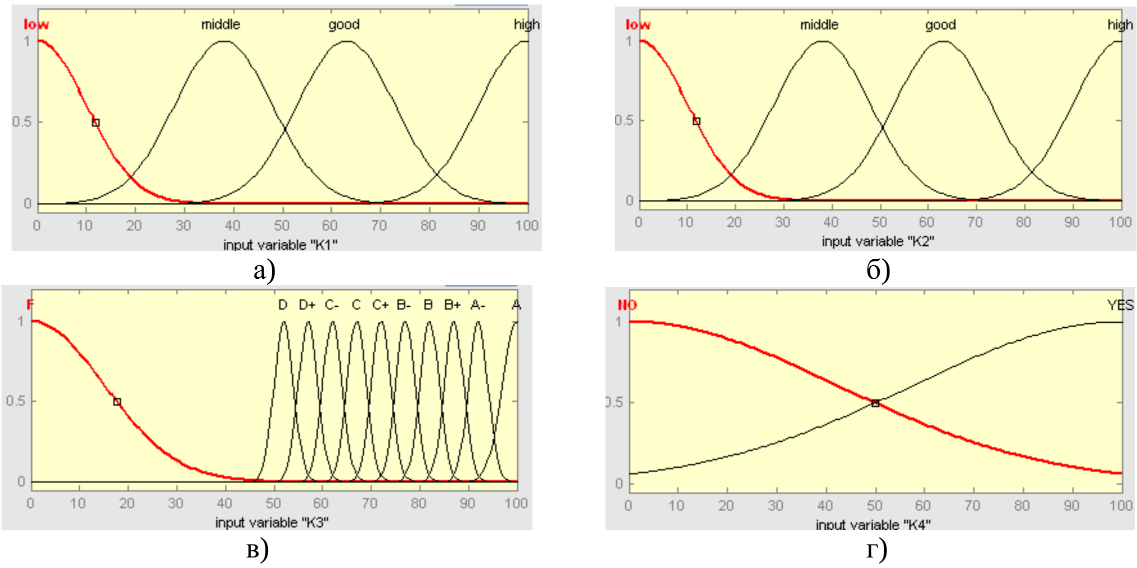

Рисунок 2 - Графики функции принадлежности для термов лингвистических переменных: а) – K_1; б) – K_2; в) – K_3; г) – K_4

В качестве терм-множества выходной переменной *VP* будем использовать множество *T_{VP} = {«низкая успеваемость», «средняя (удовлетворительная) успеваемость», «хорошая успеваемость», «отличная успеваемость»}* или в символическом виде $T_{VP}=\{L, M, G, H\}$ с функциями принадлежности термов.

Во всех случаях в качестве функции принадлежности была выбрана симметричная гауссовская функция принадлежности (gaussmf).

Шаг 3. Формирование базы правил системы нечеткого вывода.

База знаний (БЗ) представляет собой продукционную модель - это модели, в которых знания представляются с помощью правил вида:

ЕСЛИ - ТО (явление - реакция).

База нечетких правил – это совокупность или множество правил нечетких продукций, согласованных относительно использования входных и выходных лингвистических переменных.

После этапа фаззификации при построении нечеткой модели идет этап построения базы правил. В целом система нечеткого вывода определения зависимости успеваемости от факторов состоит из 352 правил нечеткой продукции, каждая входная переменная (фак-

ISSN 1561-4212. «ВЕСТНИК ВКГТУ» № 3, 2010.

тор) определяется своей системой нечеткой продукции, результат которой определяет общую систему нечеткой продукции.

Шаг 4. Дефаззификация системы нечеткого вывода.

В качестве схемы нечеткого вывода будем использовать метод Мамдани посредством метода активации MIN:

$$\mu'(y) = \min\{c_j, \mu(y)\}, \tag{2}$$

где $\mu(y)$ – функция принадлежности терма, который является значением некоторой выходной переменной w_j, заданной на универсуме Y.

Поскольку во всех правилах от 1-352 в качестве логической связки для операндов применяется только нечеткая конъюнкция (операция «И»), то в качестве метода агрегирования будем использовать операцию по min-конъюнкции. Для аккумуляции заключений правил будем использовать метод max-дизъюнкции, который также применяется в случае схемы нечеткого вывода методом Мамдани. Процесс дефаззификации осуществляется методом центра тяжести

$$y = \frac{\sum_{i=1}^{n} x \cdot \mu(x)dx}{\sum_{i=1}^{n} \mu(x)dx} \tag{3}$$

где n - число одноточечных (одноэлементных) нечетких множеств, каждое из которых характеризует единственное значение рассматриваемой выходной лингвистической переменной.

Результат моделирования наглядно можно посмотреть путем применения специального инструмента моделирования нечеткой логики Fuzzy Logic Toolbox среды MATLAB.

Модель нечеткой продукции состоит из 4 подсистем:

- подсистема «Book» предназначена для построения нечеткой модели вывода по качеству учебного материала дисциплины (входные параметры: оценка качества электронного учебно-методического комплекса дисциплины с термом T_1= *{«низкий», «средний», «хороший», «высокий»}* и оценка качества тестового материала T_2=*{«низкий», «средний», «хороший», «высокий»}*);

- подсистема «Faculty» строит нечеткую модель по качественному составу ППС (стаж работы T_1=*{«меньше 5 лет», «от 5 до 10 лет», «от 10 до 15 лет», «от 15 до 20 лет», «больше 20 лет»}*, наличие ученой степени T_2=*{«нет», «кандидат наук», «доктор наук»}* и ученого звания T_3=*{«нет», «доцент», «профессор», «академик»}*);

- подсистема «Progress» осуществляет построение нечеткой модели успеваемости студента по дисциплине (средний балл аттестата, GPA, рейтинговый и экзаменационный балл по текущей дисциплине с термами, аналогичными буквенной системе организации учебного процесса и оценке знаний по кредитной системе обучения, утвержденной приказом Центрального исполнительного органа Республики Казахстан в области образования T_1=T_2=T_3=T_4=*{«F», «D», «D+», «C-», «C», «C+», «B-», «B», «B+», «A-», «A»}*);

- подсистема «Organization» строит нечеткую модель по организации учебного процесса (оснащение современным оборудованием, связь дисциплины с другими предметами и нагруженность семестра для группы T_1= T_2= T_3=*{«нет», «да»}*).

Итоговая система нечеткой модели успеваемости студента «Results» имеет 4 входных, 1 выходную переменную и 352 нечетких правил.

Вычислительный эксперимент системы нечеткого вывода был апробирован в системе MATLAB, значения входных переменных вводились в виде вектора ($X_q = (X_1,..., X_4)$). Анализ успеваемости был произведен на примере студентов специальности 050703 «Информационные системы» факультета информационных технологий и энергетики по дисциплине «Информатика», преподаваемого на 1 курсе в 1 семестре (см. табл.).

В таблице в колонке VP приведены значения (приближенные значения), которые были получены с помощью нечеткой модели, в Real – реальные оценки студентов по дисциплине. Расхождение между значениями можно объяснить рядом причин:

- выбором диапазона для построения функции принадлежности;
- использованием для расчета оценки метода центра тяжести;
- субъективным фактором (не зависящим от построенной системы).

Успеваемость студентов специальности 050703 «Информационные системы» по дисциплине «Информатика»

№	Группа	ФИО	К1	К2	К3	К4	VP	Real
1	06-ИС-1	Бугубаева А.Ж.	95	94	94,4	98	90 / A-	92 / A-
2	06-ИС-1	Рогиня О.В.	95	94	87	98	86 / B+	91 / A-
3	06-ИС-1	Тепсеева Д.М.	95	94	89,2	98	83,3 / B	87 / B+
4	06-ИС-1	Хабаров А.С.	95	94	72	98	60,3 / C-	66 / C
5	07-ИС-1	Антропова А.Н.	95	94	85	98	75 / B-	88 / B+
6	07-ИС-1	Жабский К.А.	95	94	98	98	90,8 / A-	98 / A
7	09-ИСК-1	Нургамиланов Д.К.	95	94	71,5	98	60,4 / C-	66 / C

Расхождение между реальными и расчетными значениями на наш взгляд является не существенным, так как значения лежат в рамках одной оценки. Данный способ лишь показывает еще один подход к оценке успеваемости студента.

Процедура нечеткого вывода, выполненная системой MATLAB для разработанной нечеткой модели, выдает в результате значение выходной переменной (VP) – оценку успеваемости студента, например для студентки А.Ж. Бугубаевой равно 90,2 балла (рис. 3). Это средняя оценка показателя успеваемости говорит об «*отличной успеваемости*» студента по данной дисциплине.

Как видно из рис. 3, введенные значения входных переменных отображаются в верхней части рабочего окна, там же над крайней правой колонкой графиков отображается значение выходной переменной. Красная линия имеется у ненулевых входных переменных, путем передвижения этой линии можно наблюдать, как изменяется выходная переменная.

ISSN 1561-4212. «ВЕСТНИК ВКГТУ» № 3, 2010.

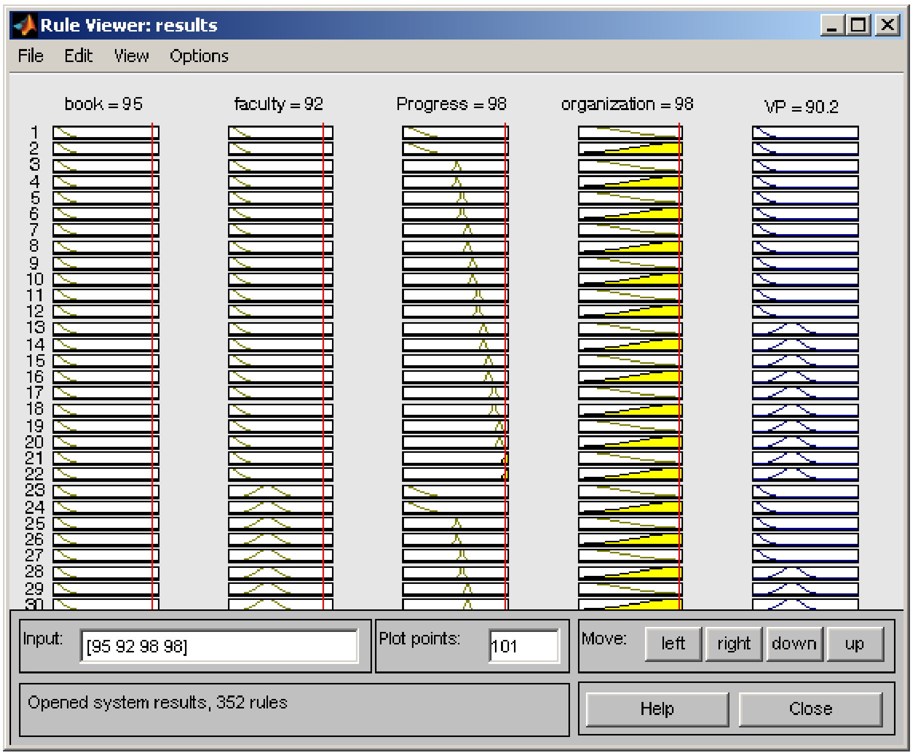

Рисунок 3 - Графический интерфейс программы просмотра правил после выполнения процедуры нечеткого вывода для значений входных переменных

Таким образом, предложенная нечеткая модель оценки успеваемости студентов, зависящая от таких факторов, как: качество учебного материала, студент, качественный состав ППС, организация учебного процесса, позволяет на основе перечисленных входных данных определить показатель успеваемости студента среднесрочного индикативного плана научно-образовательной деятельности в условиях оперативного управления. Нечеткая модель вывода реализована с помощью алгоритма нечеткого вывода Мамдани в пакете Fuzzy Logic Toolbox системы MATLAB.

Список литературы

1. Концепция по внедрению системы государственного планирования, ориентированного на результаты // Постановление правительства №1297 от 26 дек. 2007. – Астана. - 2007.
2. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 736 ст.: ил.
3. Бочарников В.П. Fuzzy-технология: Математические основы. Практика моделирования в экономике. – СПб: Наука, 2001. – 328 с.

Получено 09.09.10

УДК 004.9

Ж.Д. Мамыкова
ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск
Ж.С. Саксенбаева, Д.Б. Балтабаева
СКГУ, г. Петропавловск

РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СИСТЕМЕ БЮДЖЕТИРОВАНИЯ

Главным фактором оптимального управления бюджетом является отлаженная система информационного обеспечения бизнес-процессов бюджетного процесса, которая позволяет иметь полную, своевременную и достоверную текущую и прогнозную информацию и делать вывод об эффективности использования бюджетных средств [1].

В этой связи целесообразна разработка информационно-аналитической системы как основы совершенствования управления бюджетными ресурсами, включающей в себя мониторинг, анализ, прогнозирование, планирование, контроль и систему поддержки принятия управленческих решений.

Создание такой информационно-аналитической системы поддержки принятия решений (ИАСППР), которая должна реально отвечать целям и задачам функционирования системы бюджетирования, представляет собой сложный процесс, включающий этапы формирования концепции, проектирования, разработки, внедрения и сопровождения.

Предпосылками разработки единой программной архитектуры бюджетного процесса является потребность в предоставлении:

- единой непротиворечивой информации о планировании и исполнении бюджетов;
- своевременной информации о возможных корректировках в бюджете;
- информации о возможных изменениях в нормативно-справочной документации, определяющих проведение бюджетного процесса;
- информации об изменениях в Бюджетном Кодексе;
- информации о государственных закупках и многое другое, связанное с проведением бюджетного процесса.

ИАСППР предназначена для автоматизированной реализации следующих процессов и функций:

- сбор статистических данных о состоянии: исполнения плана финансирования; реализации бюджетных программ; достижения конечных показателей по программам; реализации мероприятий по бюджетным программам; социально-экономического развития регионов, районов и других объектов бюджетной системы, формирование аналитических отчётов и сборников акимата региона, района по исполнению финансового плана, среднесрочного фискального плана социально-экономического развития региона, района, отдельного объекта и др. отчеты.
- создание базы данных бюджета региона, района, отдельного объекта, структура которой представляет сложную организацию классификации бюджетной системы, а также информации по бюджетным программам: стратегические направления, цели, задачи, показатели, ориентированные на конечный результат на основе консолидации баз данных функционирования деятельности каждого субъекта бюджетного процесса; решение аналитических задач многоаспектного анализа, контроля и повышения качества (полнота,

ISSN 1561-4212. «ВЕСТНИК ВКГТУ» № 3, 2010.

достоверность и правильность ведения) электронных баз данных, а также задач информационно-справочной поддержки деятельности органов государственной власти и местного самоуправления;

- консолидация данных, поступающих из различных источников (статистических данных о состоянии и результатах деятельности органов государственной власти и организаций субъектов бюджетного процесса в установленных сферах полномочий и т.п.) в хранилище данных ИАСППР, его ведение и использование для проведения оперативных аналитических расчётов по установленным системам показателей, а также реализации прогнозных математических моделей;
- составление бюджетных программ, определение достижимости показателей программы, разработка плана мероприятий по достижению конечных результатов, мониторинг хода и оценка результатов их выполнения по установленным на планируемый период индикаторам и показателям;
- подготовка и предоставление руководству оперативного web-доступа к информационно-аналитическим материалам о состоянии и деятельности субъектов бюджетного процесса в установленных сферах полномочий, а также подготовка для размещения актуальных и верифицированных данных статистической отчётности на web-портале;
- администрирование прав доступа пользователей к информационным ресурсам ИАСППР;
- обеспечение условий для системной интеграции существующих и создаваемых информационных систем и ресурсов бюджетной системы, сделав их доступными;
- дополнение и модернизация существующих интернет-ресурсов субъектов бюджетной системы с одновременным расширением его информационных и функциональных возможностей;
- повышение эффективности и результативности работы субъектов бюджетной системы как части информационной системы управления бюджета Республики Казахстан;
- обеспечение многосторонних коммуникаций нового типа между субъектами бюджетной системы;
- предоставление информационной поддержки для принятия решений, функционирования органов управления бюджета.

Задачами любой информационно-аналитической системы являются эффективное хранение, обработка и анализ данных. Эффективное хранение информации достигается наличием в составе информационно-аналитической системы целого ряда источников данных. Обработка и объединение информации достигается применением инструментов извлечения, преобразования и загрузки данных. Анализ данных осуществляется при помощи современных инструментов финансового, бюджетного, стратегического анализа данных.

Архитектура ИАСППР в системе бюджетирования в обобщенном виде представлена на рис. 1. ИАСППР является распределенной системой с «клиент-серверной» архитектурой.

ISSN 1561-4212. «ВЕСТНИК ВКГТУ» № 3, 2010.

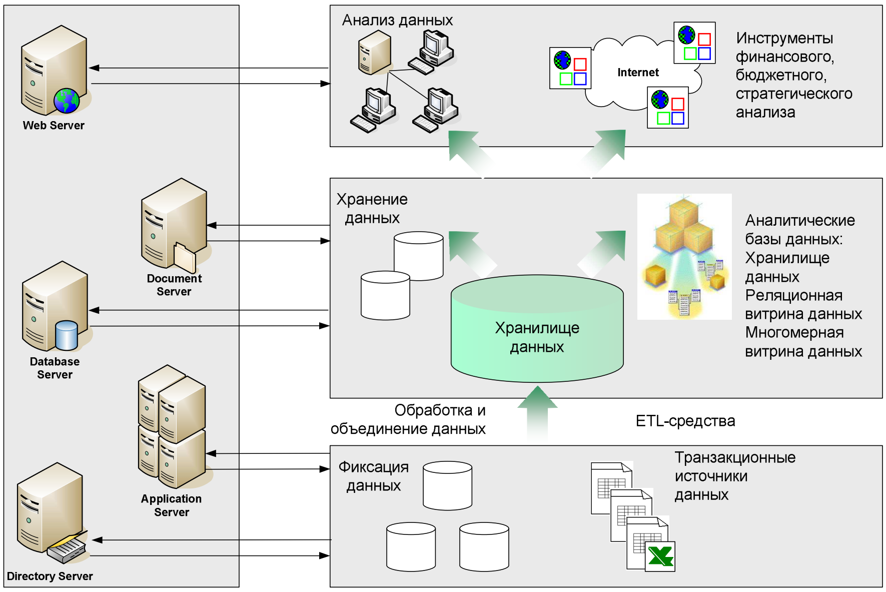

Рисунок 1 – Архитектура ИАСППР в системе бюджетирования

В ИАСППР необходимо различать следующие источники данных: транзакционные источники, хранилища, витрины. Данные в систему могут заноситься как вручную, так и автоматически. На этапе первоначальной фиксации данные должны поступать через системы сбора и обработки информации в транзакционные базы данных, которых может быть несколько. Транзакционные источники данных могут быть не согласованы друг с другом (например, есть базы данных по индикаторам, реестрам выполненных задач, стратегического развития, планирования и исполнения бюджета), тогда для анализа требуется их объединение и преобразование. Информация из транзакционных источников данных должна преобразовываться и очищаться, т.е. осуществляется консолидация данных, в результате чего данные должны поступать в аналитические базы. В качестве аналитических баз данных нужно понимать хранилища или витрины данных, представляющие собой основные источники, из которых лицо, принимающее решение, (ЛПР) (аналитик) получает информацию, используя соответствующие инструменты финансового, бюджетного и стратегического анализа.

При такой схеме движения информации ИАСППР должна обеспечивать пользователям доступ к аналитической информации, защищенной от несанкционированного использования и открытой как через внутреннюю сеть организации субъектов бюджетного процесса, так и пользователям сети Интранет и Интернет.

Опишем основные серверы, используемые для выполнения различных операций с данными.

Document Server (Sharepoint Server) – сервер, отвечающий за хранение документов, совместную работу пользователей и осуществляющий поддержку задач документооборота.

Directory Server (Active Directory) – сервер, позволяющий вести учет данных пользователей корпоративной сети, осуществляющий централизованную политику безопасности.

Database Server (MS SQL Server 2005) – сервер, организующий корпоративную базу данных, интеграцию политики безопасности СУБД с Active Directory.

Application Server - серверы приложений, обеспечивающие функционирование корпоративных приложений, упрощающие обслуживание и управление политикой безопасности системы.

Web Server (MS IIS 6.0) – сервер, предоставляющий информацию системы корпоративным пользователям, осуществляющий коммуникации с внешними пользователями, определяющий доступ к корпоративным приложениям посредством Web-интерфейса.

Архитектура ИАСППР должна соответствовать следующим принципам:

- единая точка входа ко всем информационным ресурсам;
- разделение информационных ресурсов на открытые и закрытые на уровне баз данных;
- определение уровня доступа к закрытым информационным ресурсам при авторизации пользователя в ИАСППР;
- однократная авторизация пользователя при получении доступа к различным ресурсам;
- интеграция систем путем создания единой базы данных пользователей и их привилегий для всех информационных ресурсов;
- интерактивность – коммуникационная среда: сотрудник – посетитель, сотрудник - сотрудник.

Таким образом, архитектура ИАСППР состоит из следующих уровней:

1) сбор и первичная обработка данных;
2) извлечение, преобразование и загрузка данных;
3) складирование данных;
4) представление данных в витринах данных;
5) анализ данных;
6) Web-портал.

Архитектура ИАСППР должна обеспечивать бесконфликтное наращивание функций, расширение состава и числа пользователей, работающих с ИАСППР при условии адекватного увеличения производительности аппаратного обеспечения.

Спроектированная информационно-аналитическая система поддержки принятия решений в системе бюджетирования позволит получить следующие результаты: проведение реформирования бюджетного процесса в соответствии с принципами бюджетирования, ориентированного на результат; автоматизация бюджетных операций; наличие единой информационной базы: количественных показателей, показателей эффективности и результативности бюджетных программ; наличие единого централизованного хранилища данных бюджетных операций; автоматизированное рабочее место сотрудника департамента; формирование единого информационного пространства бюджетного процесса; методика прогнозирования, планирования, анализа и мониторинга бюджета.

Список литературы

1. Саксенбаева Ж.С. Информационно-аналитическая система поддержки принятия решений в системе бюджетирования. Автореф. дис. … канд. техн. наук. - Усть-Каменогорск, 2010. – 22 с.
2. Герасименко Н.А. Антикризисное управление: информационно-аналитические системы поддержки принятия решений // Проблемы теории и практики управления. – 2007. - № 3. – М., 2007.
3. Волков И. Архитектура современной информационно-аналитической системы / И. Волков, И. Галахов // Директор ИС. – 2002. - № 3.

Получено 19.08.10