

УДК 338+004:33

© В. М. РАМЗАЕВ<sup>1</sup>, В. П. МАХИТЬКО<sup>2</sup>, 2017

<sup>1</sup> Самарский университет государственного управления  
«Международный институт рынка»  
(Университет «МИР»), Россия

<sup>2</sup> Ульяновский институт гражданской авиации им. Главного  
маршала авиации Б. П. Бугаева, (УИ ГА), Россия

E-mail <sup>1,2</sup>: kovalek68@mail.ru

## АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ ДОКУМЕНТООБОРОТА ПРЕДПРИЯТИЯ В ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА С УЧЕТОМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

*В статье рассмотрены вопросы автоматизации систем документооборота на этапе анализа промышленной предметной области. Представлены статистические исследования для обоснования количественных характеристик при проектировании концептуальной модели данных.*

**Ключевые слова:** информационные системы, промышленные предприятия, организация производства, автоматизация документооборота, концептуальная модель данных.

На сегодняшний день существует острая потребность в научно обоснованных технологических методах разработки программных систем документирования производственных процессов, позволяющих планировать параметры программного проекта и гарантировать необходимое качество результатов [1, 2]. Большая размерность и сложность объектов автоматизации промышленной сферы предопределяет итерационный характер методов разработки, а потребность в разработке универсальных алгоритмов для промышленного использования означает необходимость глубокой формализации технологии выполнения всех этапов проекта. Существующие сегодня методы, безусловно, решают задачу разработки программного обеспечения, однако не обладают автоматическими свойствами, особенно при коллективном характере формирования модели данных промышленной предметной области.

Для создания научно обоснованных технологических методов коллективной разработки программных систем, которая является актуальной научно-технической проблемой, требуется провести анализ предметной области, важнейшей составной частью которого является моделирование предметной области [3, 4, 7].

Промышленная предметная область имеет большую сложность и размерность элементов, участвующих в документообороте [8, 9]. Чтобы уменьшить эти величины, а также сроки проектирования, требуется на этапе анализа предметной области использовать не все элементы, а лишь значимые, то есть меньшие определенного коэффициента. Необходимо определить коэффициент минимального использования элементов для указанной предметной области.

*Цель исследования* — расчет характеристик стабильности и размерности промышленной предметной области для выявления общих тенденций при моделировании данных в системах документооборота производственных процессов.

*Предмет исследования* — моделирование данных в организации производства.

*Объектом исследования* выступили три крупных промышленных предприятия Самарской области: ОАО «Волгабурмаш», ОАО «Авиакор — авиационный завод», ЗАО «Алкоа СМЗ».

Для анализа используем следующие понятия:

— функциональная составляющая (аспект) предметной области — это совокупность основных функциональных элементов модели предметной области (процессов) вместе с их спецификациями;

— информационная составляющая (аспект) предметной области — это совокупность основных информационных элементов модели предметной области (сущностей предметной области) вместе с их спецификациями.

Под размерностью  $K$  составляющей предметной области в данном исследовании понимается величина, характеризующая количество элементов, образующих совокупность, соответствующую данной составляющей. Эти понятия используются по аналогии с банковской предметной областью [5, 6].

Под стабильностью составляющей предметной области в данном исследовании понимается величина, обратная коэффициенту изменения состава и/или содержания данной составляющей за какой-либо период времени.

Стабильность исследуем по формуле, где:

$S(t)$  — стабильность какой-либо составляющей предметной области за период времени  $t$ ;

$K(t)$  — коэффициент изменения состава какой-либо составляющей предметной области за период времени  $t$ .

Изменение  $K$  может быть объективным за счет появления новых бизнес-процессов или сущностей в предметной области или субъективным за счет уточнения существующих процессов.

Тогда:

$$S(t) = 1 / K(t). \quad (1)$$

При этом:

$$K(t) = 1 + \sum_{j=1}^R n_j(t) / R, \quad (2)$$

где:

$n_j(t)$  – количество изменений  $j$ -го элемента за период  $t$ ;

$R$  – количество элементов какой-либо составляющей.

Из формулы (2) следует, что  $K(t) \geq 1$ , из чего на основании формулы (1) следует область значений  $S(t)$ :  $0 < S(t) \leq 1$ .

Таблица 1

**Исследование размерности промышленной предметной области**

Проект	Размерность составляющей	
	Функциональная, $R_f$	Информационная, $R_u$
ОАО «Волгабурмаш»	14	302
ЗАО «Алкоа СМЗ»	59	416
ОАО «Авиакор – авиационный завод»	16	167

Исследование размерности промышленной предметной области показало (см. табл. 1), что информационная составляющая намного больше функциональной.

Таблица 2

**Исследование стабильности промышленной предметной области**

Проект	Стабильность составляющей	
	Функциональная, $S_f$	Информационная, $S_u$
ОАО «Волгабурмаш»	0,54	0,73
ЗАО «Алкоа СМЗ»	0,71	0,78
ОАО «Авиакор – авиационный завод»	0,61	0,97

Стабильность информационной составляющей больше функциональной (см. табл. 2). Находим коэффициент минимального использования информационных сущностей  $K_{min}$ .

Большой разброс в абсолютных значениях объясняется следующими факторами:

– различия в абсолютном времени, соответствующем периоду измерений;

— различия в области применения версии модели предметной области, используемой для расчета.

Различия в абсолютном времени периода измерений оказывают существенное влияние на характеристики за счет разницы в состоянии экономической среды России и темпах ее изменений. Например, период измерений проекта ОАО «Волгабурмаш» приходится на 2012 год, для которого характерна конкурентная борьба и отсутствие стабильности. Данные факторы привели к тому, что на предприятии появлялись новые изделия, операции и др. В отличие от ОАО «Волгабурмаш», период измерений проектов ОАО «Авиакор — авиационный завод», ЗАО «Алкоа СМЗ» приходится на 2016-2017 годы, характеризующиеся относительной стабильностью экономической сферы России. Источником большинства изменений в промышленных технологиях данного периода были сами предприятия, оптимизирующие свои бизнес-процессы в условиях конкурентной борьбы.

Различия в области применения внедренных конфигураций также оказывает существенное влияние на абсолютные показатели стабильности исследуемых участков предметной области. Например, основная функциональность ОАО «Волгабурмаш» в измеряемый период была сосредоточена на уровне заказчиков и поставщиков предприятия, в отличие от других проектов, чья функциональность преимущественно была сосредоточена на уровне одного предприятия.

Таким образом, в результате проведенных исследований однозначно показано, что в промышленной предметной области информационная составляющая является более стабильной и имеет большую размерность по сравнению с функциональной составляющей, что подтверждает целесообразность выявления интегрирующей основы предметной области именно в информационном аспекте. Эта выявленная тенденция не соответствует банковской предметной области, где информационная составляющая значительно меньше функциональной.

Исследуем характеристики сцепления бизнес-процессов по информационным сущностям (т.е. связь сущностей и процессов) по следующей методике:

- 1) определим характеристику сцепления бизнес-процессов и их зависимости;
- 2) распределим сущность по коэффициентам использования;
- 3) оценим значения коэффициента минимального использования общесистемных сущностей в промышленной предметной области (ОСПО)  $K_{min}$ .

Для расчета количественных характеристик сцепления бизнес-процессов по информационным сущностям введем относительную величину — коэффициент информационного сцепления функциональной модели  $K_c$ :

$$K_c = \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N M_{p_{ij}} * 2 / N(N-1), \quad (3)$$

где:

$M_{p_{ij}}$  — количество общих информационных сущностей предметной области (СПО) у пары  $i, j$  бизнес-процессов функциональной модели;

$N$  — количество бизнес-процессов в функциональной модели;

$N(N-1)/2$  — количество пар бизнес-процессов.

Данные, полученные при расчете показателей по этой методике, представлены в таблице 3.

Таблица 3

**Исследование характеристики сцепления бизнес-процессов по информационным сущностям**

Характеристика	ОАО «Волгабурмаш»	ЗАО «Алкоа СМЗ»	ОАО «Авиакор — авиационный завод»
Количество бизнес-процессов	16	11	13
СПО	175	51	97
ОСПО	25	18	12
$K_c$ (с учетом СПО)	9,44	4,06	8,14
$K_c$ (без учета ОСПО)	1,44	2,04	2,52

При этом коэффициент использования  $i$ -ой СПО рассчитывается следующим образом:

$$K_i = R_i / N, \quad (4)$$

где:

$N$  — количество бизнес-процессов (БП) в функциональной модели;

$R_i$  — количество бизнес-процессов, с которыми связана  $i$ -я СПО.

Из рисунка 1 видно, что количеству СПО соответствует площадь под кривой на выбранном интервале значений коэффициентов использования.

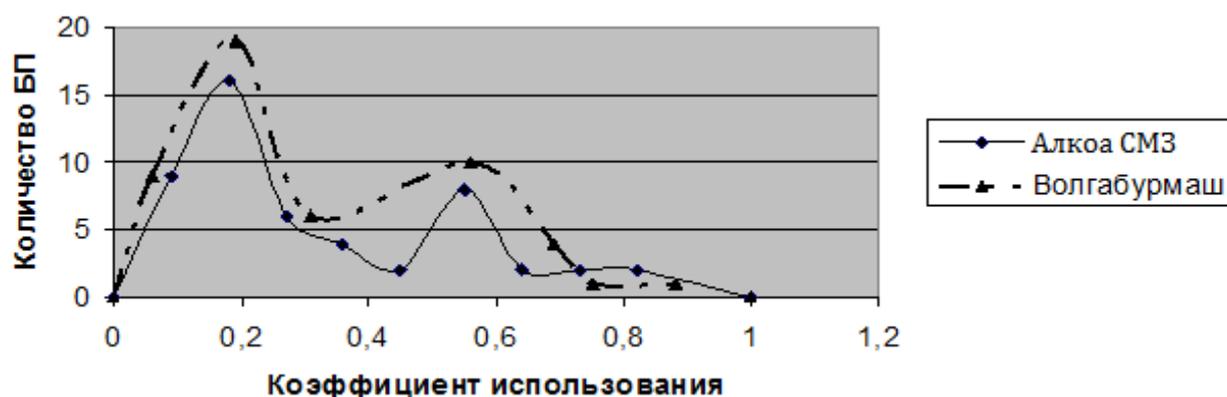


Рис. 1. Исследование коэффициента использования при проектировании концептуальной модели данных

Для определения влияния характеристик использования сущностей на коэффициент сцепления функциональной модели построим график функции:

$$K_c = f(N), \quad (5)$$

где:

$N$  — количество сущностей в процентах от общего их числа;

$K_c$  — коэффициент информационного сцепления функциональной модели.

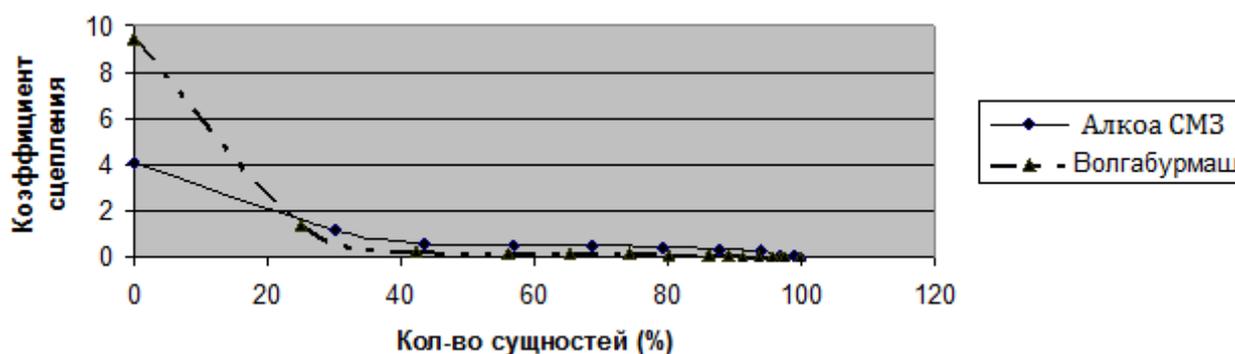


Рис. 2. Исследование коэффициента сцепления при проектировании концептуальной модели данных

Сопоставление участка резкого понижения кривых (рис. 2) соответствует количеству СПО около 35% от общего числа сущностей с графиком распределения СПО по коэффициентам использования (рис. 1), позволяет выявить наиболее эффективное значение коэффициента минимального использования СПО ( $K_{min}$ ) в промышленной предметной области.

График, представленный на рисунке 1, показывает, что область второго локального экстремума, соответствующего требуемому количеству СПО с высокими значениями коэффициента использования, находится в интервале (0,55–1,0).

Таким образом, результаты проведенного исследования показали:

– в промышленной предметной области существует небольшая доля информационных сущностей (менее 35%), связанных с большинством (около 55%) бизнес-процессов, что позволяет выявлять общесистемные сущности и понижать размерность концептуальной модели данных при первой итерации моделирования предметной области (моделирование предметной области в целом);

– в промышленной предметной области целесообразно выявлять ОСПО на основе значения  $K_{min}$  равного 0.55.

### **Литература**

1. Хаймович И. Н. Методология организации согласованных механизмов управления процессом конструкторско-технологической подготовки производства на основе информационно-технологических моделей: автореф. дис. на соискание уч. степени д-ра техн. наук / И. Н. Хаймович. Самара, 2008. 26 с.

2. Гречников Ф. В., Хаймович И. Н. Разработка информационных систем управления конструкторско-технологической подготовкой производства как интегрированной базы информационных и функциональных структур // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. 2008. № 3. С. 34-41.

3. Рамзаев В. М., Хаймович И. Н., Чумак П. В. Модели и методы сбалансированного управления предприятиями в сфере ЖКХ с учетом энергомодернизаций // Научное обозрение. 2012. № 2. С. 409-417.

4. Ramzaev V. M., Khaimovich I. N., Chumak P.V. Models for forecasting the competitive growth of enterprises due to energy modernization // Studies on Russian Economic Development. 2015. Vol. 26. № 1. Pp. 49-54.

5. Тудер И. Ю. Коллективный анализ предметной области // Банковские технологии. 2001. № 5. С.32-38.

6. Тудер И. Ю., Позин Б. А. Командная работа и моделирование или Как многократно понизить объем работ на самом ответственном этапе проекта // Директор информационной службы. 2002. № 2. С. 34-40.

7. Booch G. Object-oriented development // IEEE Transactions on Software Engineering. 1986. № 2. Pp. 211-221.

8. Журавлев Д. Ю. Формализация нерегулярных информационных структур при разработке автоматизированных систем // Вестник СГАУ. 2003. № 8. С. 16-19.

9. Журавлев Д. Ю. Разработка системы качества на авиационном производстве с использованием CALS-технологий // Качество и полезность в экономической теории и практике: мат. науч.-пр. конф. Новосибирск: НГУЭУ, 2004. С. 24-25.

*Статья поступила в редакцию 27.10.17 г.*

*Рекомендуется к опубликованию членом Экспертного совета  
канд. экон. наук М. М. Васильевым*