

АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ МОДЕЛЕЙ В ПРОЦЕССАХ УПРАВЛЕНИЯ ВЫСШЕЙ ШКОЛОЙ

Совершенствование сферы образования и тенденции развития экономики России непосредственно связаны с решением проблемы опережающего развития системы образования на основе информационных технологий и создания единого образовательного информационного пространства. Вместе с тем, достоверная и объективная оценка процессов модернизации образования обуславливает необходимость разработки современных систем мониторинга и статистики образования с использованием эффективных математических моделей организации и управления.

Информационное обеспечение моделей системы управления – это совокупность данных, обеспечивающих превращение формализованного представления каждой модели системы в числовую модель. В состав информационного обеспечения входят также методы, способы и средства обработки данных, их организация и управление с целью получения результативной (выходной) информации.

Система моделей в процессе функционирования контура управления преобразует первичную информацию о моделируемом объекте в выходные данные, представляющие расчетные параметры объекта, которые соответствуют поставленным целям его развития. Состав входной и выходной информации системы моделей представлен на рис.1.

Первичной (входной) для системы моделей служит нормативно-справочная информация, данные о наличии производственных ресурсов и информация о параметрах внешней среды. Нормативно-справочная информация используется в основном для группы моделей по преобразованию исходной информации. Она включает нормативы по организации процессов профессиональной подготовки, требования к качеству умений, знаний и навыков, параметры демографической ситуации в регионе и многие другие данные, необходимые для расчета профиля образовательного процесса и технико-экономических коэффициентов переменных оптимизационных моделей.

Данные о наличии ресурсов (количество учащихся школ, состав доходов населения и др.), используются в качестве объемов ограничений в функциональных модулях оптимизационных моделей системы.

Информация по параметрам внешней среды (состояние рынка труда, программы развития образования, принятые административными и законодательными органами и т.д.) вместе с ресурсными параметрами ограничивает область допустимых применений системы моделей.

Выходная информация системы моделей структурируется в виде оптимального варианта структу-

ры высшего учебного заведения и его научной, кадровой и технической оснащенности. Кроме этого, в результате функционирования системы моделей рассчитываются параметры оптимального образовательного профиля с учетом критериев стоимости и эффективности, структуры специальностей и состава контингента студентов; прогноз научно-исследовательской деятельности и пр.

Первичная и выходная информация системы моделей в своей структуре содержит данные, необходимые для системной увязки с более высоким иерархическим уровнем системы моделей управления высшим профессиональным и послевузовским образованием.

Информация о параметрах внешней среды является в основном совокупностью данных, содержащихся в нисходящем информационном потоке моделей уровня региона и рыночной среды. Встречный, восходящий поток включает сводную информацию о показателях планов подготовки и выпуска квалифицированных специалистов и требуемых параметрах научной, кадровой и технической оснащенности образовательных учреждений.

Одной из основных задач исследования информационных связей в системе является определение межкомплексных и межмодельных потоков информации и их объемов, выделение моделей, перерабатывающих только первичную информацию, и моделей, генерирующих только выходную информацию. Решение этой задачи позволяет поставить требования к объемам оперативной и внешней памяти компьютера, определить модели, входная (или выходная) информация которых должна составить основу банка данных системы.

Для анализа информационных потоков в системе исходными являются данные о парных взаимосвязях, или отношениях (т.е. есть отношение или нет отношения) между наборами информационных элементов. Под информационными элементами понимают различные типы входных, промежуточных и выходных данных, которые составляют на-

боры входных N_1 , промежуточных N_2 и выходных N_3 элементов данных.

Формализовано связи (парные отношения) между наборами информационных элементов отображаются в виде матрицы смежности \mathbf{B} , под которой понимают квадратную бинарную матрицу, проиндексированную по обеим осям множеством информационных элементов

$$D = \{d_1, d_2, \dots, d_s\},$$

где s – число этих элементов.

$$B = \begin{matrix} & \begin{matrix} d_1 & d_2 & \dots & d_j & \dots & d_s \end{matrix} \\ \begin{matrix} d_1 \\ d_2 \\ \dots \\ d_i \\ \dots \\ d_s \end{matrix} & \begin{matrix} \begin{matrix} q_{11} & q_{12} & \dots & q_{1j} & \dots & q_{1s} \\ q_{21} & q_{22} & \dots & q_{2j} & \dots & q_{2s} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ q_{i1} & q_{i2} & \dots & q_{ij} & \dots & q_{is} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ q_{s1} & q_{s2} & \dots & q_{sj} & \dots & q_{ss} \end{matrix} \end{matrix} \end{matrix},$$

где $q_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если между } d_i \text{ и } d_j \text{ отношение существует} \\ 0, & \text{в противном случае;} \end{cases}$

$$i = \overline{1, S}; \quad j = \overline{1, S}.$$

В позиции (i, j) матрицы смежности записывают «1» (т.е. $q_{ij}=1$), если между информационными элементами d_i и d_j существует отношение R_0 , такое, что для получения значения информационного элемента d_j необходимо непосредственное обращение к элементу d_i . Наличие такого отношения между d_i и d_j обозначают в виде $d_i R_0 d_j$, чему соответствует $q_{ij}=1$, а отсутствие – $d_i R_0 d_j$ и запись «0» в позиции (ij) , т.е. $q_{ij}=0$. Для простоты принимают, что каждый информационный элемент недостижим из самого себя:

$$d_i \bar{R}_0 d_j; \quad i = \overline{1, S}.$$

Матрице \mathbf{B} ставится в соответствие информационный граф $G(D, R_0)$. Множеством вершин

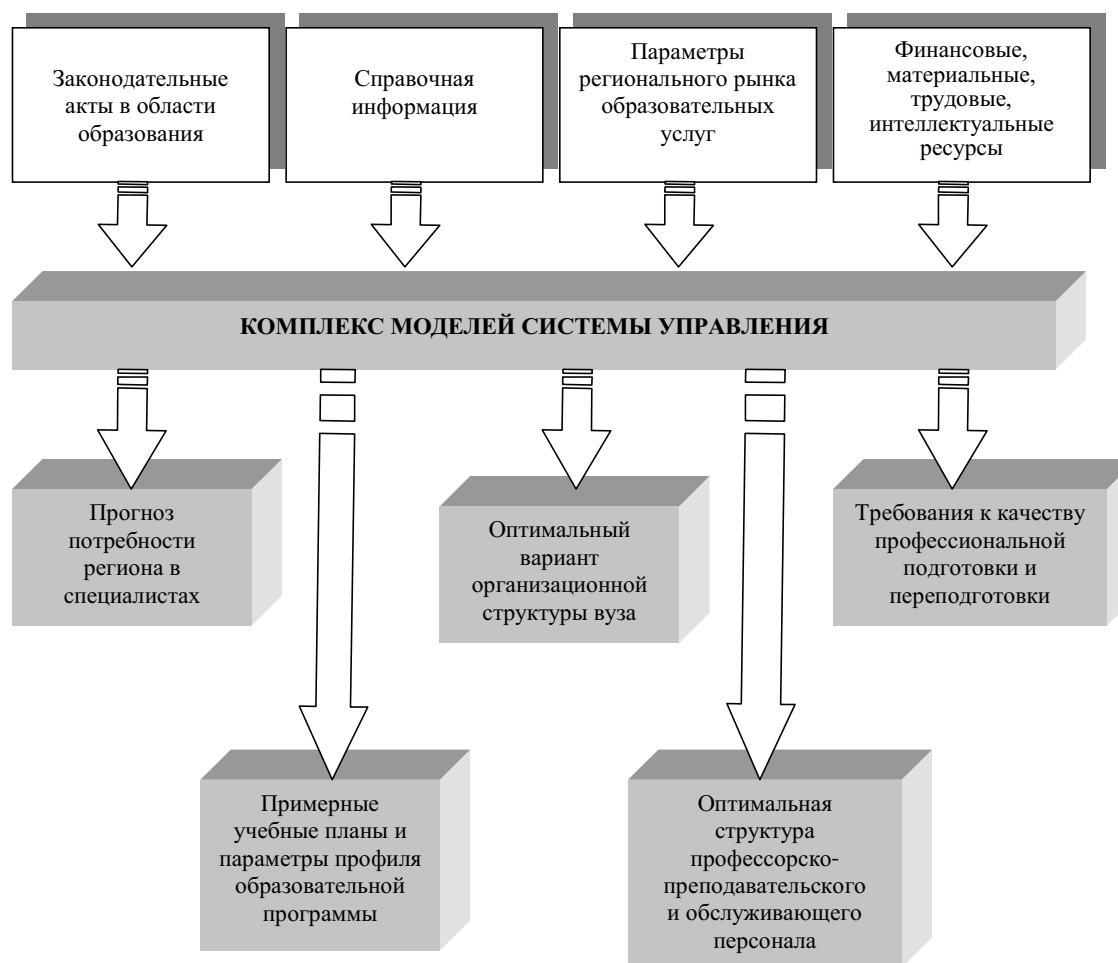


Рисунок 1. Укрупненный состав входной и выходной информации моделей системы управления высшим профессиональным образованием в регионе

графа $G(D, R_0)$ является множество \mathbf{D} информационных элементов, а каждая дуга (d_i, d_j) соответствует условию $d_i R_0 d_j$; т.е. записи «1» в позиции (ij) матрицы \mathbf{B} .

Например, задано множество \mathbf{D} из четырех наборов информационных элементов, т.е. $D = \{d_1, d_2, d_3, d_4\}$. Пусть матрица смежности \mathbf{B} этих элементов имеет вид:

$$B = \begin{matrix} & \begin{matrix} d_1 & d_2 & d_3 & d_4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{matrix} & \begin{vmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} \end{matrix}.$$

Из этой матрицы видно, что для вычисления элемента d_3 необходимо обращение к элементам d_1 и d_2 , а для получения элемента d_4 – к элементу d_3 . Чтобы получить элемент d_1 , надо обратиться к d_3 . Элемент d_2 не зависит от других элементов матрицы. Информационный граф в этом простейшем случае будет соответствовать рис. 2.

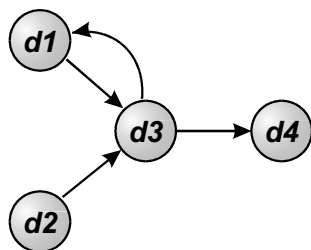


Рисунок 2. Информационный граф $G(D, R_0)$

В общем случае структура графа $G(D, R_0)$ вследствие неупорядоченности сложна для восприятия и анализа. Составленная на основе инфологической модели, она не гарантирована от неточностей, ошибок, избыточности и транзитивности. Для формального выделения входных, промежуточных и выходных наборов информационных элементов, определения последовательности операций их обработки, анализа и уточнения взаимосвязей на основе графа $G(D, R_0)$ строят матрицу достижимости.

Матрицей достижимости \mathbf{M} называют квадратную бинарную матрицу, проиндексированную по обеим осям множеством информационных элементов D , аналогично матрице смежности \mathbf{B} . Запись «1» в каждой позиции (ij) матрицы достижимости соответствует наличию для упорядоченной пары информационных элементов (d_i, d_j) , смыслового отношения достижимости R . Элемент d_j

достижим из элемента d_i , т.е. выполняется условие $d_i R_0 d_j$, если на графе $G(D, R_0)$ существует направленный путь от вершины d_i к вершине d_j (в процессе получения значения элемента d_j используется значение элемента d_i). Если $d_i R_0 d_j$, то отношение достижимости между элементами d_i и d_j отсутствует и в позиции (ij) матрицы \mathbf{M} записывают «0». Отношение достижимости транзитивно, т.е. если $d_i R d_k$ и $d_k R d_j$, то $d_i R_0 d_j$; $i, j, k = 1, S$.

Записи «1» в j -м столбце матрицы \mathbf{M} соответствуют информационным элементам d_i , которые необходимы для получения значений элементов d_j , и которые образуют множество элементов предшествования $A(d_j)$ для этого элемента. Записи «1» в i -ой строке матрицы \mathbf{M} соответствуют всем элементам d_j , достижимым из рассматриваемого элемента d_i и образующим множество достижимости $R(d_i)$ этого элемента.

Информационные элементы, строки которых в матрице \mathbf{M} не содержат единиц (нулевые строки), являются выходными информационными элементами, а информационные элементы, соответствующие нулевым столбцам матрицы \mathbf{M} , являются входными. Это условие может служить проверкой правильности заполнения матриц \mathbf{B} и \mathbf{M} , если наборы входных и выходных информационных элементов известны. Информационные элементы, не имеющие нулевой строки или столбца, являются промежуточными.

Для полученного в примере графа (рис. 2) матрица \mathbf{M} будет выглядеть так:

$$M = \begin{matrix} & \begin{matrix} d_1 & d_2 & d_3 & d_4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{matrix} & \begin{vmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} \end{matrix}.$$

Отличие столбцов матриц \mathbf{M} и \mathbf{B} объясняется тем, что в матрице \mathbf{M} учитывается смысловое отношение R между информационными элементами, а в матрице \mathbf{B} только непосредственное R_0 . Например, элемент d_4 в матрице \mathbf{M} достижим из элементов, d_1, d_2 и d_3 , т.е. $d_1 R d_4, d_2 R d_4$ и $d_3 R d_4$, в то время как в матрице \mathbf{B} для этих элементов d_4 достижим только из d_3 , т.е. только $d_3 R_0 d_4$, а $d_1 R_0 d_4$ и $d_2 R_0 d_4$. Из анализа матрицы \mathbf{M} следует, что элемент d_2 является входным, d_4 – выходным, остальные – промежуточные. На основе матрицы \mathbf{M} строится информационный граф $G_s(D, R)$ системы, структурированный по входным (N_1), промежуточным (N_2) и выходным

(N_3) наборам информационных элементов, и полученный из анализа множеств элементов предшествования $A(d_i)$ и достижимости $R(d_j)$. Граф $G_S(D, R)$, полученный из матрицы M рассматриваемого примера, приведен на рис. 3.

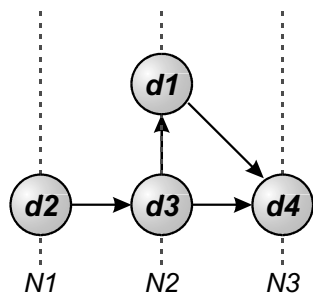


Рисунок 3. Информационный граф $G_S(D, R)$

В общем случае информационный граф системы, в отличие от вычисленного, может иметь контуры и петли, что объясняется необходимостью повторного обращения к отдельным элементам данных.

Информационный граф системы $G_S(D, R)$ структурируется по уровням (N_1, N_2, N_3) с использованием итерационной процедуры, что позволяет определить информационные входы и выходы системы, выделить основные этапы обработки данных, их последовательность и циклы обработки на каждом уровне. Кроме того, удаляются избыточные (лишние) дуги и элементы. Граф, получаемый после структуризации по наборам инфор-

мационных и удаления избыточных элементов и связей, определяет каноническую структуру информационной базы. Таким образом, каноническая структура задает логически неизбыточную информационную базу. Выделение наборов элементов данных по уровням позволяет объединить множество значений конечных элементов в логические записи и тем самым упорядочить их в памяти компьютера.

Анализ внутрисистемных информационных связей в системе моделей (рис.1) проведен с помощью матрицы смежности.

Матрица имеет одинаковые наименования строк и столбцов, соответствующих моделям-элементам системы. Строка определяет модели-элементы столбцов, использующие информацию от модели-элемента данной строки. Столбец определяет модели-элементы строк, поставляющие входную информацию для модели-элемента данного столбца. Матрица отображена в табл.1, в которой наличие информационного потока между моделями отмечено «1» в соответствующей клетке. Отсутствие единицы говорит об отсутствии информационной связи между моделями, составляющими координаты клетки. Наличие только пустых клеток в строке свидетельствует о том, что выходная информация модели-элемента строки является составляющей входной информации данного комплекса и подлежит хранению во внешней памяти компьютера. Наличие только

Таблица 1. Матрица информационных связей моделей-элементов системы

Номера моделей-элементов системы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1		1		1					1							
2							1									
3		1				1			1							
4					1		1			1						
5										1	1					
6					1		1				1					
7								1		1	1					
8									1							1
9																1
10												1				
11													1			
12				1						1				1		
13						1					1			1		
14															1	
15																1
16																

пустых клеток в столбце определяет модель-элемент, использующий только первичную информацию, которая тоже может быть размещена на внешнем носителе. Присутствие единиц в строке и в столбце соответствующей модели-элемента говорит о внутрикомплексной переработке информации, которая, как правило, распределяется динамически в оперативной памяти компьютера операционной системой.

Первичная информация, особенно нормативно-справочная, имея большой объем, составляет основу информационного фонда банка данных си-

стемы, загружаемого на внешние носители. Остальные модели-элементы перерабатывают внутрисистемную информацию. Особенно большие потоки внутрисистемной информации циркулируют в группах оптимизационных моделей, охватывающих как входную информацию для моделей отделений и предприятия в целом, так и информацию, необходимую для итеративных процессов оптимизационных расчетов. Именно объем этих потоков информации определяет требования к техническому и программному обеспечению информационной системы в контуре управления.