

Применение графоаналитического метода анализа предметной области при проектировании информационных систем

Н.Н. Елизарова, канд. техн. наук, Е.Л. Архангельская, студ.

Приводится краткая классификация методов анализа предметных областей, используемых при проектировании информационных систем. Рассматривается применение одного из подходов анализа, основанного на декомпозиции предметной области и анализе взаимосвязи ее элементов.

Ключевые слова: предметная область, информационная система, методы анализа, неформализованные, формализованные, структурные методы, графические методы, аналитические методы.

Applying Grapho-Analytical Method of Analyzing Subject Domains When Designing Information Systems

N.N. Elisarova, Candidate of Engineering, E.L. Arkhangelskaya, Student

The article gives the brief classification of the analyzing methods of the subject domains used when designing information systems. The application of one of the approaches of the analysis based on decomposition of a subject domain and the analysis of interrelation of its elements is considered.

Keywords: subject domains, information system, analyzing methods, unformalized, formalized, structural methods, graphic methods, analytical methods.

Анализ предметной области является первым этапом проектирования информационных систем и включает в себя определение требований и их оценку. Постановка любой задачи заключается в том, чтобы перевести ее словесное или вербальное описание в формальное. В случае относительно простых задач бывает достаточно вербального описания и переход к формальному описанию осуществляется в сознании человека, который не всегда даже может объяснить, как он это сделал. По мере усложнения объекта исследования получение модели предметной области становится невозможным без применения специальных приемов и методов [1, 2].

Все методы анализа можно разбить на три группы:

1) *интуитивные, неформализованные методы* [3], направленные на активизацию использования интуиции и опыта специалистов-экспертов. Они включают методы индивидуальных экспертных оценок (аналитический метод, метод интервью, метод построения сценариев) и коллективных экспертных оценок (метод экспертного ранжирования, метод «мозговая атака», метод «Дельфи» и др.);

2) *методы формализованного представления предметной области* [1], которые включают обширный круг методов (аналитические, основанные на исследовании детерминированных величин и зависимостей, статистические, графические, логические и др.);

3) *структурные методы моделирования предметной области* [4], включающие как графическое представление алгоритма с использованием стандартных графических элементов, так и методологию структурного анализа и проектирования, включающую функциональное (IDEF0), информационное (IDEF1X) описание предметной

области, метод графического описания процессов преобразований данных (DFD) и др.

Графические методы позволяют наглядно представить процессы, происходящие в системе, облегчить их анализ и могут служить первым этапом формализации процессов в сложных системах. Однако для дальнейшего анализа построенной структуры можно использовать формализованные методы [5]. Рассмотрим один из подходов применения графических и аналитических методов.

Так как *предметная область* – это часть реального мира, рассматриваемая в пределах некоторого контекста, то для ее описания можно опираться на «терминальные элементы» (концепты, термины) и отношения между ними. Тогда предметную область можно представить в виде ориентированного графа:

$$G = (C \& L),$$

где C – множество элементов; L – множество связей между элементами.

Предметную область следует разбить на три составляющие:

1) *материальная составляющая*, которая описывает понятия реального объекта, отображенные в виде графа $G_o = (C_o \& L_o)$;

2) *информационная составляющая*, включающая основные документы, создаваемые в ходе деятельности объекта, представленного в виде графа $G_d = (C_d \& L_d)$;

3) *организационная составляющая*, отражающая функции должностных лиц, участвующих в функционировании объекта $G_c = (C_c \& L_c)$.

Все составляющие взаимосвязаны, причем связь материальной и организационной составляющих осуществляется через информационную составляющую. Для каждой составляющей граф получается путем декомпозиции

объекта предметной области на более мелкие элементы. Разбиение продолжается до тех пор, пока не получим элементарные объекты (гlossарии предметной области), не разделяющиеся на более мелкие составляющие (рис. 1).

Взаимодействия элементов содержательной модели предметной области, представленные ориентированными графами G_o , G_d , G_c , можно отразить в виде матриц

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} b_{11} & \dots & b_{1l} \\ \dots & \dots & \dots \\ b_{n1} & \dots & b_{nl} \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где m – количество элементов материальной составляющей; n – количество элементов информационной составляющей; l – количество элементов социальной составляющей.

Элементы a_{ij} и b_{jk} могут принимать значения 0 и 1. Если $a_{ij} = 0$, то сущность с номером i не входит в документ с номером j , если $a_{ij} = 1$, 1 – входит. Если $b_{jk} = 0$, то элемент (документа) с номером j не используется в функции (или другом элементе) с номером k , $b_{jk} = 1$, 1 – используется.

В результате умножения матриц A и B получаем матрицу C_1 размера (m, l) , которая определяет использование сущностей материальной составляющей предметной области в функциях должностных лиц, найденных через документы:

$$C_1 = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} b_{11} & \dots & b_{1l} \\ \dots & \dots & \dots \\ b_{n1} & \dots & b_{nl} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} c_{11} & \dots & c_{1l} \\ \dots & \dots & \dots \\ c_{m1} & \dots & c_{ml} \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Если c_{ijk} принимает значение 0, то сущность с номером i не используется в функции с номером k данного должностного лица, а если $c_{ijk} \neq 0$, то используется.

Построчным суммированием элементов матрицы $C_1(m, l)$ получаем матрицу $C_2(m)$, показывающую количественные характеристики использования сущностей материальной составляющей предметной области в функциях:

$$C_2 = \begin{pmatrix} c_{21} = \sum_{j=1}^l c_{11j} \\ \dots \\ c_{2m} = \sum_{j=1}^l c_{1mj} \end{pmatrix}, \quad (3)$$

где c_{2i} – количество функций, в которых используется данная сущность.

Делением матрицы $C_2(m)$ на число l , равное количеству функций в функциональной модели, получаем матрицу $C_3(m)$, содержащую относительные коэффициенты использования сущностей в функциях:

$$C_3(m) = C_2(m)/l. \quad (4)$$

Из матрицы $C_3(m)$ можно сформировать матрицу $O(q)$, представляющую собой искомый перечень общесистемных сущностей. Сущность предметной области признается общесистемной, если коэффициент ее использования в функциях больше или равен некоторому пороговому значению, определяемому коэффициентом K_{min} . Значение данного коэффициента не является универсальным и зависит как от предметной области, так и от условий конкретного проекта.

Методы и процедуры выявления общесистемных элементов необходимы не только для обеспечения концептуальной целостности проекта, но и для понижения размерности исходной задачи на каждом конкретном шаге проекта, что существенно влияет на суммарную трудоемкость.

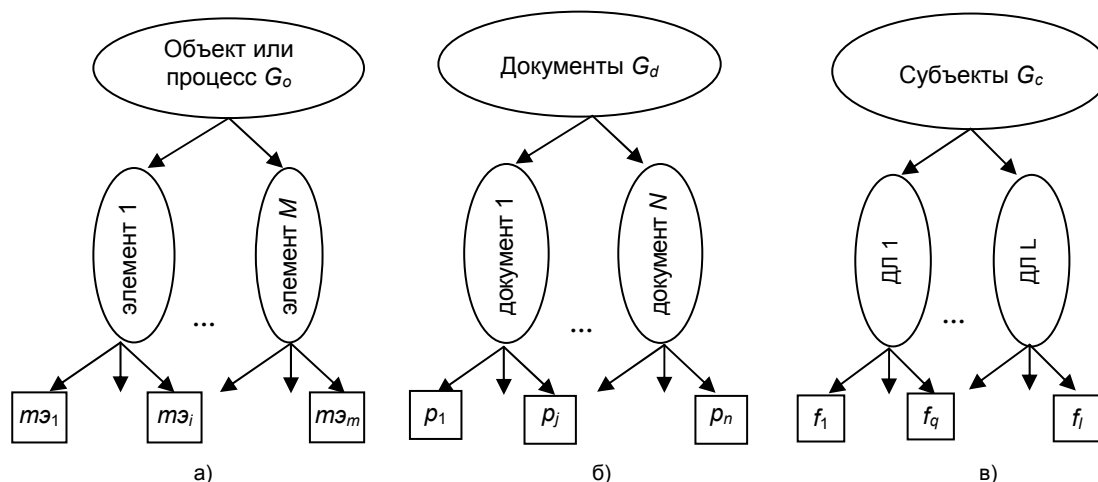


Рис. 1. Декомпозиция предметной области: а – материальная составляющая: $тэ_i$ – терминальный элемент, соответствующий материальной составляющей; б – информационная составляющая: p_j – реквизиты документов информационной составляющей; в – организационная или функциональная составляющая: f_q – элементы (функции и др. компоненты), связанные с организационной или функциональной составляющей

Объединяя функции по должностным лицам из матрицы C_1 , можно определить сущности $D_i(s)$, необходимые для каждого i -должностного лица. Данная процедура полезна при разработке распределенных баз данных и для определения прав доступа исполнителей:

$$C_1 = \begin{pmatrix} c_{11} & \dots & c_{1q} & c_{1q+1} & \dots & \dots & c_{1l} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{m1} & \dots & c_{mq} & c_{mq+1} & \dots & \dots & c_{ml} \end{pmatrix} \quad (5)$$

$D_1(\text{ДЛ}_1) \quad D_2(\text{ДЛ}_2) \quad \dots \quad D_l(\text{ДЛ}_l)$

Объединяя функции по принадлежности к бизнес-процессам или подсистемам $P_j(r)$, можно выделить сущности для каждого процесса или подсистемы (аналогично делению по должностным лицам), что будет полезным при оптимизации процессов обработки информации.

Для пояснения вышеизложенной теории рассмотрим реализацию графоаналитического метода на несложном примере процесса сертификации продукции. Сертификация – это процедура подтверждения соответствия результата производственной деятельности, товара, услуги нормативным требованиям, посредством которой третья сторона (независимая от изготовителя и потребителя продукции) документально удостоверяет, что продукция или услуга соответствует заданным требованиям.

Требуется проанализировать процесс сертификации выпускаемой продукции для некоторого предприятия в целях создания хранилища данных по его сертифицированной продукции. Проведем декомпозицию данной предметной области.

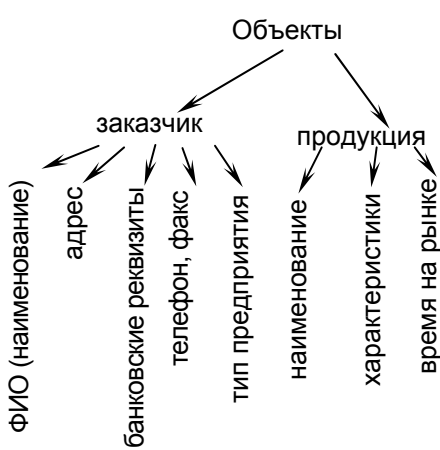


Рис. 2. Декомпозиция материальной составляющей

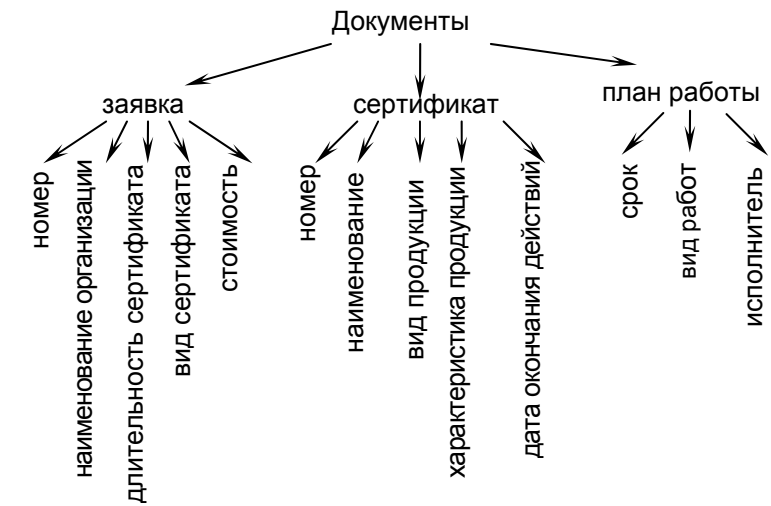


Рис. 3. Декомпозиция информационной составляющей

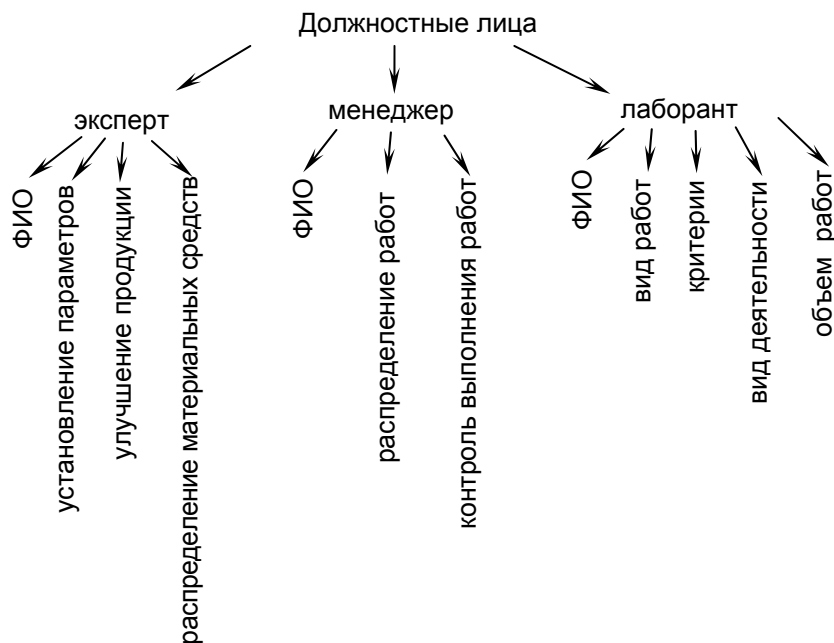


Рис. 4. Декомпозиция организационной составляющей

Сведем данные декомпозиции в табл. 1.

Таблица 1. Декомпозиция объектов

Объект		Документы			Должностные лица	
Заказчик	1. ФИО	Заявка	1. Номер	Эксперт	1. ФИО	
	2. Адрес		2. Наименование организации		2. Установление параметров	
	3. Банковские реквизиты		3. Длительность сертификата		3. Улучшение продукции	
	4. Телефон, факс		4. Вид сертификата		4. Распределение материальных средств	
	5. Тип предприятия		5. Стоимость		5. ФИО	
Продукция	6. Наименование	Сертификат	6. Номер	Менеджер	6. Распределение работ	
	7. Характеристики		7. Наименование		7. Контроль	
	План работы		8. Вид продукции	Лаборант	8. Дата окончания	8. ФИО
			9. Характеристики продукции		9. Вид продукции	
		11. Сроки	10. Критерии			
		12. Вид работы	11. Вид деятельности			
	13. Исполнитель	12. Объем работ				

Взаимодействия элементов содержательной модели предметной области, представленные ориентированными графами G_o , G_d , G_c , можно отразить в виде следующих матриц:

1) взаимосвязь документов и объектов

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix};$$

2) взаимосвязь должностных лиц и документов

$$B = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Умножением матриц A и B получим

$$C_1 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 2 & 3 & 2 & 4 & 1 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 3 \\ 1 & 6 & 5 & 3 & 0 & 1 & 1 & 0 & 6 & 4 & 0 & 3 \\ 2 & 5 & 4 & 4 & 0 & 2 & 2 & 1 & 5 & 3 & 1 & 4 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Просуммировав элементы матрицы $C_1(m, l)$, получаем матрицу $C_2(m)$ характеризующую использование сущностей материальной составляющей предметной области в элементах организационной составляющей. Разделив элементы матрицы $C_2(m)$ на число l , получаем матрицу $C_3(m)$, содержащую относительные коэффициенты использования сущностей:

$$C_2 = \begin{pmatrix} 3 \\ 10 \\ 1 \\ 1 \\ 27 \\ 30 \\ 33 \\ 7 \end{pmatrix} \quad C_3 = \begin{pmatrix} 0,25 \\ 0,83 \\ 0,08 \\ 0,08 \\ \mathbf{2,25} \\ \mathbf{2,50} \\ \mathbf{2,75} \\ 0,58 \end{pmatrix}$$

– тип предприятия
– наименование продукции
– характеристики продукции

Из них можно выделить общесистемные элементы, если коэффициент использования элементов больше или равен заданному пороговому значению. Например, при $K_{min} = 2$ имеем три общесистемные функции (выделены жирным шрифтом).

Объединяя функции по должностным лицам из матрицы C_1 , определим сущности $Di(s)$, необходимые для каждого должностного лица.

$$C_1 = \begin{array}{c|ccc|ccc|ccc} & \text{Эксперт} & & & \text{Менеджер} & & & \text{Лаборант} & & & \\ \hline & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 \\ \hline & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ \hline & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ \hline & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ \hline & 2 & 3 & 2 & 4 & 1 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 3 \\ \hline & 1 & 6 & 5 & 3 & 0 & 1 & 1 & 0 & 6 & 4 & 0 & 3 \\ \hline & 2 & 5 & 4 & 4 & 0 & 2 & 2 & 1 & 5 & 3 & 1 & 4 \\ \hline & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 1 & 0 & 0 \end{array}$$

Из этой матрицы получим таблицу для должностных лиц (табл. 2), из которой видно, какие элементы материальной составляющей необходимы для выполнения своих функций должностными лицами.

Таблица 2. Распределение по должностным лицам

	Эксперт		Менеджер		Лаборант
Заказчик	2. Адрес	Заказчик	1. ФИО	Заказчик	1. ФИО
	5. Тип предприятия		2. Адрес		2. Адрес
Продукция	6. Наименование	Продукция	5. Тип предприятия	Продукция	3. Банковские реквизиты
	7. Характеристики		6. Наименование		4. Телефон, факс
	8. Время на рынке		7. Характеристики		5. Тип предприятия
				Продукция	6. Наименование
					7. Характеристики
					8. Время на рынке

Данные табл. 2 могут быть полезны при разграничении доступа к информации. Рассмотренный пример наглядно демонстрирует полезность совмещения графического метода и его аналитической обработки, но не показывает все возможности этого анализа. В реальных объектах элементов и связей много, поэтому анализ предметной области будет более сложным, следовательно, его формализация становится актуальной.

Список литературы

1. **Системный** анализ в экономике и организации производства: учебник для студентов / С.А. Валуев, В.Н. Волкова, А.П. Градов и др. – Л.: Политехника, 1995.
2. **Казиев В.М.** Введение в анализ, синтез и моделирование систем: учеб. пособие. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006.
3. **Основы** экономического и социального прогнозирования / под ред. В.Н. Мосина, Д.М. Крука. – М.: Высш. шк., 1985.
4. **Вендров А.М.** Практикум по проектированию программного обеспечения экономических информационных систем: учеб. пособие для вузов. – М.: Финансы и статистика, 2006.
5. **Тудер И.** Коллективный анализ предметной области // Банковское дело. – 2001. – № 5 / <http://www.bizcom.ru/techno-logies/2001-05/03.html>

Елизарова Надежда Николаевна,

ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»
кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий,
телефон (4932) 26-98-55,
e-mail: elisarova@it.ispu.ru

Архангельская Елизавета Леонидовна,

ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»
студент,
телефон (4932) 26-98-55.