УДК:519.766.23:771.537.644:378.141

ТЕОРЕТИКО-МНОЖЕСТВЕННАЯ МОДЕЛЬ И-ВУЗА

БАБАК В.Ф., КАСЫМАЛИЕВА А.Т., ТОРОБЕКОВ Б.Т.

КГТУ им. И. Раззакова

izvestiya@ktu.aknet.kg

Вторая статья в предлагаемом авторами цикле статей, посвященном компьютерно-ориентированным принципам моделирования инновационного ВУЗа. В работе изложена математическая основа формирования системы знаний, дополняющая и развивающая модель управления ВУЗа.

Результатом бизнес-инжиниринг-ового моделирования является совокупность моделей организационной среды инновационного вуза (И-ВУЗа), сопровождаемых спецификациями элементов этих моделей системой знаний, регламентирующих документов и прочих информационных ресурсов. В настоящем исследовании понятие *система знаний, а точнее ее ресурсная часть,* соотносится с ее реализациями, выраженными понятием *спецификация или спецификатор знаний.* При этом *спецификатор знаний* существует не сам по себе, а в обязательном порядке *связан с тем или иным классификатором* или его элементом, составляющими семантически окрашенный остов моделирования.

Ресурсная часть системы знаний включает, как правило, руководства, оформленные в виде регламентов, шаблоны документов, новости, информацию о заказчиках ОУ, сведения о конкурентной среде (РОУ) и образовательных технологиях, опыт организационного управления и др. Обязательной составляющей этого базиса является унифицированный, построенный по определенным законам семантики, понятийный базис, формирующий отношения и закономерности предметной области. и др.

Концепция предлагаемого в работе бизнес-моделирования И-ВУЗа и АИСУ ВУЗа в корне отличается от парадигмы моделирования традиционного вуза и, тем более, от моделирования соответствующих АИСУ, построенных на удовлетворении потребностей в автоматизации структурно-функциональной организационной структуры управления. *Структурная составляющая моделирования традиционного вуза* ориентировалась на его организационную структуру, предполагающую функциональный принцип административного управления, т.е. управления организационными звеньями, выполняющими жестко предписанные им функции, с доминированием обязанностей над правовой компонентой функционирования подразделений.

Предлагаемая концепция моделирования и последующее воплощение этих моделей в реальность, в соответствии с планами стратегического развития И-ВУЗа, предполагает *процессный подход к управлению образовательными и сопровождающими процессами*, системное видение и тесную связь с внешней средой в лице государства, социальных институтов, бизнеса и РОУ.

Ниже, для сопоставления систем моделирования традиционного (рис.1) и И-ВУЗа (рис.2) приведены примерные схемы, моделирующие их структурные составляющие.

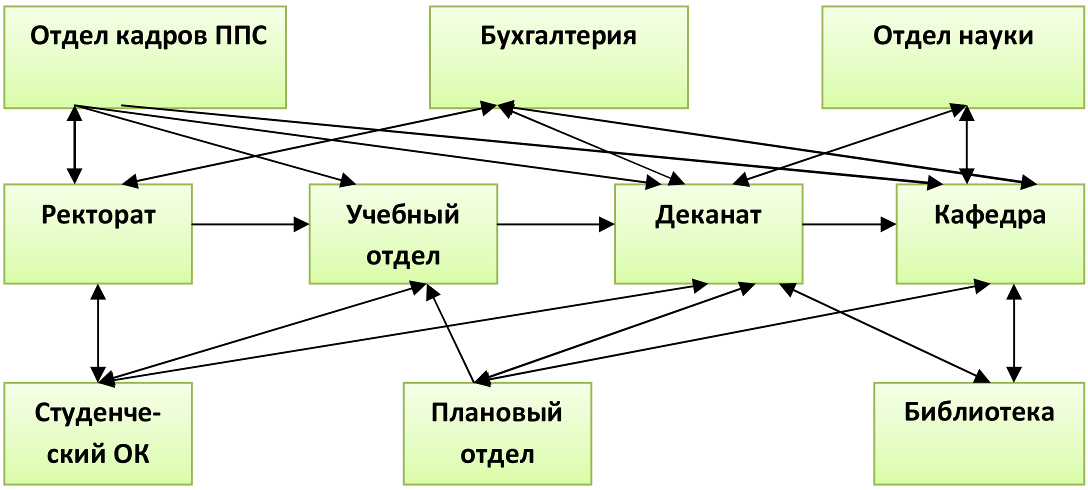


Рис.1. Объекты моделирования традиционного вуза и соответствующих им АИСУ.

Интегрирующей основой для разработки АИСУ традиционного вуза служила глобальная модель данных, с выделением ее подмоделей, являющихся информационным базисом автоматизации деятельности отдельных подразделений. А АИСУ подразделений вуза создавались как отдельные изолированные системы автоматизации.

ABBYY PDF Transformer 2.0
Click here to buy
www.ABBYY.com

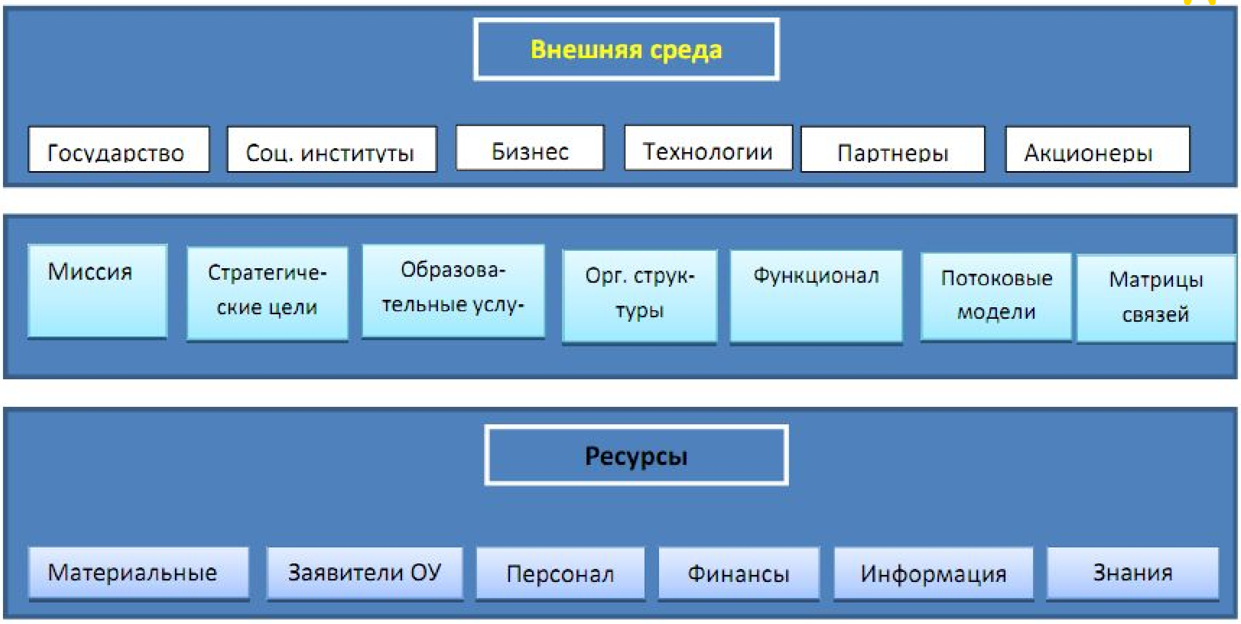


Рис.2. Объекты моделирования И-ВУЗа и соответствующих им АИСУ.

Из рис.2. следует , что изначально процессное моделирование И-ВУЗа никак не связано с организационными звеньями вуза. Моделируются лишь аспекты деятельности, характеризуемые так называемыми классификаторами, по сути представляющими выделенные точки зрения на модель И-ВУЗа. Именно это отличает процессное видение бизнес-деятельности организации от функционально-ориентированного. Связь деловых процессов с орг. звеньями – вопрос вторичного порядка. Успешность функционирования И-ВУЗа зависит от правильного выбора организационной структуры и концепции управления бизнес-процессами в рамках этой структуры. Что касается моделирования современных АИСУ интегрированного типа, то интегрирующим началом здесь также может служить специальным образом организованная глобальная модель данных и предметно- ориентированная модель представления и обработки знаний.

Математический (теоретико-множественный) образ модели И-ВУЗа может быть представлен следующим семейством множеств:

$\boldsymbol{S} = <S_{FE}, S_{MI}, S_{BD}, S_{SD}, S_{SO}, S_{BP}, S_{OC}, S_{FS}, S_{IS}, S_{OA}, , \ldots, \quad \{R_{IJ}\}: i, j \in IND, IND=$ *«словарь идентификаторов ID семейства моделей И-ВУЗа»>,* (1)

в виде математических конструкций, отражающих как структурный, так и семантический аспект моделей И-ВУЗа,

где S_{FE} –модель внешней среды;

S_{MI} – модель миссии вуза;

S_{BD} – модель бизнес-направлений (продуктовый портфель);

S_{SD} – модель стратегического развития;

S_{SO} – модель стратегических целей;

S_{BP} – семейство моделей бизнес-процессов; $S_{BP} = < S_B, S_S, S_M>$, здесь

S_B, - модель основных (образовательных) бизнес-процессов

S_S, - модель сопровождающих процессов

S_M – модель управления $S_M <M_1, M_2, M_3, M_4, M_5, M_6>$ с моделми управления M_1 – *стратегией развития;* M_2 – *финансами;* M_3 – *РОУ;* M_4 - *образовательными процессами;* M_5 – *персоналом*; M_6 – *знаниями;*

S_{OC} – модель организационной структуры;

S_{FS} – модель финансовой структуры;

S_{IS} – семейство моделей информационной системы и пространства знаний.;

S_{OA} – модель объектов (результатов бизнес-деятельности И-ВУЗа);

S_{RES} – семейство моделей, описывающих ресурсную часть И-ВУЗа. $S_{RES} = < S_{EM}, S_F, S_{Inf}, \ldots>$

Наделим каждую систему из (1) $S_i \in \boldsymbol{S}$, как отношение, некоторой дополнительной структурой, задав ее непосредственно на самих объектах системы, тогда каждая система S_i может быть представлена парой деревьев $<V_i, G_i>$ и переписана следующим образом

$$S = <\{(G_i, H_i)\}, R_{ij} : i , j \in I , i \neq j \}>, \quad (2)$$

где Gi *и* Hi изоморфны и функционально связаны так , что

$$f: G_i \to H_i \quad . \quad (3)$$

Обоснование представления системы парой изоморфных графов приведено в статье [1] настоящего сборника.

В общем случае над каждым упорядоченным (размеченным) графом Gi или Hi может быть определена *специальная алгебра (псевдоалгебра)* $< G, \Omega >$ с сигнатурой операций Ω, где элементами алгебры являются алгоритмические процедуры

1) при конструировании и реконструировании дерева

Ω = {*вставка нового элемента* v_j *в определённую позицию дерева* V_i*; вставка поддерева* V'_{ij}*; добавление ветви дерева* v_j, v_{j+1}, … *; удаление ветви дерева* v_j, v_{j+1}, …*; удаление поддерева* V'_{ij}*; удаление элемента* v_j},

2) а при оперировании с деревьями

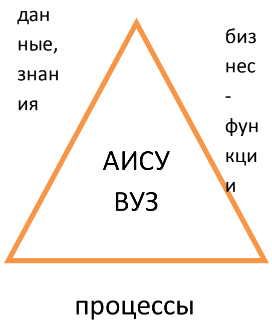
Ω = {*нахождение корневого элемента* v_0 *для любого узла* v_i*; нахождение наименьшего общего предка двух вершин; навигация или перебор всех элементов дерева; навигация по элементам ветви дерева; поиск изоморфного поддерева* V'_{ij} *поддереву* G'_{ij}*; поиск элемента* v_i*; визуализация дерева* V_i}.

Примечание. Утверждение о том, что над упорядоченными (размеченными) графами Gi *или* Hi с сигнатурой операций Ω определена *псевдоалгебра* $< G, \Omega >$, а не классическая абстрактная алгебра, основано на том факте, что множество операций над элементами графа реализуется алгоритмическим путем, а не совокупностью операций, рассматриваемых в абстрактной алгебре.

Отношение R_{ij} в (2) представленное следующим формализмом

$R_{ij} \subset \times(G_i , G_j): i, j \in I \ \&\ i \neq j,$ (4)

где I словарь идентификаторов классификаторов, отражает факт существования связи между классификаторами и/или их элементами и выступает в качестве конструктора такой связи. Отмеченная связь представляется матрицами смежности, инцидентности или списком ребер.



Дополним модель И-ВУЗа семейством отношений $\mathfrak{R} = \{R_i : i \in I\}$,

где каждое из отношений R_i может быть представлено выражением

$R \subset D_i \times Kn_j: i \in I_{Di}, j \in J_{Kn} \ \&\ I_{Di} \cap J_{Knj} = \varnothing,$ (5)

устанавливающим связь между структурами классификационных деревьев D_i и ресурсной частью пространства знаний Kn_j . Здесь J_{Kn} – множество классов *спецификаторов знаний* ресурсной части пространства знаний. Не останавливаясь на описании семейства $\mathfrak{R}$, что будет подробно изложено в следующей публикаци, отметим, что все отношения (5) устанавливают связь между элементами классификаторов и классами знаний в форме инъективных *(«многие – к одному»)*, суръективных *(«один–ко многим»)* и биективных отображений *(«один – к одному»)*.

Отметим, что *пространство знаний* определяет информационную основу функционирования вуза в целом, знание о том, как должно функционировать каждое подразделений вуза и каждый его сотрудник, какими знаниями он должен руководствоваться на всех уровнях бизнес-деятельности и информационного управления. **Именно для этого и создается модель И-ВУЗа**. Семейство отношений $\mathfrak{R}$ составляет то ядро, которое позволит *управлять информационным пространством и пространством знаний.*

АИСУ ВУЗ – это динамически развивающаяся система со всеми компонентами, присущими динамическим системам: временными характеристиками, входными и выходными объектами, пространством состояний, реакциями на входные воздействия и функциями управления. Однако, информационная система в корне отличается от технических (кибернетических) систем, являясь, по сути, системой, формирующей пространство принятия управленческих решений. В силу этого уточним некоторые ее понятия, предметно интерпретируя теоремы, изложенные в работе «Теория общих систем. Математические основы» [2].

В предыдущей статье [1] мы определили систему как отношение

$S \subset X \times Y$. Однако для динамического представления системы необходимо еще ввести *понятие состояния*, в котором пребывает система S. Для этих целей воспользуемся теоремой 1.1, изложенной в работе [2].

Теорема 1. Каждой системе S соответствует некоторая глобальная реакция, и эта функция R не является частичной, т.е.

$\boldsymbol{R}: C \times X \to Y$. (6)

Доказательство теоремы обуславливает правомочность введения пространства состояний в виде индексирующего множества C на основе условия $R(c,x) = f_c(x)$, где $f_c \subseteq S$, так что $S = \{(x, y): (\exists c)(y = R(c, x))\}$ и $c \in C$.

В нашем случае в качестве пространства состояний C удобно ввести множество идентификаторов, определенных на графе $G(V,E)$, где каждое его состояние соответствует идентификатору, помечающему узлы этого графа, т.е. $(\forall v)\ (\exists c)\ [v \in V\ \&\ c \in C\ \&\ c = v]$.

Временные системы. Пусть для некоторого классификатора [1], заданного размеченным деревом $G(V,E)$ определена разметка такая, что допускает реализацию алгоритма упорядоченного обхода всех его узлов. Тогда переход от предыдущего узла к последующему и далее может быть соотнесен с некоторым порядком, свойственным дискретным отсчетам времени, заданным на фиксированном множестве T. Иными словами, если узлы графа $G(V,E)$ или графа $H(V,E)$ рассматривать как функции его разметки и имеет место отображение $v : T_v \to A_v$, где $T_v \in T$, $A_v \in A$, то в этом случае T будем называть *индексирующим множеством*, а A – алфавитом множества идентификаторов. В силу того, что множество T упорядочено, его можно интерпретировать как *множество моментов времени*, а графы $G(V,E)$ и $H(V,E)$ - *как временные объекты.*

Напомним, что узлы графа $G(V,E)$ классификатора содержат наборы произвольных идентификаторов, устанавливающих соответствие F_I: $G \to H$ между узлами графов $G(V,E)$ и $H(V,E)$, где $H(V,E)$ – семантически окрашенный граф, изоморфный графу $G(V,E)$. Аналогичным образом, графу $G(V,E)$ можно поставить в соответствие F_{II}: $G \to Kw$ изоморфный ему граф $Kw(V,E)$, каждый узел которого связан с именованным спецификатором, представляющим некоторый компонент (или множество) знаний.

В силу того, что графы $G(V,E)$ и $H(V,E)$ изоморфны, т.е. имеют одну и ту же разметку, то мы приходим к понятию *временной системы* S, связывающей отношением S входные X и выходные Y объекты: $X \subseteq A^T$ и $Y \subseteq B^T$:

$S \subseteq A^T \times B^T$ (7)

и, как следует из контекста изложения, не обязательно связанные с эволюцией в реальном времени [2], где A – (как упоминалось ранее) алфавит, представленный множеством идентификаторов, B – словарь понятий и словоформ предметной области, формирующих семантику специфицирующих деревьев модели И-ВУЗа, T - навигационная составляющая на упорядоченных множествах разметки изоморфных графов.

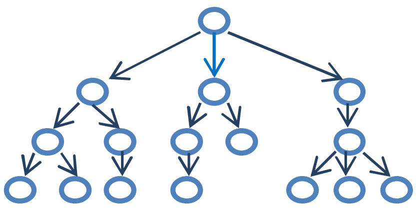
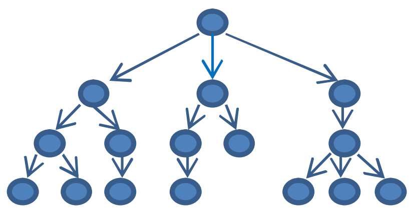
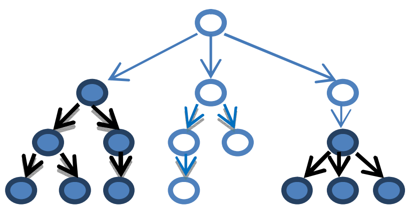
<u>*Временные системы и их динамические представления*</u>. Динамическое поведение системы *S* соотнесем с алгоритмами 1) визуализации классификационных деревьев; 2) навигации (доступом к отдельным поддеревьям и узлам); 3) поиска на лесе семантически окрашенных деревьев и 4) спецификации классификационных деревьев компонентами знаний (данных).

Общей временной системой S *над множествами* X *(входом),* Y *(выходом) назовем отношение* $S \subset X \times Y$, *где* X *и* Y *– временные объекты с элементами* x*:* $T \rightarrow A$ *и* y*:* $T \rightarrow B$*, обозначаемыми* $x(t)$ *и* $y(t)$. Здесь входной объект X будем интерпретировать как упорядоченное множество идентификаторов классификационного дерева G с элементами $x(t)$, соотносимыми с его узлами v, а выходной объект Y с деревьями H –семантически окрашенным деревом классификатора или Kw – деревом спецификаторов знаний и их узлами $y(t)$.

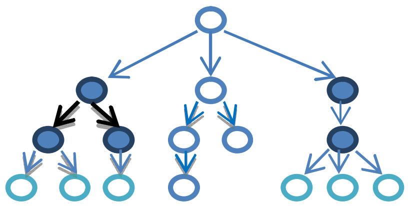
Чтобы как-то определиться, с каким набором элементов (узлов деревьев) связывается то или иное представление временной, а далее и динамической системы, введем следующие соглашения, согласно которым для любых t , $t' > t$,будем считать, что

$T_t = \{t'\colon t' \geq t\}$ $T^t = \{t'\colon t' < t\}$ $T_{tt'} = \{t^*\colon t \leq t^* < t'\}$.

Тогда сужения (выделения фрагментов) временной системы на отмеченных выше деревьях G, H и Kw определятся так, как приведено в следующей таблице

		Исходное дерево $G(V,E)$ $S \subset X \times Y$, $S \subseteq A^T \times B^T$ $v : T_v \rightarrow A_v$, где $T_v \in T$, $A_v \in A$
0		Полное активное дерево $G(V,E)$ $X_0 = x\|T$; ; $S_0=\{(x,y)\colon x \in X,\ y \in Y\ \&\ (x,y)\} \in S$ $S = \{(x, y)\colon (\exists c)(y = R(c, x))\}$
t		Поддеревья $G_i(V,E) \subset G(V,E)$ $X_t = x\|T_t$; $S_t = \{(x_t,y_t)\colon x_t = x\|T_t\ \&\ y_t = y\|T_t\ \&\ (x,y)\} \in$ S $S_t = \{(x_t, y_t)\colon (\exists c_t)\ (y_t = R(c_0, x_t))\}$

ABBYY PDF Transformer 2.0 Click here to buy www.ABBYY.com

tt'		Поддеревья с обрезкой $X_{t\,t'} = x\|T_{tt'}$; $S_{tt'} = \{(x_{tt'}, y_{tt'})$: $x_{tt'} = x\|T_{tt'}$ & $y_{tt'} = y\|T_{tt'}$ & $(x,y)\} \in S$ $S_t = \{(x_t, y_t)$: $(\exists\, c_t)$ $(y_t = R(c_0, x_t))\}$

И, наконец, определимся с динамическим представлением системы *S*, а следовательно, и динамическим представлением граф-деревьев *G, H, Kw*, введя следующие предложения.

<u>*Предложение 1*</u>. Для каждой временной системы существует *семейство реакций* ρ, обеспечивающих ее алгоритмическую разрешимость:

$\rho = \{\, \rho_t$: $C_t \times X_t \rightarrow Y_t$ $\&\, t \in T \,\}$, (8)

и это семейство отвечает условию принадлежности (согласованности) системе *S* в момент времени *t*, когда $(x_t, y_t) \in S_t \Leftrightarrow (\exists c)\ [\rho_t\,(c, x_t) = y_t\,]$

<u>*Предложение 2.*</u> Временная система $S \subset X{\times}Y$ допускает динамическое представление, когда найдутся два таких семейства отображений, что

$\rho = \{\, \rho_t$: $C_t \times X_t \rightarrow Y_t$ $\&\, t \in T \,\}$ и

$\varphi = \{\, \varphi_{tt'} : C_t \times X_{tt'} \rightarrow C_{t'}$ $\&$ $t, t' \in T$ $\&\, t' > t \,\}$ (9)

Функция $\varphi_{tt'}$ называется *функцией перехода состояний*: $\varphi_{tt'}(\, c_t \times x_{tt'}) = c_{t'}$, а φ - *семейством функций перехода состояний.*

Реализации или специализация приведенных отображений (4) зависят от принимаемых системой *S* сужений. Эти реализации будут вводиться по мере обращения к тому или иному формализованному объекту, заданному в виде классификатора, спецификатора, идентификатора или их подмножеств.

В заключение еще раз отметим, что в компьютерной среде :

1) в качестве входного объекта *X* принимается множество понятий или их сочетаний, помечающие узлы семантически окрашенного дерева классификаторов *H(V,E);*

2) в качестве выходного объекта *Y* – множество спецификаторов знаний, в общем случае наделенных некоторой структурой *Kw(V,E)*;

3) в качестве пространства состояний *C* – множество идентификаторов, помечающие узлы идентифицирующего дерева *G(V,E)* ;

4) в качестве индексирующего множества *T* – разметка его дуг, обеспечивающая линейный порядок обхода графа;

ρ и φ - семейства алгоритмов, обеспечивающих отображения входных объектов *X* в выходные *Y,* и семейства функций, характеризующих порядок обхода управляющего графа *G(V,E)* соответственно

Литература

1. Бабак В.Ф., Касымалиева А.Т., Торобеков Б.Т. Системные основания моделирования жизнедеятельности современного ВУЗа, Публикация в этом же сборнике, 2013 г.

2. Месарович М., Такахара Я. Общая теория систем: математические основы.- Перев. с англ. Под редакцией акад. Емельянова С.В., Инд-во «Мир», 1978 г., 311 с.