

МОДЕЛИ И МЕТОДЫ АНАЛИЗА КАЧЕСТВА ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

© 2017 Панков Александр Николаевич

Гуковский институт экономики и права (филиал)

Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)

347871, Ростовская область, г. Гуково, ул. Мира, д. 13а

E-mail: info.giep@gmail.com

Рассмотрена теоретико-множественная модель информационной системы (ИС) предприятия нефтепереработки, отражающая основные блоки, компоненты и их зависимости. На ее основе и выделенной ранее совокупности важнейших показателей качества информационных систем предприятий нефтепереработки построена методика интегрированной оценки качеств информационных систем нефтеперерабатывающих предприятий. Методика анализа сложных систем по критерию функциональной полноты может быть применена к решению задач анализа качества ИС предприятия нефтепереработки после определенной модернизации этой методики.

Ключевые слова: модель информационной системы предприятия, методика оценки качества информационных систем предприятий, анализ функциональной полноты информационных систем, нефтепереработка.

Модель информационной системы предприятия нефтеперерабатывающей промышленности построена с помощью аппарата теории множеств и показывает виды и уровни компонентов автоматизированной системы (АС), их взаимодействие, использование в управленческих, производственных и технологических процессах нефтеперерабатывающего предприятия. Главным в модели является классификация ИС нефтеперерабатывающих предприятий.

Четыре блока модели описывают главные аспекты автоматизированной ИС нефтеперерабатывающего предприятия: 1) программные компоненты, их функции, а также реализация этих функций; 2) производственные и управленческие процессы и операции; 3) участки и рабочие мес-

та; 4) показатели качества (см. рис. 1). Центральный блок связывает элементы системы.

Автоматизированная информационная система предприятия нефтеперерабатывающей промышленности может быть представлена в виде конструкции: $IS = \langle BIC, BII, BIP, BIU, BIX \rangle$.

Первый компонент соответствует блоку модели “Программные компоненты и функции”:

$$BIC = \langle C, F, CoF, CoC, L, CoL, T, CoT, CoD, UC \rangle,$$

где $C = \{c_i | i = \overline{1, nC}\}$ - множество программных компонентов ИС, здесь nC - число программных компонентов;

$F = \{f_j | j = \overline{1, nF}\}$ - словарь (множество) функций ИС предприятия;

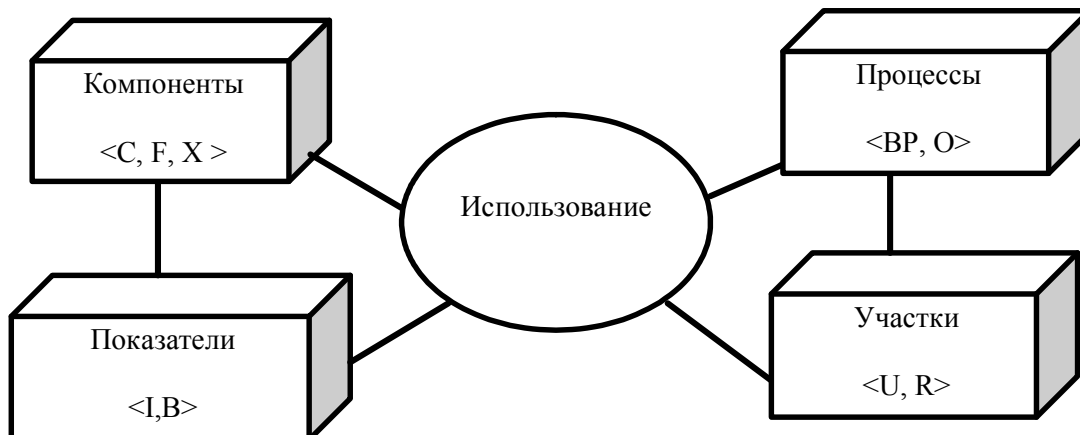


Рис. 1. Укрупненные блоки теоретико-множественной модели информационной системы нефтеперерабатывающего предприятия

nF - число функций программных компонентов;

$CoF = \{ \langle c, f \rangle \mid c \in C, f \in F \}$ - множество, показывающее отношения между системами и функциями;

$CoC = \{ \langle coc_{ij} c_j, c_j \rangle \mid c_i \in C, c_j \in C \}$ - множество интеграционных элементов между программными компонентами модели;

$L = \{ 'BI', 'ERP', 'MES', 'SCADA', 'PCT' \}$ - множество уровней ИС предприятия;

$CoL = \{ col_i \in L \mid i = \overline{1, nC} \}$ - множество, показывающее отношение компонента к уровню ИС предприятия;

$T = \{ t_i \mid i = \overline{1, nT} \}$ - множество типов программных компонентов ИС предприятия отрасли нефтепереработки;

nT - число типов программных компонентов ИС предприятия;

$CoT = \{ cot_i \in T \mid i = \overline{1, nC} \}$ - множество, показывающее отнесение компонента к одному из типов программных компонентов ИС предприятия;

$CoD = \{ cod_i \in \overline{0, 1} \mid i = \overline{1, nC} \}$ - множество, характеризующее разработчиков программных компонентов;

$UC = \{ uc_i \in C \cup \{0\} \mid i = \overline{1, nC} \}$ - множество, описывающее родительский компонент.

Второй компонент теоретико-множественной модели ИС соответствует блоку “Технологические и управленческие процессы и операции”:

$$BIBP = \langle BP, O, W, BPol, ST, OoST \rangle,$$

где $BP = \{ bp_i \mid i = \overline{1, nBP} \}$ - множество технологических

и управленческих процессов предприятия;

nBP - число технологических и управленческих процессов предприятия;

O - множество операций технологических и управленческих процессов предприятия:

$O = \{ po_i = \{ p_{ij} \mid j = \overline{1, nO_i} \} \mid i = \overline{1, nBP} \}$ - операции процесса bp_i , nO_i - число операций процесса bp_i ;

$W = \{ w_i \in [0, 1] \mid i = \overline{1, nBP} \}$ - множество значений весов технологических и управленческих процессов предприятия;

$BPol = \{ pol_i \in L \mid i = \overline{1, nBP} \}$ - множество, показывающее отнесение технологического или управленческого процесса к уровню ИС предприятия;

$ST = \{ st_i \mid i = \overline{1, nST} \}$ - множество стадий нефтепереработки, осуществляемых силами предприятия, здесь nST - число стадий нефтепереработки;

$OoST = \{ \{ OoST_j \mid j = \overline{1, nO_i} \} \in ST \mid i = \overline{1, nBP} \}$ - множество, относящее операции бизнес-процессов к стадиям нефтепереработки, осуществляемым силами предприятия.

Компонент модели BII соответствует третьему блоку модели “Показатели”.

$$BII = \langle I, B \rangle,$$

где $I = \{ I_i = f(B, C, BP, U) \mid i = \overline{1, nI} \}$ - множество интегральных показателей качества ИС нефтеперерабатывающего предприятия, здесь nI - число интегральных показателей качества ИС нефтеперерабатывающего предприятия;

$B = \{ b_i \mid i = \overline{1, nB} \}$ - множество базовых показателей компонентов ИС предприятия, здесь nB - число базовых показателей компонентов ИС нефтеперерабатывающего предприятия.

Следующий компонент отвечает за четвертый блок модели “Участки и рабочие места”:

$$BII = \langle U, R, cR \rangle,$$

где $U = \{ u_i \mid i = \overline{1, nU} \}$ - множество участков предприятия, здесь nU - число участков предприятия;

$R = \{ \{ r_{ij} \mid j = \overline{1, nR_i} \} \mid i = \overline{1, nU} \}$ - множество рабочих мест различных участков предприятия, здесь r_{ij} - рабочие места участка u_i , nR_i - число рабочих мест участка u_i ;

$cR = \{ \{ cr_{ij} \mid j = \overline{1, nR_i} \} \mid i = \overline{1, nU} \}$ - множество значений численности рабочих мест различных участков предприятия.

Центральный блок модели, описывающий связи между элементами остальных блоков, представлен в виде следующей конструкции:

$$BIX = \langle BPoC, IoC, BoC, OoF \rangle,$$

где $BPoC = \{ \langle o, r, c \rangle \mid c \in C, r \in R, o \in O \}$ - множество, которое определяет, что определенный программный компонент задействован в определенной операции одного из технологических процессов на некотором рабочем месте некоторого участка предприятия для автоматизации выполнения работ сотрудниками;

$IoC = \{ \langle ioc_{ij} \in [0, 1] \rangle \mid i = \overline{1, nC}, j = \overline{1, nI} \}$ - множество значений интегрированных показателей качества для отдельных программных компонентов ИС предприятия;

$BoC = \{ \langle boc_{ij} \in R \rangle \mid i = \overline{1, nC}, j = \overline{1, nB} \}$ - множество значений базовых показателей для отдельных программных компонентов ИС предприятия.

Таблица 1

Иллюстрация расчета интегрированных показателей качества информационной системы нефтеперерабатывающего предприятия

	Компонент 1	Компонент 2	Компонент 3	Вес	Итог
Показатель 1	$P_1(C_1)$	$P_1(C_2)$	$P_1(C_3)$	α_1	$I_1 = \sum_{i=1}^3 \beta_i \cdot P_1(C_i)$
Показатель 2	$P_2(C_1)$	$P_2(C_2)$	$P_2(C_3)$	α_2	$I_2 = \sum_{i=1}^3 \beta_i \cdot P_2(C_i)$
Показатель 3	$P_3(C_1)$	$P_3(C_2)$	$P_3(C_3)$	α_3	$I_3 = \sum_{i=1}^3 \beta_i \cdot P_3(C_i)$
База	β_1	β_2	β_3	1	
Итог	$P(C_1) = \sum_{i=1}^3 \alpha_i \cdot P_i(C_1)$...			$I = \sum_{i=1}^3 \alpha_i \cdot I_i$

$OoF = \left\{ \langle o_i, f \rangle_{ij} \mid f \in F, j = \overline{1, nOoF_i} \right\}_{i = \overline{1, nBP}}$ - множество пар $\langle o_i, f \rangle$, которое определяет использование функций из словаря функций программных компонентов для выполнения определенных операций бизнес-процессов, здесь $nOoF_i$ - мощность множества OoF_i , которое соответствует i -му процессу предприятия.

Рассмотренная модель автоматизированной ИС нефтеперерабатывающего предприятия показывает ключевые аспекты функционирования ИС, ее значение в деятельности предприятия и может быть использована для разработки инструментальных средств оценки качества ИС нефтеперерабатывающего предприятия.

Методика оценки качества информационных систем предприятий нефтеперерабатывающей промышленности предполагает анализ состояния, взаимодействия и динамики ее многочисленных компонентов.

Интегральный показатель качества (см. табл. 1) может быть представлен как функции показателей, определенных ранее, например:

$$I = \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot I_i, \text{ где } \alpha = (\alpha_1 \ \alpha_2 \ \dots \ \alpha_n) - \text{вектор}$$

весовых коэффициентов, полученных экспертным путем.

Таким образом, можем сформировать профиль в виде вектора из выделенных ранее характеристик качества ИС предприятия нефтепереработки: $(I_1 \ I_2 \ \dots \ I_n)$.

Следующим важным вопросом является определение базы для сравнения компонентов между собой (см. табл. 2).

Все показатели качества ИС предприятия могут быть получены на основе функции расчета:

$$I_i = \frac{\sum_{j=1}^m f^i(C_j, F, BP, U) \cdot b_j}{\sum_{j=1}^m b_j},$$

где b_j - база для расчета интегрального показателя качества ИС.

Таблица 2

Возможные варианты базы для расчета показателя по информационной системе в целом

База	Описание
Число пользователей	Число конкурентных сетевых лицензий программного средства
Число рабочих мест	Число рабочих мест, оснащенных компьютером с установленным программным компонентом
Число операций	Число операций технологических и управленческих процессов, для исполнения которых используется компонент
Число процессов	Число технологических и управленческих процессов, в которых используется компонент
Стоимость	Стоимость приобретения программного компонента

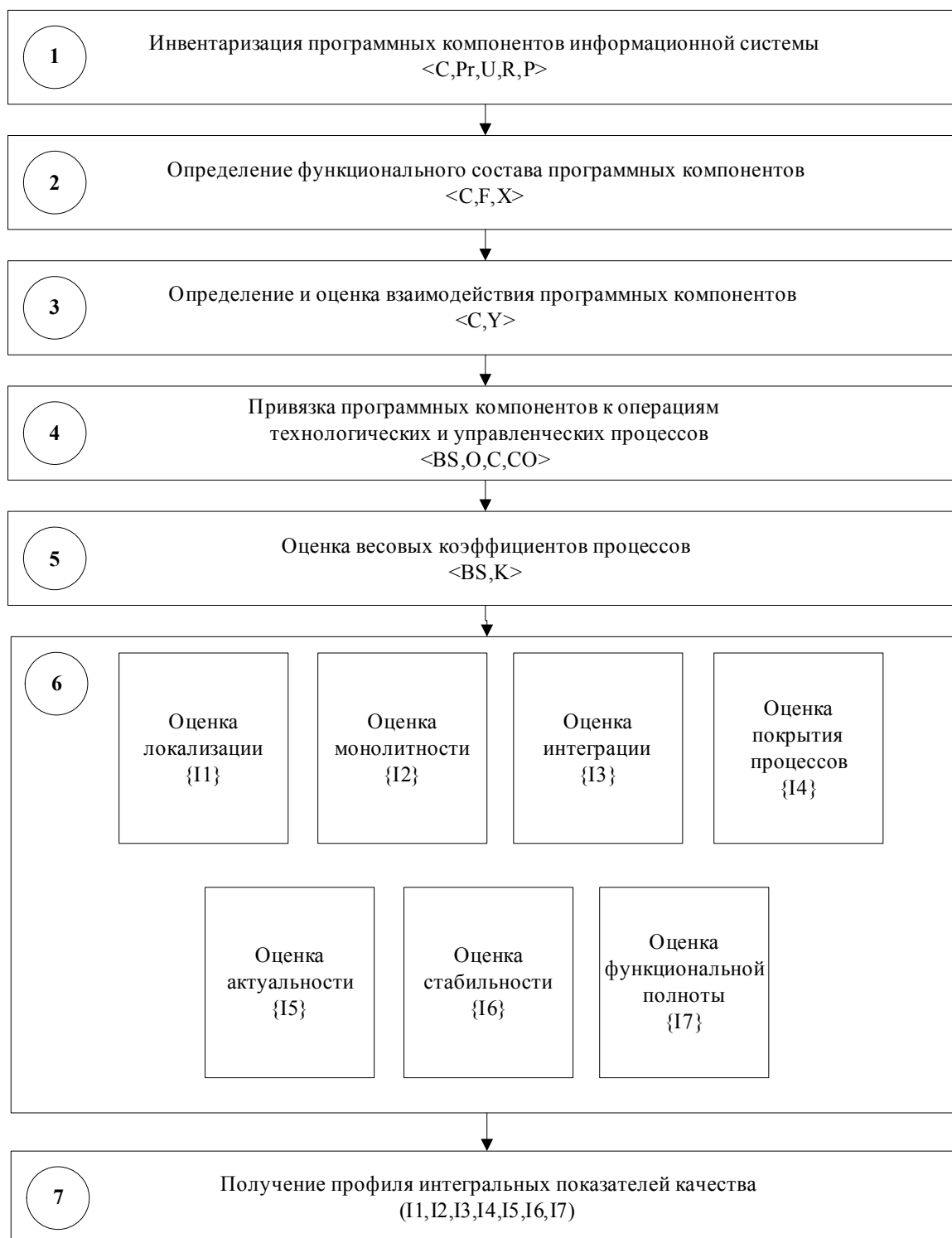


Рис. 2. Шаги методики оценки интегральных показателей качества ИС

Важно, что любой вариант базы предполагает корректировку с помощью весовых коэффициентов, позволяющих сравнивать важность разных процессов (см. рис. 2).

На рис. 3 в виде радиальной диаграммы (“Розы ветров”) показан пример интегральных показателей качества ИС нефтеперерабатываю-

щего предприятия, прогноз развития системы в соответствии с графиком внедрения и двух альтернативных проектов развития этой системы.

Анализ информационных систем предприятий нефтеперерабатывающей промышленности по критерию функциональной полноты является важным показателем качества ин-

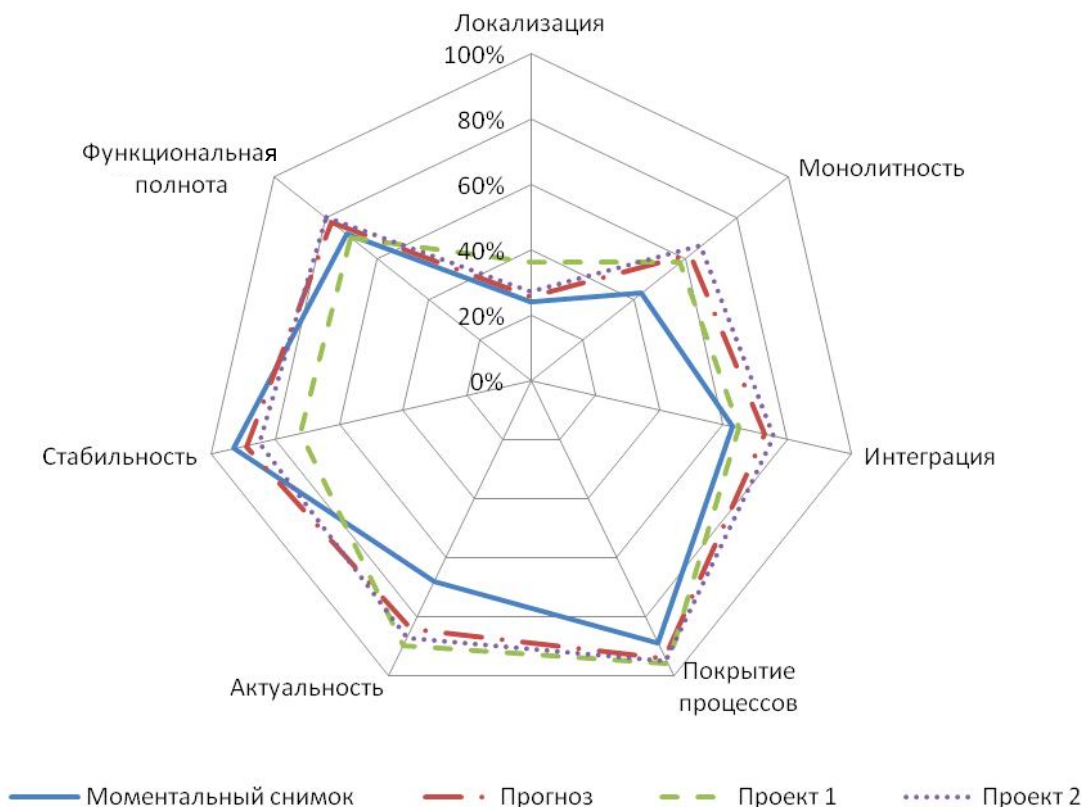


Рис. 3. Пример диаграммы показателей качества автоматизированной информационной системы предприятия нефтеперерабатывающей промышленности

формационных систем. Анализ функциональной полноты ИС, сравнение между собой и поддержка выбора решений по определению системы выполняются с помощью методики сравнительного анализа сложных систем по критерию функциональной полноты Г.Н. Хубаева. Исходными данными для методики являются:

$Z = \{z_i\}, i = \overline{1, n}$ - множество анализируемых систем;

$R = \{r_i\}, i = \overline{1, m}$ - словарь функций;

$X = \{x_{ij}\}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}$ - матрица, определяющая реализацию системой z_i функции r_j .

$$x_{ij}^i = \begin{cases} 1, & \text{если функция } r_j \text{ входит в систему } z_i \\ 0, & \text{если функция } r_j \text{ не входит в систему } z_i \end{cases}$$

Метод анализа сложных систем по критерию функциональной полноты позволяет:

- систематизировать сведения о составе и функциональной полноте анализируемых программных систем;

- количественно оценить степень соответствия программных систем требованиям пользователя к функциональной полноте;

- отсеять программные системы, в которых не реализуются необходимые функции;
- ранжировать программные системы по критерию функциональной полноты.

Для создания модифицированной методики анализа компонентов информационных систем по критерию функциональной полноты требуется ввести в рассмотрение следующие сущности (рис. 4).

Сущность “Решение” состоит из нескольких программных компонентов, используемых для

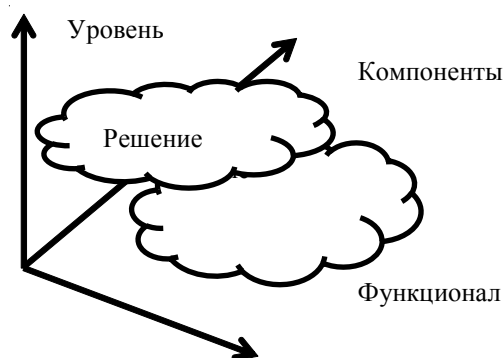


Рис. 4. Схематическое изображение модифицированного (трехмерного) метода анализа компонентов ИС по критерию функциональной полноты

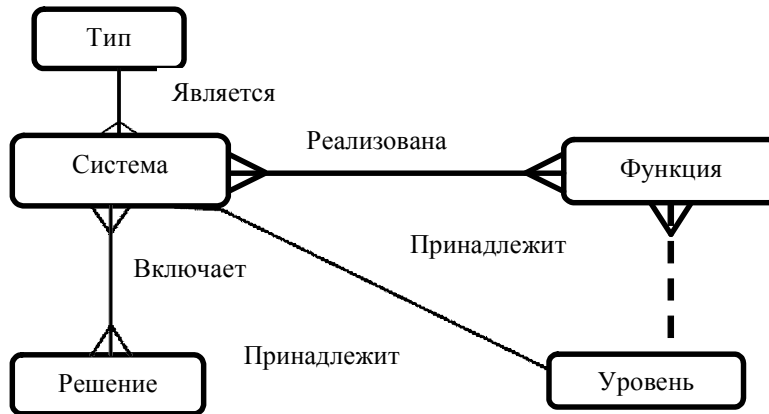


Рис. 5. Сущности и отношения в рамках модифицированного метода анализа компонентов информационных систем по критерию функциональной полноты

Таблица 3

Модифицированная методика анализа программных компонентов по критерию функциональной полноты

№ п/п	Шаг	Описание
1	Формируется множество программных средств Z	Соответствуют начальному этапу классической методики анализа сложных систем по критерию функциональной полноты
2	Формируется словарь функций R	
3	Заполняется матрица X	
4	Формируется множество уровней L	Подготовка исходных данных для проведения трехмерного анализа функциональной полноты
5	Для систем заполняется матрица XLZ , относящая систему к определенному уровню управления	
6	Для функций заполняется матрица XLR , относящая функцию к определенному уровню управления	
7	Формируется множество типов систем T	
8	Для систем и типов заполняется матрица XTZ , фиксирующая отнесение системы к определенному типу	
9	Формируется множество требований к результирующей системе с помощью словаря функций R . Сформированный перечень заносится в множество программных средств в качестве "идеальной системы", а также добавляется в виде строки в матрицу X	
10	Делается проекция множества систем $Z_{step} \subset Z$, для которых $xiz_j = 1$. Результатом являются группы систем каждого типа, отношение между собой и требованиям пользователя, а также ранжирование внутри групп	
11	Заполняется матрица S . Основой решения является программный продукт, к которому присоединяются другие продукты	Синтез решений
12	Формируется матрица XSR , отражающая реализацию функции решениями: $XSR_{ij} = \begin{cases} 1 & \forall Z_k \in Z, X_{k,i} = 1, XZS_{ik} = 1 \\ 0 & \end{cases}$	
13	Проводится классический анализ решений по критерию функциональной полноты. Решения ранжируются	
14	Производится корректировка решений с целью дополнить решения другими из существующих компонентов	Второй этап классической методики
15	Синтез артефактов и включение их в решение. Нереализованные в решениях функции идеальной системы (требования) добавляются в перечень систем в качестве артефактов или независимых модулей	Возможно расщепление решений, для отражения одного из нескольких вариантов
16	Оценка пересечения по функциям между компонентами одного решения разных уровней с помощью матрицы поглощения и проекции на уровень	Межуровневый анализ решений
17	Сравнение скорректированных решений между собой и с набором требований заказчика (совокупность функций "идеальной системы")	Классический анализ

получения определенного результата. Сущность “Уровень” соответствует уровням или ярусам ИС предприятия нефтепереработки.

Детальное соотношение элементов модифицированной методики приведено на рис. 5.

Сущность “Тип” отражает назначение системы, например: LIMS (лабораторная автоматизированная система анализа качества нефтепродуктов); EAM (система управления основными средствами); SCM (система управления цепочками поставок); SCADA (система контроля и диспетчеризации) и т.д.

Введем соответствующие обозначения.

$L = \{l_i\}, i = \overline{1, nl}$ - множество уровней;

$T = \{t_i\}, i = \overline{1, nt}$ - множество типов программных компонентов;

$S = \{s_i\}, i = \overline{1, ns}$ - множество решений;

$XLZ = \{xlz_{ij}\}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, nl}$ - матрица, определяющая отнесение системы z_i к уровню l_j .

$XTZ = \{xtz_{ij}\}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, nt}$ - матрица, определяющая отнесение системы z_i к типу t_j .

$XLR = \{xlr_{ij}\}, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, nl}$ - матрица, определяющая отнесение функции r_i к уровню l_j .

$XSZ = \{xs_{ij}\}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, ns}$ - матрица, определяющая включение системы z_i в решение s_j .

Методика анализа функциональной полноты (см. табл. 3) позволяет решить сложные задачи анализа систем. Важно, что методика не является полностью автоматизированным алгоритмом, но требует принятия решений при выполнении программных решений.

1. Хубаев Г.Н. Сравнение сложных программных систем по критерию функциональной полноты // Программные продукты и системы (SOFTWARE & SYSTEMS). 1998. № 2. С. 6-9.

2. ImanMorsi, LoayMohy El-Din (2014) SCADA system for oil refinery control. *Measurement*, vol. 47, January, pp. 5-13.

3. Julka N., Karimi I., Srinivasan R. (2002) Agent-based supply chain management, part 2: a refinery application. *Computers&ChemicalEngineering*, 26, Elsevier, pp. 1771-1781.

4. Moran M. (2013) Manufacturing execution systems for the refining industry. Available from: http://www.digitalrefining.com/article/1000847,Manufacturing_execution_systems_for_the_refining_industry.html.

Поступила в редакцию 06.03.2017 г.