ISSN 1998-0663

№3(13)–2010

http://bijournal.hse.ru

БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКА

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ГУ-ВШЭ

BUSINESS INFORMATICS

Учредитель:
Государственный университет – Высшая школа экономики

Главный редактор
Никитин В.В.

Заместители главного редактора
Горбунов А.Р.
Ульянов М.В.

Редакционная коллегия
Абдульраб А. (Франция)
Авдошин С.М.
Алескеров Ф.Т.
Белов В.В.
Вирин Ф.Ю.
Грибов А.Ю.
Громов А.И.
Гюнтер Х. (Германия)
Каменнова М.С.
Калягин В.А.
Козырев О.Р.
Кузнецов С.О.
Мальцева С.В.
Миркин Б.Г. (Великобритания)
Моттль В.В.
Мулазани М. (Италия)
Пальчунов Д.Е.
Силантьев А.Ю.
Таратухин В.В.
Терзани С. (Италия)

В ЭТОМ НОМЕРЕ:

КОМПЬЮТЕРНАЯ МОЩЬ ФИРМЫ

ОНТОЛОГИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

JAVA FOR EVER

МЕТОД ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ

«В соответствии с решением президиума ВАК РФ журнал «Бизнес Информатика» с 19.02.2010 включён в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук»

БИЗНЕС-
ИНФОРМАТИКА
№3(13)–2010

СОДЕРЖАНИЕ

Бизнес-интеллект и принятие решений

В.К. Абросимов, С.А. Канев
Информационная мощность компании 3

Е.С. Середенко
Неизмеримые выгоды от аналитических информационных систем: миф или реальность?..... 10

Информационные технологии в бизнесе

А.П. Шабанов
Ось адаптивного управления: «информационная система – организационные структуры массового обслуживания» 19

О.Р. Козырев, Н.А. Климова, М.И. Литвинцева
Анализ подходов к формальной спецификации правил корпоративной безопасности ИС на основе онтологий 28

А.И. Громов
Использование системы сбалансированных показателей в стратегическом управлении информационными технологиями корпорации..... 34

Моделирование и анализ бизнес-процессов

Э.А. Бабкин, В.П. Князькин, М.С. Шиткова
Разработка метода проведения сравнительного анализа языков бизнес-моделирования..... 41

Математические методы и алгритмы решения задач бизнес-информатики

Е.М. Гринкруг
Использование JavaBeans-компонент в 3D-моделировании..... 47

Стаценко, Д.Г. Дерягин, А.В. Мякутин
Метод главных компонент..... 57

А.В. Мокеев
Классификация графических объектов на иероглифических документах..... 64

Annotations..... 69

БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКА
№3(13)–2010

Междисциплинарный
научно-практический журнал
ГУ-ВШЭ

Журнал рекомендован ВАК
для научных публикаций

Подписной индекс издания
в каталоге агентства
«Роспечать» –72315

Главный редактор
Никитин В.В.

Учредитель:
Государственный университет
Высшая школа экономики
Выходит 4 раза в год.

Редакция:
Зам. главного редактора
Горбунов А.Р.
Зам. главного редактора
Ульянов М.В.

Научный редактор
Лычкина Н.Н.

Технический редактор
Осипов В.И.

Дизайн обложки
Борисова С.Н.

Компьютерная вёрстка
Богданович О.А.

Администратор веб-сайта
Проценко Д.С.

Адрес редакции:
105679, г. Москва,
ул. Кирпичная, д. 33.
Тел.+7 (095) 771-32-38,
e-mail: bijournal@hse.ru

За точность приведённых сведений
и содержание данных,
не подлежащих открытой публикации,
несут ответственность авторы

При перепечатке ссылка на журнал
«Бизнес-информатика» обязательна

Тираж 500 экз.

Журнал отпечатан в типографии
ООО«ГЕО-ТЭК»
г. Красноармейск Московской обл.

Тел: (495) 993-16-23
© Государственный университет –
Высшая школа экономики

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОЩНОСТЬ КОМПАНИИ

В.К. Абросимов,
доктор технических наук, старший научный сотрудник,
руководитель аналитической службы ЗАО «Бизнес Компьютер Центр»,
e-mail: vabrosimov@bcc.ru.
С.А. Канев,
вице-президент ЗАО «Бизнес Компьютер Центр», DBA,
e-mail: skanev@bcc.ru.
Адрес: 109147, г. Москва, ул. Марксистская, д. 34, к. 10.

Вводится в рассмотрение новое понятие «информационной мощности компании» как критерия эффективности использования ее информационных активов. Проанализированы возможные подходы к оценке показателей такого критерия. Разработана методика оценки информационной мощности компании и приведены рекомендации по ее использованию в практических приложениях.

Ключевые слова: конкурентоспособность, информационные активы, эффективность бизнеса.

1. Введение

Оценке конкурентоспособности бизнеса свойственно наличие специфической терминологии, которая в российских условиях еще окончательно не устоялась. Сам термин «конкурентоспособность», наряду с такими понятиями, как «интеллектуальный капитал», «goodwill» и др. в последнее время все чаше стал рассматриваться как общеупотребимый, в то время как в зависимости от типа бизнеса, размеров организации, стратегии решения бизнес-задач его трактовка может быть совершенно различной. Действительно, среди факторов, оказывающих влияние на конкурентоспособность, выделяют самые различные сущности, например себестоимость продукции, квалификацию кадров, совершенство систем управленческого учета и др. Но при более внимательном рассмотрении можно заметить, что в любом случае проблемы повышения уровня конкурентоспособности связаны с вопросами эффективности использования различных активов компании (материальных, человеческих, интеллектуальных и пр.), а оценка конкурентоспособности — с вопросами оценки потенциальных возможностей таких активов.

В условиях современной информационной экономики соответствующим образом изменяется содержание бизнес-процессов. Наблюдается приоритетность использования интеллектуальной части совокупного капитала компаний, внедрение инновационных форм управления (матричное, сетевое и др.), уменьшение степени привязанности персонала к компании, гибкость бизнес-схем, осознание роли информационных технологий в повышении эффективности бизнес-процессов и результата бизнеса. В связи с изложенным, суще-

ственно изменился и подход к оценке конкурентоспособности компаний, например в процессах слияния-поглощения. Так, на фондовых биржах квалифицированные трейдеры, наряду с различного рода экономической информацией, стали учитывать и сообщения об изменениях информационной составляющей бизнеса. Прежде всего это проявилось в текущей работе и экспертных заключениях таких признанных консалтинговых компаний как Gartner, Price Waterhouse Coopers, Accenture и др. при оценке бизнеса и уровня автоматизации слабо прибыльных организаций (таких, например, как образовательные учреждения), оценке возможностей государственных структур и др.

Однако конкретных критериев, по которым можно было бы оценивать возможности и потенциал информационных активов компаний, пока разработано явно недостаточно. Требуется разработка специальной терминологии для таких оценок, в частности, для оценок влияния информационной составляющей бизнеса на конкурентоспособность компании.

2. Информационные активы компании

При определении конкурентоспособности компании часто используют понятие информационных активов. Под этим мы будем понимать совокупность методических и информационно-коммуникационных решений компании, направленных на обеспечение выполнения бизнес-процессов с целью получения прибыли. Информационные активы, как представляется на основании опыта практической работы, включают в себя следующие пять основных составляющих элементов [1]:

а). Информационная модель компании – целостная совокупность описаний информационных ресурсов, правил их формирования и использования, форм документов, структур справочников и данных и т.д., регламентов выполнения бизнес-процессов, описание бизнес-единиц и организационной структуры компании и иных составляющих бизнеса. По существу, как и любая модель, она последовательно характеризует уровни общности (охвата) и анализа бизнеса как целенаправленной системы. С концептуальной точки зрения в такой модели рассматриваются стратегические цели и задачи компании, бизнес-процессы и функции, необходимые ресурсы (в том числе и информационные), бизнес-структуры, топология их размещения, система мотивации и управляющих воздействий (событий). Описание модели бизнеса позволяет документировать текущее и целевое состояние бизнеса и обеспечивает поддержку процессов принятия стратегических решений.

б). Информационные ресурсы компании в их материальном воплощении, то есть информационные системы и соответствующие хранилища данных.

в). Персонал информационных служб (кадровые активы), отвечающий за формирование и развитие информационной модели, конфигурирование программного комплекса, обслуживание технологической платформы и др.

г). Инфраструктура (программно-аппаратный комплекс), который является основным практическим механизмом управления и использования информационных ресурсов. Аппаратный комплекс при этом представляет собой технологические платформы (сервера и рабочие станции, мобильные компьютеры, периферийное оборудование, сетевое оборудование и каналы телекоммуникаций, системное ПО и СУБД), обеспечивающие эксплуатацию программного комплекса, формирование, ведение и использование информационных ресурсов.

д). Информационные регламенты реализации бизнес-процессов компании, правила использования программного комплекса и пользовательские инструкции, регламенты обучения и сертификации пользователей и др.

Оценку таких информационных активов производят посредством информационного обследования, в ходе которого с помощью специальных вопросников выявляется текущее состояние и степень их использовнаия. Вопросники должны охватывать основные направления влияния информационно-коммуникационных технологий на конкурентоспособность компании более детально, обращая особое внимание на источники данных, организацию информационной работы в компании, функциональное покрытие бизнес-процессов сервисами информационных систем, инфраструктуру, приложения, внутренние информационные процессы, регламенты работы ИТ-служб, предоставляющих сервисы, с внутренними и внешними потребителями информации и др. При разработке вопросников в части информационных моделей основное внимание целесообразно уделять степени формализации и совершенства описания информационных пото-

ков, периодичности обновления таких описаний, а также уровню соответствия целей и задач ИТ-служб компании поставленным в стратегии развития бизнес-целям и задачам. Вопросы по информационным системам и ресурсам должны охватывать не столько их принципиальное наличие, сколько их функциональность, покрытие такой функциональностью основных потребностей бизнеса, а также степень их современности, обновляемость программного обеспечения, удобство интерфейсов и аналогичные аспекты. При определении состояния инфраструктуры необходимо формулировать вопросы в части наличия единой инфраструктуры приложений, в том числе по направлениям основной деятельности, а также в сферах финансовых операций, планирования и бюджетирования, совместимости приложений, наличия инфраструктурных сервисов (почтовой системы, систем администрирования, мониторинга сетей, обновления программного обеспечения, управления инцидентами, единой службы техподдержки и др.) Отдельно следует рассматривать инфраструктуру и вопросы единства хранения данных, а также корпоративной сети, в частности соответствия концепций ее построения требованиям бизнеса, организации связи с филиалами, защищенности и др. При разработке вопросников для обследования персонала информационных служб, кроме стандартной оценки заполненности штатов и уровня квалификации кадров, необходимо сформулировать вопросы организации учебы персонала, текучести кадров и др. Для информационных регламентов основное внимание необходимо уделять наличию необходимой организационно-нормативной документации, информационных стандартов, степени их использования сотрудниками различных уровней организационной структуры компании.

3. Информационная мощность компании как критерий эффективности использования информационных активов

Традиционно считается, что основные показатели использования информационных технологий в компаниях и на предприятиях содержатся в ИТ-бюджете и его структуре. Понятна ограниченность такого подхода. Действительно, ИТ-бюджет по определению ориентирован на материальную составляющую информационных активов и никак не отражает их нематериальную часть и, тем более, эффективность функционирования, например, информационных систем.

Понятия «информационные ресурсы», «информационные активы», «информационный капитал» по своей сути являются статическими. Они, естественно, могут быть рассмотрены во времени, но с их помощью довольно трудно описать реальные возможности, которые предоставляют информационные технологии для совершенствования деятельности компании и, что самое главное, трудно оценить эффективность использования таких систем в контексте увеличения конкурентоспособности компании. Существующие методы финансовой оценки информационных активов являются сугубо субъективными. Результаты, полученные разными специалистами, могут отличаться в 2-3 раза. Понятно, что при допускаемых погрешностях в 200-300% оценка просто теряет всякий содержательный смысл. Более того, во многих публикациях информационным активам отводятся незаслуженно второстепенные роли. Предполагается, что они если и влияют, то в основном на стоимость внутренних ресурсов компании, причем подчеркивается их в основном затратный характер. Возможно, именно в силу указанных мнений в последние годы наблюдается опасная тенденция на экономию бюджетов компаний за счет информационных технологий, на снижение финансирования этой составляющей бизнеса.

Представляется интересным исследовать возможность использования и применимость на практике такого термина, как «мощность».

В самом общем смысле «мощность» определяет скорость изменения энергии системы. Обычно это понятие используется в технике и связывается с возможностями тех или иных механических или электронных устройств. В механике мощность рассматривается как скалярное произведение векторов силы и скорости. В электротехнике мощность характеризует скорость передачи или преобразования электрической энергии. В экономике, однако, понятие мощности почти не используется; исключением является его применение для оценки возможностей промышленных предприятий по производству продукции.

Дадим следующее определение. Информационная мощность компании есть синергетическая характеристика, описывающая степень эффективности использования существующих информационных активов для увеличения конкурентоспособности компании с достижением максимума при а) полном использовании функционала и возможностей информационных систем и б) организации информационных бизнес-

решений, адекватных решаемым компанией бизнес-задачам.

При таком определении информационная мощность компании может рассматриваться как совокупный, синергетический критерий эффективности использования информационных активов. Действительно, с информационной точки зрения для обеспечения эффективности бизнес-процессов компании как необходимое и обязательное условие необходимо наличие трех элементов: информационных ресурсов, правильных информационных бизнес-решений по их использованию (информационная модель, инфраструктура, информационные стандарты) и квалифицированной «рабочей силы» (персонала информационных служб).

Из изложенного понятно, что с точки зрения информационного обеспечения бизнеса на конкурентоспособность будут оказывать влияние следующие три группы факторов:

✦ организационные факторы (адекватность бизнес-моделей реальному состоянию экономики, степень регламентации бизнес-процессов, соответствие информационных бизнес-решений поставленным в стратегии компании бизнес-задачам, организации учета и контроля эффективности функционирования информационных ресурсов и др.);

✦ технические факторы (количественный состав информационных ресурсов, принятая инфраструктура, возможности информационных систем (спектр услуг для внутренних и внешних пользователей), уровень автоматизации технологических процессов и др.);

✦ социальные факторы (квалификационный уровень работников информационной сферы, их лояльность к компании и др.)

Исследование влияния столь разнообразных факторов может привести к появлению так называемого «проклятия размерности», препятствующего исследованию конкурентоспособности компании как свойства сложносоставного объекта (точно так же, как такая проблема возникает при решении других экономических задач — прогнозирования развития регионов, трендов различных факторов и их влияния на те или иные области экономики и др.). Вспомним, что в теории систем вводится понятие «параметра порядка» как количественной меры определенного системного качества, коллективной переменной, являющейся функцией многих входящих в нее других переменных, дающей важную информацию о поведении сложных систем как сложноструктурированных целостностей. С философской точки зрения параметр порядка является сильным инструментом понижения размерности системы. Данное выше определение информационной мощности компании, и ее трактовка как синергетической характеристики позволяет рассматривать такую величину как своего рода «параметр порядка» для решения поставленных нами задач.

4. Подходы к оценке информационной мощности компании

Исследование возможности получения числовых оценок информационной мощности компании выявило много проблем. Действительно, содержательная сущность указанных выше влияющих факторов принципиально различна. В силу этого измерять информационную мощность в натуральных показателях просто невозможно (в компании могут быть одинаковые информационные системы, но с разной степенью использования их возможностей и др.). В стоимостных показателях это также сложно сделать из-за непрямых и нечетких функциональных связей эффективности использования информационных ресурсов с показателями конкурентоспособности компании. Вместе с тем понятно, что в основе любой системы показателей лежат первичные данные. Эти данные-характеристики эффективности функционирования элементов информационных активов — должны поддаваться непосредственному численному или иному измерению. Характеристика, относимая к первичным данным, должна входить своими значениями в качестве аргумента хотя бы в один из показателей информационной мощности компании. Отметим, что указанные характеристики могут выражаться различным образом. Наиболее часто употребляемыми являются числовые выражения, однако на практике числовое значение не всегда является адекватным реальной ситуации оценки; кроме того, числовые оценки часто делаются на нерепрезентативных выборках. Другим способом при оценке являются логические переменные, которые обычно используются для выражения, например, наличия и/или отсутствия информационной системы или каких-либо ее свойств. Экспертные же оценки наиболее целесообразно выражать словесно, в виде лингвистических переменных. Для их описания используется аппарат теории нечетких множеств [2] и принципы так называемой «фаззификации» и «дефаззификации», позволяющие переводить числовые значения в лингвистические оценки и обратно.

Разрабатываемое понятие «информационной мощности компании» является новым и пока только внедряется в практику. Однако в развитых компаниях объективно существуют разнообразные (зачастую неоформленные документально) подходы к формированию указанных выше характеристик информационных активов компании — критериев, параметров, показателей и др. Исследование таких практических подходов проводилось в 7 компаниях, ориентированных на сервисы, и 5 компаниях, ориентированных на производство. В результате исследований удалось сделать следующие обобщения.

Информационная модель компании является «...совокупностью типов информационных объектов и их взаимосвязей...» [3], описывает информационные процессы (возникновение, передачу, преобразование и использование информации в компании) и должна рассматриваться как неотъемлемая часть общей бизнес-модели компании. В качестве основных показателей используются степень адекватности описания информационных потоков выбранным методам представления (матрицы, графы, логические деревья, схемы), степень охвата типами информационных объектов сущностей бизнеса, степень охвата описаниями деятельности компании в целом и ее подразделений, язык (нотации), в которых описана бизнес-модель (IDEF,UML и др.), степень документирования, степень визуализации, степень использования информационных стандартов персоналом и внешними консультантами, частота обновления (всего обычно используется не более 4-5 показателей, описываемых числовым или лингвистическим образом).

Многообразие возможных информационных ресурсов столь велико, что общая методология количественной и качественной их оценки, а также прогнозирования потребностей в них не разработана. Однако, так как необходимость консолидации информационных ресурсов в центрах обработки данных для современных компаний очевидна, то наличие и характеристики ЦОД могут рассматриваться, например, как обобщенные показатели возможностей информационных ресурсов компании. Целесообразно здесь также говорить об информационных системах. К основным их характеристикам информационных систем компании относят количество и качество предоставляемых услуг, степень покрытия информационными сервисами основных бизнес-задач, степень доступности, безопасность, оперативность решения бизнес-задач и др. Информационные вопросники обычно содержат до 20-25 показателей.

На сегодняшний день единого подхода в части количественных показателей оценки квалификации персонала компании не существует. Наиболее часто используется такой интегральный показатель, как отношение обученных по определенному направлению сотрудников к среднесписочной численности персонала, количественный состав специалистов с соответствующим уровнем образования по различным категориям сотрудников, количественные показатели специалистов по определенным специальностям и др.

Информационно-коммуникационная инфраструктура есть совокупность информационных систем общего назначения, сетей, каналов связи, средств коммутации и управления информационными потоками, средств доступа, а также организационных структур, обеспечивающих их функционирование. В качестве основных показателей, как правило, используются разновидности так называемых «индикаторов технологической оснащенности» и «индикаторов прозрачности коммуникаций» [4]. В конкретных практических приложениях наиболее распространены такие показатели, как характеристики сетевой инфраструктуры (наличие и качество локальных вычислительных и виртуальный сетей, структурированных кабельных сетей и др.), обеспеченность техническими средствами (серверами, вычислительными ресурсами, компьютерным парком), программными средствами (лицензионная чистота, обновление, трудозатраты на учет и ликвидацию инцидентов), показатели информационной безопасности. Вопросники содержат до 10-15 показателей.

Информационные регламенты. Как правило, при оценке этого актива используют показатели, приведенные в стандартах ITIL, COBIT, в том числе наличие определенного количества регламентирующих документов, использование соглашений об уровне сервиса. Оценка осуществляется с помощью логических переменных («да», «нет») и лингвистических оценок качества предоставления информационных сервисов.

Можно выделить следующие три общие закономерности.

1. В качестве показателей элементов информационных активов обычно используются количественные либо качественные характеристики способности обеспечивать эффективность решения разнообразных бизнес-задач, вытекающих из бизнес-функций.

2. При определении параметров показателей элементов информационных активов (значений показателей) используются числовые, логические либо лингвистические переменные.

3. Агрегированные показатели элементов информационных активов выражаются исключительно экспертными оценками в виде числовых либо лингвистических переменных.

Естественно, что значения параметров показателей информационных активов могут изменяться в связи с проведением комплекса организационно-технических мероприятий, направленных на дальнейшую автоматизацию и информатизацию компании, а также совершенствование бизнес-процессов. Тогда информационную мощность компании можно рассматривать как функцию времени. Следовательно, дополнительными показателями могут быть первые производные указанных выше параметров $G_i(i=1, 2 \ldots n)$ по времени dG_i/dt для всех выбранных показателей информационных активов i (для которых, строго говоря, такие производные могут принципиально существовать).

Введем еще одно определение. Индикатором информационного актива будем называть параметр, значимый для отнесения состояния или ситуации по эффективности использования информационного актива к определенному классу.

Для каждого информационного актива выберем или построим такие индикаторы. После определения экспертных оценок индикаторов, совокупность указанных выше оценок может объединяться в кортеж. Вычисление синергетической, обобщающей характеристики информационной мощности компании по совокупности значений индикаторов представляет собой сложную задачу, главным образом из-за того, что все составляющие семантически не принадлежат к одному классу. В математике считается принципиально некорректным объединение разнотипных показателей в единой формуле. Известным приемом при этом считается обезличивание показателей. Это можно сделать, введя, например, лингвистическую шкалу классов для индикаторов информационных активов, например, от первого до пятого классов с соответствующими значениями эффективности (первый класс — слабая, второй — ниже среднего, третий — средний, четвертый – выше среднего, и пятый — сильная). Тогда, задавшись значениями индикаторов, можно экспертным путем определить класс (в наших предположениях число от 1 до 5), к которому относится информационный актив по выбранному критерию его эффективности. Отнесение составляющих информационных активов к определенному классу конечно обезличивает информационный актив, хотя косвенно отражает его возможности (условно говоря, «силу»). Но одновременно это позволяет предложить некоторую условную суммарную оценку информационной мощности компании как, например, арифметическую сумму классов, в которых находятся соответствующие информационные активы компании. Сравнение такой оценки с максимальной возможной условно характеризует синергетическую оценку информационной мощности. Такая условная оценка имеет единственное смысловое содержание: она отражает степень близости эффективности использования информационных активов к максимально возможной.

5. Методика оценки информационной мощности компании

Представленные выше положения можно объединить в виде последовательности целенаправленных действий, то есть общей методики определения информационной мощности компании.

1. Формируется информационный вопросник специального вида, включающий в себя вопросы о степени наличия и использования различных информационных активов компании, а именно: информационной модели, информационных ресурсов, персонала информационных служб, инфраструктуры, информационных регламентов регламентов.

2. Выбираются критерии эффективности информационных активов – по каждому направлению, как правило, сравнительные степени соответствия имеющегося (достигнутого) уровня информационного актива требованиям бизнеса компании.

3. Выбираются 4-5 основных параметров критериев, описывающих и характеризующих способность элементов информационных активов обеспечивать эффективность решения разнообразных бизнес-задач.

4. Выбираются показатели параметров и наилучшие, исходя из сущности параметра, формы их описания в виде числовых, логических либо лингвистических переменных.

5. Вычисляются значения показателей параметров, исходя из информации, полученной из материалов информационных вопросников.

6. На основании полученных значений показателей параметров выбираются и вычисляются значения индикаторов.

7. По значениям индикаторов информационный актив относят к одному из пяти классов.

8. Классы, к которым по своей эффективности относятся информационные активы, объединяются в кортеж, характеризующий синергетическую характеристику информационной мощности компании.

9 Вычисляется сумма составляющих кортежа по формуле

$$J_k = \sum G_i$$

для всех $i = [1, 5]$, где i — элемент информационного актива, $G_i = [1, 5]$ – номер класса, к которому принадлежит элемент информационного актива. При этом $J_k \in [0, 25]$.

9. Вычисляется величина частного $J_k / 25 \in [0,1]$. Эта величина в дальнейшем используется как условное числовое значение информационной мощности компании.

10. При необходимости осуществляется фаззификация значения J_k для получения лингвистического значения информационной мощности компании (высокая, недостаточная, сильная и др.) .

6. Заключение и перспективы

Введенное в настоящей статье понятие «информационной мощности компании», ее представление в виде кортежа с экспертно определяемыми классами, к которым относятся информационные активы компании, а также предлагаемая методика ее оценки предоставляют ряд новых возможностей.

а) Понятие «информационной мощности компании» предоставляет возможность сравнения компаний по эффективности использования информационных активов для повышения уровня конкурентоспособности компании. Действительно у компании может быть много информационных ресурсов, реализованных в современных информационных системах, но слабый персонал, что непосредственно и негативно повлияет как на эффективность использования активов, так и на эффективности выполнения бизнес-процессов, несмотря на то, что их требования по информационному обеспечению полностью «покрыты» информационными технологиями. Непроработанность информационной модели компании также негативно сказывается на эффективности использования информационных ресурсов.

б) Понятие «информационной мощности компании» предоставляет возможность выявления резервов за счет максимального использования свойств и потенциальных сервисов, предоставляемых информационными ресурсами. Действительно, анализ содержания кортежа, классов, к которым относятся элементы информационных активов, значений параметров позволяет выработать целенаправленные рекомендации по совершенствованию соответствующих информационных активов и их основных характеристик.

в) Понятие «информационной мощности компании» предоставляет возможность определения динамики изменения информационных возможностей компаний в различные периоды времени. Эти выводы можно сделать по значениям соответствующих производных, либо по изменению номеров классов, к которым относятся элементы информационных активов и, в целом, по изменению лингвистического значения информационной мощности компании. ■

7. Литература

1. Канев С.А. Определение характеристик эффективности использования информационных активов компаний // Креативная экономика. – 2010. — № 8. в печати
2. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта/под ред. Д.А. Поспелова.- М.:Наука, 1986. – 342 с.
3. Базовый глоссарий терминов по архитектуре обобщенного предприятия и электронного правительства. Версия 2-07.М.: Фонд «ФОСТАС», 2005. – 21 с.

Анализ развития и использования информационно-коммуникационных технологий в Регионах России: Аналитический доклад/под ред. Ю. Хохлова.- М.: Институт развития информационного общества, 2008. – 240 с.

НЕИЗМЕРИМЫЕ ВЫГОДЫ ОТ АНАЛИТИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ: МИФ ИЛИ РЕАЛЬНОСТЬ?

Е.С. Середенко,
начальник управления сопровождения аналитических систем ОАО «Альфа-Банк»,
e-mail: ESeredenko@alfabank.ru.
Адрес: г. Москва, ул.Каланчёвская, д.27.

В статье приведён обзор подходов к оценке экономической эффективности (бизнес-ценности) аналитических информационных систем, проведен анализ измеримых (материальных, tangible) и неизмеримых (нематериальных, intangible) выгод от использования таких систем, сделаны необходимые обобщения и проведен критический анализ невозможности измерения существенной части выгод. В заключительной части сформулированы выводы, которые могут быть положены в основу практических моделей численной оценки аналитических информационных систем.

Ключевые слова: аналитическая информационная система, бизнес-аналитика, неизмеримые выгоды, бизнес-ценность.

1. Введение

На современных предприятиях любого размера всё более важную роль играют разнообразные аналитические информационные системы. Рынок аналитических систем растёт значительными темпами, несмотря на кризисные явления в мировой экономике *(рис. 1)* [1].

На российском рынке спад расходов на решения по анализу данных существенно меньший, нежели общий спад на рынке ИТ России (20% по аналитическим системам против 48% по ИТ в целом) [2]. Это связано с тем, что аналитические приложения и информация, которую они предоставляют,

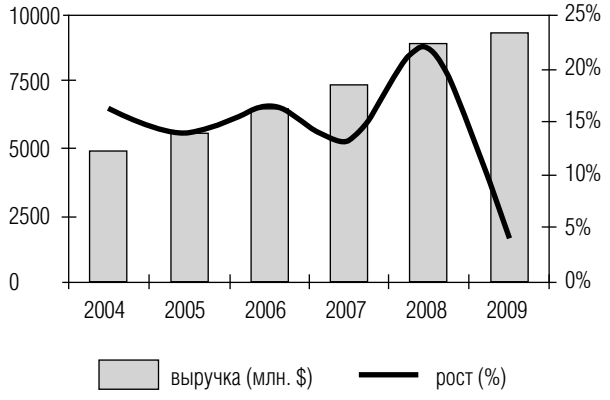

Рис. 1. Мировой рынок аналитических систем, включая системы Business Intelligence (по данным Gartner).

являются важным инструментом достижения конкурентного преимущества компаний, особенно – в период нестабильности.

Несмотря на повсеместное использование ИТ, вопрос о корректных оценках эффективности ИТ в целом и аналитических систем в частности попрежнему не решён [3]. Исследования последних десятилетий в основном дали ответ о выгодах от ИТ в тех случаях, когда ИТ используется для автоматизации и учёта, однако роль аналитики и механизм её влияния на бизнес-результат предприятия попрежнему требуют больших усилий исследователей.

Область аналитических информационных систем теснейшим образом связана с анализом доступности и использования информации управленческим звеном предприятия. Ключевым вопросом для оценки результатов внедрения и эксплуатации аналитической системы является вопрос: можно ли оценить в количественном выражении преимущества, которые дала система или все преимущества лежат в неизмеримой (нематериальной, неосязаемой, intangible) области.

В данной статье приведён обзор методов оценки экономической эффективности аналитических информационных систем и проведены анализ и сопоставление различных моделей оценки нематериальных выгод от их использования.

2. Аналитические информационные системы

Под аналитическими информационными системами обычно понимают подмножество систем поддержки принятия решений (Decision Support Systems), а именно один из видов информационных систем, основной целью которого является помощь при принятии решений на разных уровнях управления. К аналитическим системам относятся лишь те системы поддержки принятия решений, которые основаны на данных или знаниях и моделях их обработки.

К аналитическим системам относятся системы класса Business Intelligence, системы извлечения информации из данных и текста (Data/Text mining), экспертные системы, системы аналитической обработки и сегментирования (например, OLAP) и т.п.

Необходимо отметить, что определения понятий «Аналитическая информационная система», «Система поддержки принятия решений», «Экспертная система», «Business Intelligence» существенно различаются в разных материалах (как научных, так и специализированных), поэтому при обобщениях и сопоставлениях взглядов различных авторов необходимо производить поправки на различия в трактовках одних и тех же исходных понятий (см, например, исследования [4]).

Мир аналитических информационных систем весьма разнообразен. Только число поставщиков платформ мирового уровня для систем класса Business Intelligence уже приближается к двум десяткам (среди них такие гиганты индустрии, как IBM, Oracle, Microsoft, SAS, и т.п.) [5]. Количество конкретных специализированных приложений, обеспечивающих аналитическую поддержку управленческих решений, неисчислимо. Заметим, что кроме того - в большинстве не аналитических, а учётных систем или систем автоматизации, как правило, предусмотрен ряд инструментов для аналитической обработки информации, хранящейся в этой системе.

3. Выгоды от использования аналитических информационных систем

Как было отмечено выше, большинство информационных систем имеют те или иные аналитические компоненты. Поэтому рассмотрение экономической эффективности аналитических систем всегда идёт бок о бок с оценкой эффективности ИТ в целом.

Существует множество различных классификаций выгод от ИТ. Например, Ирани и Лав [6] выделяют следующие типы выгод: потребительские, качественные, управленческие, регулирующие, финансовые. Они же разделяют выгоды по группам: операционные, тактические, стратегические.

Другие исследователи отмечают, что для каждой из этих групп характерны разные типы показателей эффективности [7]. Так, при движении от операционных через тактические к стратегическим выгодам показатели эффективности меняются от преимущественно материальных (измеримых) к преимущественно нематериальным (неизмеримым).

Следует отметить, что разделение на материальные и нематериальные выгоды свойственно далеко не всем исследователям, а оценки соотношения этих видов преимуществ различаются от исследования к исследованию.

3.1. Материальные выгоды

К измеримым («материальным», tangible) выгодам относят те виды выгод, которые можно численно оценить с точки зрения бизнес-ценности

для предприятия. Анализ материальных выгод от ИТ имеет глубокую историю и тесно сопряжён с пониманием сущности бизнес-ценности от ИТ. Бизнес-ценность ИТ может выражаться в очень разнообразной форме. В зависимости от понимания ценности применяются разнообразные методы и подходы для измерения этой ценности.

Обобщённая классификация основных способов измерения бизнес-ценности от ИТ в работах различных авторов и научных коллективов приведена в *табл. 1* (на основе [8, 9, 10, 11]

За исключением последнего элемента этого списка, все указанные подходы основаны на вполне измеримых показателях, которые могут в той или иной мере применяться и к аналитическим информационным системам.

Таблица 1.

Подходы к пониманию бизнес-ценности ИТ

Бизнес-ценность ИТ	Комментарий	Исследователи
Количественные показатели на уровне предприятия	Связь некоторых IT-факторов (например, трат на ИТ) с показателями эффективности организации (таких, как прибылью предприятия, уровнем риска)	Brealey, Myers (1988) Brynjolfsson (1993, 2004) Fox, Kennedy, Sugden (1990) Remenyi (1995) Strassmann (1992)
Информационная экономика	Анализ расширенного ROI, оценка влияния на бизнес среду (бизнес-домен), оценка влияния на технологическую среду (технологический домен)	Parker, Benson, Trainor (1988)
Оценка ценности информации	Ценность ИТ основана на ценности той информации, которая обрабатывается ИТ	Ahituv (1989) Courtney, West (1993) Hubbard (2007)
Анализ среды функционирования	Эффективность системы вычисляется с помощью параметрической модели со множеством входящих и исходящих показателей	Mahmood (1994)
Ценность как соответствие системным целям предприятия	Оценка степени поддержки ИТ системных целей предприятия Оценка через степень достижения предприятием системных целей	Ahituv (1989) Keen (1991) Symons(1991)
Соответствие бизнес-стратегии предприятия	Оценка ИТ через соответствие бизнес-стратегии	Broadbent, Weill (1999)
Оценка полезности	Оценка ИТ через вычисление показателей полезности и применимости	Ahituv (1989) Seddon (1997)
Оценка на основе ресурсного взгляда	ИТ рассматривается как один из ресурсов наравне с прочими ресурсами предприятия	McKeen, Smith (1996, 2008)
Оценка качества сервисов	Оценка улучшения клиентских сервисов	Broadbent, Butler (1994) Pitt, Rigotti (1992)
Улучшение процессов	Улучшение показателей процессов Выявление добавленной ценности бизнесу при улучшении процессов	Smith, Crossland (2008) Davenport (1993) Kreamer, Mooney (2001)
Многомерные бизнес-ориентированные показатели	Сбалансированная система показателей Связь с бизнес-результатом Оценка влияния ИТ на контакт с клиентом	Grunden (2001) Kaplan, Norton (1992) Willcocks (1992) Symons (1991)
Нематериальные («неосязаемые») выгоды	Соответствие критическим факторам успешности Полнота соответствия целям Качество системы, гибкость, качество информации, удовлетворённость пользователя и т.п. Удовлетворённость информацией	DeLone, McLean (1992) Slevin, Pinto (1991) Fink, Tjarka (1994, 2006) Rockart (1979) Remenyi (2000)

3.2. Нематериальные выгоды

Несмотря на это, множество авторов в научных и специализированных изданиях обращают основное внимание именно на нематериальные (неизмеримые, intangible) выгоды, т.к. предполагают, что именно такие выгоды являются наиболее существенными при использовании систем, нацеленных на получение стратегических преимуществ.

Необходимо отметить, что традиционные финансовые методы (NPV, CBA, IRR) действительно плохо подходят для оценки нематериальных ценностей, таких как ИТ. Причины этого лежат в фундаментальных основах экономической теории, где основным элементом учёта и анализа являются материальные ценности, а информационные ценности, лежащие в нематериальной плоскости, однако приносящие существенную часть прибыли, остаются вне классических моделей анализа и учёта [12].

Исследования института хранилищ данных (TDWI), проведённые по заказу крупнейших поставщиков систем BI, показывают интересную картину (*см. рис. 2*) соотношения материальных и нематериальных показателей (исходя из результатов опроса представителей предприятий, в которых успешность внедрения BI была признана высокой или очень высокой) [13].

Т.е. большинство участников опроса указали на то, что системы BI предоставляют в основном качественные улучшения, а не количественные.

Как отмечают Стив и Ненси Уильямс [14] поставщики BI любят подчёркивать различные качественные бизнес-преимущества, такие как маневренность (agility), реактивность, информированность, гибкость и т.п. В других исследованиях [11, 15, 16] отмечаются такие нематериальные выгоды как улучшение имиджа компании, совершенствование внутренних взаимодействий и обмена информацией внутри предприятия, развитие системной архитектуры, избежание расходов, избежание конкурентных недостатков, сокращение времени принятия решений и т.п.

Важность нематериальных выгод отмечается во многих научных статьях, связанных далеко не только с аналитическими системами. Например, в исследованиях Мёрфи и Симон анализируются нематериальные преимущества при внедрении ERP [17]. Их классификация нематериальных выгод представлена на рисунке ниже (*см. рис. 3*).

В начале 80-ых Кин [18] в своих работах по системам поддержки принятия решений предложил циклический процесс последовательного ценностно-стоимостного анализа («value analysis»), который позволяет менеджменту всегда обладать информацией об инвестициях и результате своих инвестиций. Его идея состоит в том, что внедрение системы должно начинаться с внедрения прототипа, для которого заранее определены материальные и нематериальные выгоды и лимитированы расходы. После внедрения прототипа дополнительные вложения в систему делаются только после оценки достижения целей прототипом, уточнения и постановки новых целей и ограничения уровня расходов в следующем этапе на разработку очередной версии системы. Аналогичный процесс должен повторяться каждый раз при разработке новой версии системы и тем са-

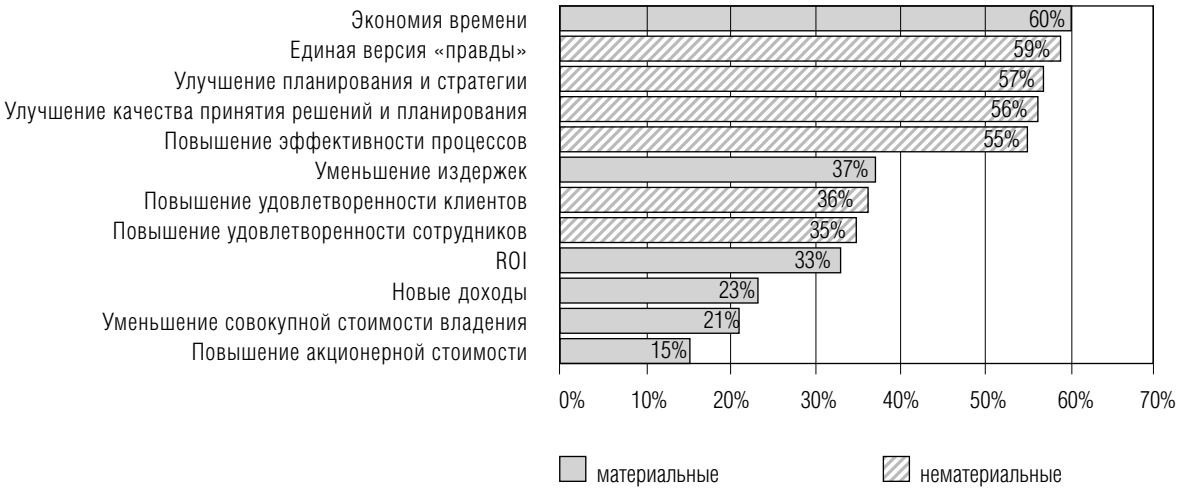

Рис. 2. Материальные и нематериальные выгоды BI.

Рис. 3. Классификация нематериальных выгод от внедрения ERP.

мым чётко ограничивать уровень расходов и чётко определять получаемые результаты. В данных исследованиях авторы не ставили цель оценить финансовый результат от внедрения системы, а лишь формулировали процессы, позволяющие чётко соотносить выгоды и расходы, относящиеся к информационной системе.

Исследования Куннигана [19] в области оценки эффективности хранилищ данных являются характерным примером научных исследований, в которых авторы не считают возможным оценить численно нематериальные выгоды. Их подход предполагает наличие шести факторов для определения нематериальных преимуществ от хранилища данных:

✦ Высокоуровневые («априорные») факторы (определяются до начала внедрения).

- Оценка экономического окружения (выявление критичной потребности в нематериальных преимуществах).
- Определение интенсивности требуемой информации (т.е. определение объёма и уровня детализации клиентской информации, в которой нуждается организация).

✦ Факторы управления процессом (определяются непосредственно при внедрении):

- Спонсорство и обязательства (определяет высокую заинтересованность конкретного бизнеса в получении конкретных нематериальных выгод).
- Концепция оценки (оценка информационной системы с точки зрения предоставляемых ею нематериальных преимуществ).
- Выгоды на временной оси (управление получением нематериальных выгод таким образом, чтобы быстро получать первые результаты, пригодные к использованию).
- Техника оценки соответствия поставленным задачам.
  - ✧ Анализ на примере конкретных случаев («кейсов»).
  - ✧ Ценностно-стоимостный анализ.
  - ✧ «Management by Maxim» (выбор направления инвестиций в инфраструктуру происходит на совместных сессиях топ-руководства предприятия, бизнес-подразделений и ИТ).

3.3. Методы измерения нематериальных выгод

Несмотря на сложную структуру нематериальных выгод и трудности с их оценкой, современные исследования показывают, что выгоды, лежащие в области нематериальных, вполне могут быть оценены численно и сведены к финансовым показателям.

Высокоуровневая ориентировочная схема подходов к оценке выгод и затрат для аналитических систем представлена на *рис. 4* (на основе [15]).

Методы измерения «неизмеримых» показателей для аналитических информационных систем стоит рассмотреть более детально.

В начале 90-ых годов настоящим сдвигом в парадигме измерений стали работы Томаса Ли Саати и

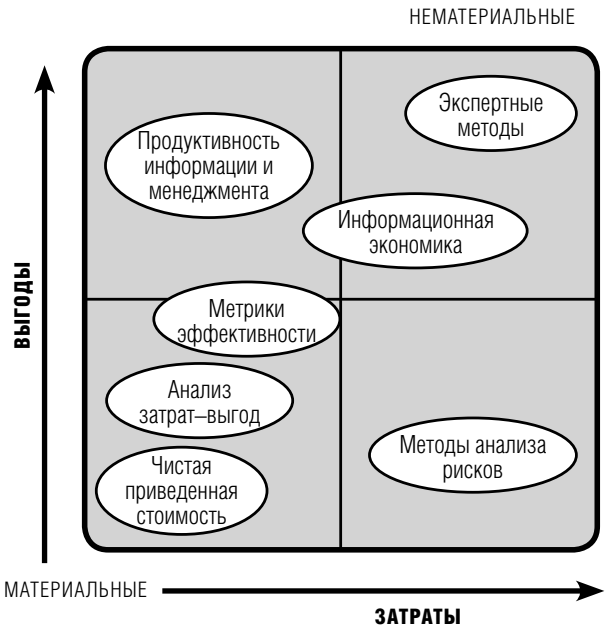

Рис. 4. Основные подходы к оценке материальных и нематериальных выгод и затрат.

первые методы измерения «неизмеримых» финансовых показателей в рамках метода анализа иерархий (МАИ) и процесса построения аналитической иерархичности [20, 21]. Метод полностью построен на экспертном численном оценивании свойств сущностей и их соотношений. Подход для проведения оценки чрезвычайно гибок, при этом метод позволяет не только сформировать оценки, но и оценить качество этих оценок (внутреннюю непротиворечивость) и даже вычислить вероятностные характеристики качества полученных оценок.

Схема оценки экономических показателей для нематериальных ценностей в целом стандартна. Верхнеуровневую структуру можно рассмотреть на примере техники «ликвидации разрывов» («Bridging the gap») [17, 22].

Метод состоит из следующих этапов:

1. Определение состава выгод.
   a. критические факторы успешности,
   b. чек-лист нематериальных выгод,
2. Перевод выгод в численные величины, отражающие эти выгоды.
3. Перевод численных величин в физические показатели (будущей) деятельности предприятия.
   a. на основе обзора рыночной конъюнктуры,
   b. на основе экспертных оценок менеджмента,
   c. на основе сопоставления отдельных показателей предприятия с аналогичными показателями у «похожих» предприятий той же отрасли («Benchmarking»).
4. Перевод физических показателей деятельности предприятия в термины денежных потоков.

Для перевода нематериальных выгод в численные величины используется множество различных подходов, разработанных различными исследовательскими группами.

Ряд методов основаны на прямом опросе сотрудников или менеджеров предприятия и выявлении ценности того или иного продукта для сотрудника. Например, один из подходов [9] состоит в последовательном – например, методом деления отрезка пополам – приближении к реальной ценности отчёта для его пользователя (вопросами вида «для вас этот отчёт стоит больше $100 или меньше? А больше $500 или меньше?» и т.д.) Таким образом, формируется оценка ценности отчёта с учётом всех измеримых и неизмеримых выгод.

Другая группа исследователей предлагает численно оценивать не точное значение стоимости, а экспертно задавать численный диапазон, в котором должны находиться изменения разнообразных показатели деятельности благодаря нематериальным преимуществам и также экспертно задавать функцию распределения вероятности внутри этого диапазона [23]. Например, при оценке нематериального преимущества «повышения качества данных» эксперт может сделать предположение, что расходы на хранение запасов:

✦ с вероятностью 20% уменьшатся на $50 000 – $100 000,

✦ с вероятностью 50% уменьшатся на $100 000 – $150 000,

✦ с вероятностью 30% уменьшатся на $150 000 – $200 000.

Комбинирование оценок разных экспертов по множеству нематериальных показателей позволяет получить достаточно удобные данные для планирования и оценки эффективности.

Близкий к этому подход применяется Д. Хаббардом для оценки стоимости информации [24]. Основываясь на мнениях экспертов о вероятности того или иного сценария развития событий в будущем, можно вычислить потенциальные доходы и убытки. Причём операцию можно проделать дважды: в случае владения некоторой информацией и в случае её отсутствия. Разница между двумя величинами является стоимостью информации. Подход обобщается на величины, заданные диапазонами и функциями вероятности. На основе стоимости информации, которую предоставляет аналитическая информационная система, вполне допустимо производить оценку эффективности самой информационной системы.

В контексте оценки нематериальных преимуществ необходимо рассмотреть и ставшую классической модель Информационной экономики [25]. Данная модель позволяет оценить ожидаемые преимущества от использования информационной аналитической системы. Для этого все факторы от использования системы разбиваются на группы:

✧ Расширенный ROI (традиционный анализ затрат и выгод, связанные выгоды, ускорение экономического результата, выгоды от реструктуризации труда, инновации).

✧ Влияние на бизнес среду (соответствие стратегии, конкурентные преимущества, управленческая информация, конкурентный ответ, проектные и организационные риски).

✧ Влияние на технологическую среду (соответствие стратегической архитектуре ИТ, неопределённость требований, неопределённость технологий, инфраструктурные риски).

Каждой группе факторов присваивается вес (на основе ROI или экспертно), затем происходит оценка каждого фактора для системы. В результате, после нормирования, получается суммарная ценность и суммарный риск. Полученный интегральный показатель для конкретной информационной системы может быть использован для оценки целесообразности использования системы и сопоставления аналитических систем между собой.

Кардинально другой подход к оценке нематериальных выгод предлагает Пол Страссманн в своих работах, посвященных модели Продуктивности информации (Information productivity, Return on management, Отдачи от управления) [26, 27]. К сожалению, данный подход не применяется для оценки отдельных процессов и тем более для оценки информационных систем по отдельности или их групп (например, аналитических систем), зато позволяет получить относительную интегральную оценку эффективности ИТ в целом.

В рамках данного подхода утверждается, что стоимость информации – это стоимость управления предприятием. Соответственно, эффективные вложения в информационное обеспечение отражаются на показателях качества управления. Автором вводятся различные индикаторы, отражающие расходы на управление и выгоды (ценность) от управления, и утверждается, что данные показатели эффективны для относительной сверки предприятий друг с другом, а также для контроля динамики изменения качества информационного обеспечения на предприятии с течением времени.

Важным классом работ, фокусирующихся на оценке выгод аналитических систем, являются работы, опирающиеся на анализ процессов на предприятии и внедрения аналитики в эти процессы. В таких работах ставится под сомнение необходимость и рациональность инвестирования в такие преимущества, которые не приводят к явному измеримому экономическому результату.

По мнению Стива и Ненси Уильямс [14], аналитические системы эффективны только в том случае, если их использование напрямую привязано к конкретному бизнес-результату. Авторы отмечают, что отсутствие чёткой связи внедряемых аналитических приложений и планируемого бизнес-результата приводит к тому, что внедряемые аналитические системы не оказывают положительного влияния на общий экономический результат предприятия, а результаты работы предприятия не могут быть обоснованно связаны с внедрением той или иной информационной системы.

Чтобы не допустить такого явления, Уильямс обращают внимание на важность процессного подхода на предприятии, т.е. построения процессов таким образом, чтобы доходы и затраты однозначно соотносились с этими процессами. Причём процессный подход не может рассматриваться отдельно от процесса управления изменениями, т.е. должны планироваться и учитываться

Таблица 2.

Методы оценки нематериальных выгод

Подход	Модель	Комментарии	Авторы
На основе экспертной оценки	Ликвидация разрывов («Bridging the gap»)	Общая схема перевода нематериальных выгод в численные показатели	Murphy, Simon [17]
	Оценка стоимости информации	Модели выражения бизнес-ценности информационного ресурса на основе экспертной оценки ценности информации, либо на основе оценки будущего бизнес-результата	Remenyi, Money и др.[9] Anandarajan, Wen [23] Hubbard [24]
	Информационная экономика	Замкнутая модель оценки ожидаемых преимуществ и рисков от внедрения информационной системы	Parker, Benson, Trainor [25]
На основе интегральной оценки отдачи ИТ	Продуктивность информации	Расчёт интегрального показателя от ИТ предприятия, позволяющий оценивать динамику развития информационного обеспечения предприятия, а также сопоставлять предприятия между собой	Strassmann [26]
На основе анализа участия в процессах	Внедрение аналитики в бизнес-процесс	Оценка эффективности аналитической системы на основе оценки бизнес-показателей, в формировании которых аналитика принимает непосредственное участие	Williams, Williams [14]

не только связи процессов и доходов/расходов, но и влияние изменений процессов на эти доходы и расходы.

Отмечая важность процессной организации и управления изменениями для управления бизнес-ценностью, Уильямс не конкретизируют, как определить ценность конкретной информационной системы в рамках процесса с известным экономическим результатом, не предлагается также и каких-либо методов оценки влияния изменения процессов на общий экономический результат.

Для большей наглядности имеет смысл свести представленные выше модели и подходы оценки нематериальных выгод аналитических систем в единую таблицу *(см. табл. 2)*.

4. Заключение

Анализ современных подходов к оценке результатов использования аналитических систем показывает, что нематериальные выгоды не являются такими «неизмеримыми» («intangible»), как их предпочитают позиционировать поставщики решений и аналитических систем и некоторые исследователи. Как видно, существуют целые семейства методов и техник, которые позволяют и оценить нематериальные выгоды в денежном выражении, и минимизировать потребность в такой оценке через правильное построение процессов на предприятии.

Особенностями этих методик является их зависимость от субъективных суждений, сравнительно высокая цена измерения показателей (или построения инфраструктуры для обеспечения возможности измерения показателей), использование традиционных финансовых показателей как одной из составляющей модели оценки.

По сути, понятие нематериальных («неизмеримых») выгод представляет собой обычные («измеримые») выгоды, но с отложенным на длительный срок финансовым результатом. Соответственно, трудности с измерением ожидаемых или текущих «нематериальных» преимуществ – это не более чем трудности с прогнозированием будущего экономического результата и его отделения от прочих факторов, однако наличие таких трудностей не является достаточным основанием для постулирования принципиальной невозможности измерения подобных показателей.

Таким образом, при выборе или построении модели оценки экономической эффективности аналитической информационной системы вполне корректно ориентироваться именно на численные оценки показателей эффективности. При этом необходимо учитывать, что как при анализе фактических («ex post») экономических результатов, так и при прогнозировании будущих («ex ante») результатов необходимо рассматривать именно длительный период реализации нематериальных выгод. ■

5. Литература

1. Sommer D., Sood B., Market Share: Business Intelligence, Analytics and Performance Management Software, Worldwide, 2009. URL: http://www.gartner.com/DisplayDocument?ref=clientFriendlyUrl&id=1355937 (дата обращения: 20.04.2010).
2. Семеновская Е., Бизнес-аналитика как стратегия в новых экономических условиях // IDC BI Roadshow 2009. URL: http://www.idc-cema.com/download/getpresentation.php?id=1813150&name=Semenovskaia.pdf (дата обращения: 20.04.2010).
3. Лугачев М.И. и др. Экономическая информатика. Введение в экономический анализ информационных систем : Учебник. М: Инфра-М, 2005 - С.569-584
4. Кравченко Т.К., Середенко Н.Н., Огуречников Е.В. Анализ и определение понятий информационно-аналитических систем // Актуальные вопросы современной науки – Новосибирск, 2010 – вып. 11 – С.223-230
5. Richardson J., Schlegel K., Sallam R.L., Hostmann B., Magic Quadrant for Business Intelligence Platforms, 2009. URL: http://www.gartner.com/DisplayDocument?id=858212&ref=%27g_fromdoc%27 (дата обращения: 20.04.2010).
6. Love P., Irani Z., Ghoneim A., Themistocleous M. An exploratory study of indirect ICT costs using the structured case method // International Journal of Information Management, Vol. 26 No.2, pp.167-77.
7. Gibson M., Arnott D., Jagielska I. Evaluating the Intangible Benefits of Business Intelligence: Review &

Research Agenda // Decision Support Systems Laboratory, Melbourne, 2004, pp. 295-305
8. Cronk M., Fitzgerald E. A Conceptual Framework for Furthering Understanding of 'IT business value' and its Dimensions // Proceedings of 3rd Pacific Asia Conference on Information Systems, Brisbane, Australia, 1997, pp.405-13..
9. Remenyi D., Money A., Sherwood-Smith M. The Effective Measurement and Management of IT Costs and Benefits // Oxford, Butterworth-Heinemann, 2000
10. Andresen J.L. A Framework for Selecting an IT Evaluation Method - In The Context of Construction // BYG Rapport, Danmarks Tekniske Universitet, 2001
11. Patel N.V., Irani Z. Evaluating information technology in dynamic environments: a focus on tailorable information systems // Logistics Information Management, 1999, vol.12, pp 32 – 39
12. Willcocks L. Information Management: The Evaluation of Information Systems Investments // Chapman & Hall, London , 1994 , pp. 1-27
13. Eckerson W. Executive Summary: Smart Companies in the 21st Century: The Secrets to Creating Successful Business Intelligence Solutions, 2003. URL: http://tdwi.org/Research/2003/07/Exective-Summary-Smart-Companies-in-the-21st-Century-The-Secrets-to-Creating-Successful-Business-Int.aspx (дата обращения: 20.04.2010)
14. Williams S., Williams N. The Business Value of Business Intelligence // Business Intelligence Journal, Fall 2003, Vol. 8, № 4, pp. 32-43.
15. Willcocks L.P. Strategy development and delivery: dealing with the IT evaluation question // Creating business-based IT strategies [ed. Brown A.]. Chapman and Hall, Dordrecht, NL, 1992. pp. 105-134.
16. Скрипкин К.Г. Экономика информационных систем: от снижения затрат к повышению отдачи // Директор ИС – 2003 – № 6. URL: http://www.osp.ru/cio/2003/06/172740/ (дата обращения: 20.04.2010)
17. Murphy K.E., Simon S.J. Using Cost Benefit Analysis for Enterprise Resource Planning Project Evaluation: A Case for Including Intangibles // Proceedings of the 34th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (Hawaii, January 03-06, 2001), Vol. 8, 2001
18. Keen P.G.W. Value Analysis: Justifying Decision Support Systems // MIS Quarterly - University of Minnesota, March 1981, Vol. 5, pp. 1–14
19. Counihan A., Finnegan P., Sammon D. Towards a framework for evaluating investments in data warehousing // Information Systems Journal, 2002, vol.12, pp.321-338.
20. Saaty T.L. The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation // Mcgraw-Hill, New York, 1980
21. Saaty T.L., Vargas L.G. Prediction, projection, and forecasting: applications of the analytic hierarchy process in economics, finance, politics, games, and sports // Kluwer Academic Publishers, Boston, MA, 1991
22. Hares J., Royle D. Measuring the Value of Information Technology // Chichester, Wiley, 1994, pp. 60-93
23. Anandarajan A., Wen H.J. Evaluation of Information Technology Investment // Management Decision Journal, 1999. Vol. 4, № 37, pp. 329-339.
24. Hubbard D.W. How to Measure Anything Finding the Value of 'Intangibles' in Business // John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. 2007, pp. 85-100
25. M. Parker, R. Benson, H. Trainor, «Information Economics: linking business performance to information technology», Prentice Hall, London, 1988
26. The Business Value of Computers: An Executive's Guide // The Information Economics Press, New Canaan, CT, USA, 1990
27. Strassmann P.A. Information Productivity, Assessing the Information Management Costs of U.S. Industrial Corporations // The Information Economics Press, New Canaan, CT, USA, 1999
28. Suwardy T., Ratnatunga J., Sohal A.S. IT project: Evaluation, outcomes, and impediments // Benchmarking: An International Journal, 2003. Vol.10, № 4, pp. 325-342.

ОСЬ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ: «ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА – ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ СТРУКТУРЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ»

А.П. Шабанов,
кандидат технических наук, главный эксперт ООО «ИБС»
e-mail: AShabanov@ibs.ru.
Адрес: 127434, г. Москва, Дмитровское шоссе, д. 9 Б.

Рассматриваются основные положения, методы и модели, технологические и технические решения, предназначенные для адаптивного управления информационными системами организационных структур массового обслуживания на стадиях проектирования и эксплуатации информационной системы. Областью применения методологии являются организационные структуры, в основе деятельности которых лежит предоставление повторяющихся услуг их потребителям.

Ключевые слова: информационная система, организационная структура, массовое обслуживание, адаптивное управление, проектирование, эксплуатация.

Введение

Вопросы исследования управленческой деятельности относятся главным образом к области теории управления организационными системами и теории активных систем. В рамках данных теорий рассматриваются общие вопросы построения и функционирования организационных структур [1], вопросы, обусловленные проявлениями активности работниками организационной структуры [2], модели адаптации, формирования и функционирования команд [3-4], а также другие вопросы управления. Проведённые методологические исследования и математико-аналитический аппарат являются теоретической основой для решения многих проблем в различных отраслях образования, науки, производства, государственного и местного управления. Одной из таких проблем является проблема определения достаточности мощности как информационных (программно-прикладных), вычислительных и транспортных (телекоммуникационных) ресурсов, на основе которых строятся информационные системы организационных структур массового обслуживания, так и достаточности мощности собственно этих структур. Актуальность проблемы обусловлена важностью роли, которая отводится в современном человеческом обществе информационным технологиям, как ускорителям процессов, протекающих в этом обществе [5].

В настоящей работе:

✦ приводится обзор открытых публикаций, непосредственно относящихся к проблеме по определению достаточности мощности организационной структуры массового обслуживания и мощности производительных ресурсов её информационной системы, и к связанным с этой проблемой прикладным задачам управления этими ресурсами; приводятся основные положения, технологические и технические решения, содержащиеся в опубликованных работах;

✦ отмечается единство целей и существование взаимосвязей между основными положениями, технологическими и техническими решениями, единая область их применения в жизненном цикле информационной системы организационной структуры массового обслуживания, – стадии проектирования и эксплуатации; что позволяет объединить их в одной общности, – методологии адаптивного управления информационной системой организационной структуры массового обслуживания; приводится краткое её описание.

Обзор и анализ опубликованных материалов

Открыто опубликованные материалы, относящиеся к проблеме по определению достаточности мощности организационной структуры массового обслуживания и мощности производительных ресурсов её информационной системы, появились сравнительно недавно. Анализ этих материалов позволил выделить научные результаты, технологические и технические решения, относящиеся к этой проблеме, и дополняющих друг друга до такой степени, что их можно рассматривать как основные положения методологии адаптивного управления информационной системой организационных структур массового обслуживания.

К основным положениям методологии можно отнести [6]:

1. Модели представления и функционирования информационной системы организационной структуры массового обслуживания, в которой основными составными частями являются функциональные организационные структуры[1], прикладные информационные системы[2] и производительные ресурсы[3];

2. Формулировка проблемы по определению достаточности мощности организационной структуры массового обслуживания в целом и каждой функциональной организационной структуры в отдельности;

3. Гипотеза о существовании причинно-следственной связи между качеством работы, выполняемой организационной (функциональной организационной) структурой массового обслуживания и длительностью интервалов занятости, возникающих в результате обработки данной структурой требований на обслуживание;

4. Метод исследования проблемы по определению достаточности мощности организационной (функциональной организационной) структуры массового обслуживания, основанный на моделировании интервала занятости системы массового обслуживания, посредством учёта физических процессов, возникающих при поступлении и обслуживании требований;

5. Методический аппарат для определения и синтеза организационной (функциональной организационной) структуры массового обслуживания, основанный на представлении о том, что структура определена, если:

- установлены функции элементов, составляющих структуру,
- определены функциональные связи между элементами структуры,
- определены численности работников (число функциональных ролей) в элементах структуры,
- определены (разработаны) системно-технические решения по обеспечению информационного взаимодействия между элементами структуры;

6. Модель системы массового обслуживания с приоритетами при учёте:

✧ времени ожидания требованиями начала обслуживания, связанного функционально с изменениями основной нагрузки на систему,

✧ дополнительной загрузки системы, обусловленной необходимостью принятия решений по реструктуризации очереди на обслуживание (в зависимости от изменения значений времени, затрачиваемого на выполнение данных действий);

7. Формализованное описание процесса обслуживания требований, представляющее собой описа-

[1] Функциональная организационная структура - объединение субъектов в организационной структуре массового обслуживания, каждый из которых выполняет свои функции для решения общей для них и четко определенной, конкретной задачи; один и тот же субъект может быть членом двух и более функциональных организационных структур; каждому субъекту в функциональной организационной структуре назначаются определённые права (функциональная роль) для доступа к информации и инструментам той прикладной информационной системы, которая поддерживает данную функциональную организационную структуру.

[2] Прикладная информационная система (информационная бизнес система) - составная часть информационной системы предприятия (министерства, ведомства, организации), предназначенная для поддержки одного или нескольких смежных направлений деятельности; реализуется на основе специализированного прикладного программного обеспечения.

[3] Производительные ресурсы – информационные (программно-прикладные), вычислительные и транспортные ресурсы информационной системы.

ние типового процесса, включающего следующие основные функции:

- функции — «Классификация требования», реализация которой приводит к сбору и записи информации обо всех проявившихся признаках, сопутствовавших поступившему требованию,
- функции — «Формулирование проблемы», реализация которой (на базе анализа информации о признаках) приводит к формулированию проблемы или иного события, обусловившего поступление требования
- функции — «Определение задач», реализация которой приводит к составлению списка задач, чьи решения должны привести к решению проблемы или соответствовать событию, обусловившему поступление требования (при этом производится назначение исполнителей для выполнения работ по решению задач),
- функции — «Сопровождение задачи», при реализации которой производится выполнение работ в соответствии с поставленными задачами; при осуществлении всех функций ведутся учётные записи (производится накопление информации).

8. Модель для оценки влияния процесса накопления информации на мощность организационной (функциональной организационной) структуры массового обслуживания, оснащённой информационной системой (информационной бизнес системой), и методический аппарат для её расчёта;

9. Модель состояния производительного ресурса информационной системы, представляющая собой модель интервала занятости системы массового обслуживания, описывающая внутренние состояния системы в этом временном промежутке на основе построения зависимостей между местом требования в интервале занятости и временем ожидания этим требованием начала обслуживания;

10. Методика расчёта достаточной мощности производительных ресурсов информационной системы.

К основным технологическим решениям можно отнести решения, относящиеся к контролю над качеством обслуживания в прикладных информационных системах (информационных бизнес системах) требований субъектов организационной структуры массового обслуживания. Технология контроля качества обслуживания требований включает в себя следующие виды деятельности [7 - 9]:

1. О*пределение функциональных организационных структур,* деятельность которых должны поддерживать прикладные информационные системы (информационные бизнес системы);

2. Разработка автоматизированной системы контролинга; для этого выполняются работы, установленные стандартами на создание автоматизированных систем, стандартами качества и с учётом особенностей функциональных организационных структур;

3. Сбор статистической информации о качестве обслуживания в каждом поддерживаемой информационной системой виде деятельности субъектов организационной структуры; сбор статистических данных производится в каждой прикладной информационной системе путём накопления ретроспективной информации;

4. Определение показателей качества; показатели должны быть унифицированы, исчисляться количественно, при этом статистические выборки информации, которые используются при расчёте значений показателей, должны собираться за определённый период (неделя, месяц, год);

5. Сбор статистических выборок информации; производится автоматически с помощью автоматизированной системы контролинга;

6. Расчёт значений показателей качества; производится, при учёте того условия, что период, в течение которого собираются статистические выборки информации, является общим для расчёта значений всех показателей;

7. Анализ полученных значений показателей качества; в результате анализа может быть констатировано, что прикладные информационные системы удовлетворяют предъявляемым к ним требованиям, либо требуется разработать рекомендации по изменениям в этих системах;

8. Разработка рекомендаций; рекомендации разрабатываются либо в отношении изменения в составе или типах функциональных организационных структур, либо в отношении изменений автоматизируемых функций или степени их автоматизации.

Опубликованные технические решения можно классифицировать следующим образом:

1. Технические решения структурно образуют собой *класс адаптивных информационных систем* организационных структур массового обслуживания или их составных частей; отличительным признаком систем данного класса является управление производительными ресурсами информационных трактов на основе поддержания в нормированных значениях показателей своевременности доставки информации путём адаптации (изменения) мощности производительных ресурсов, в зависимости от их загрузки;

2. Технические решения обеспечивают реализацию различных способов обработки и распределения информации, но все из которых можно соотнести с *методом адаптивного управления распределением потоков* в инфраструктуре обмена информацией; данный метод основан на сочетании способов долгосрочного и оперативного прогнозирования; способы прогнозирования позволяют на основе рассчитанных на стадии проектирования эталонных значений показателей обработки статистических данных производить на стадии эксплуатации коррекцию плана распределения каналов, ввод дополнительных линий связи, узлов и станций, перемещать или исключать их из конфигурации информационной системы, образовывать тракты для передачи информации непосредственно перед поступлением требований;

3. Опубликованные технические решения, как решения, относящиеся к классу адаптивных информационных систем, можно распределить по следующим целевым группам этого класса:

✦ группа технических решений, целью которых является увеличение *информативности* передаваемых в информационных трактах пакетов данных;

✦ группа технических решений, целью которых является *распределение интервалов времени* между сеансами передачи данных в различных информационных трактах;

✦ группа технических решений, целью которых является *обеспечение устойчивости функционирования* производительных ресурсов при образовании информационных трактов для подвижных объектов и трактов с коммутируемыми линиями связи городских и междугородных телефонных сетей;

✦ группа технических решений, целью которых является *повышение пропускной способности* информационных трактов, формируемых на основе многоканальных цифровых систем связи;

✦ группа технических решений, целью которых является *мониторинг состояния ресурсов, формирование и передача команд управления* в функциональных организационных структурах.

Ниже в таблице приведены примеры таких решений и номера соответствующих им авторских свидетельств и патентов.

Таблица 1.

Технические решения, относящиеся к классу адаптивных информационных систем

Цель	Примеры технических решений
Увеличение информативности передаваемых в информационных трактах пакетов данных	Устройство сложения пакетов информационных сигналов: SU 1756896 A1 Система радиосвязи: SU 1755381 A1 Система волоконно-оптической связи: SU 1800630 A1
Распределение интервалов времени между сеансами передачи данных в различных информационных трактах	Устройство сеансовой связи: SU 1481905 A1 Устройство сеансовой связи: SU 1739500 A1 Устройство для переключения каналов связи: SU 1374435 A1 Устройство для обмена информацией: SU 1821802 A1
Обеспечение устойчивости функционирования производительных ресурсов при образовании информационных трактов для подвижных объектов и трактов с коммутируемыми линиями связи городских и междугородных телефонных сетей	Способ радиолокационного зондирования подвижных объектов дискретными сигналами: SU 1800415 A1 Устройство автоматической регулировки длительности сигналов: SU 1772781 A1 Способ передачи дискретных сигналов на подвижный объект: SU 1769367 A1 Устройство приёма данных: SU 1478360 A1 Устройство для сопряжения: ЦВМ: SU 1494008 A1 Двухканальное устройство для сопряжения ЭВМ: SU 1735860 A1
Повышение пропускной способности информационных трактов, формируемых на основе многоканальных цифровых систем связи	Устройство для передачи данных с переключением каналов связи: SU 1394439 A1 Многоканальная цифровая система связи: SU 1406805 A1 Устройство временного уплотнения для многоканальных цифровых систем связи: SU 1338768 A1 Устройство для установления соединений в многоканальной цифровой системе связи: SU 1483659 A1 Многоканальная цифровая система связи: SU 1453607 A1 Многоканальная цифровая система связи: SU 1790035 A1 Многоканальная цифровая система связи: SU 1790035 A1 Многоканальная цифровая система связи: SU 1800631 A1

Цель	Примеры технических решений
Мониторинг состояния ресурсов, формирование и передача команд управления в функциональных организационных структурах	Устройство сканирования: SU 1172065 A1 Устройство сбора информации: SU 1742834 A1 Устройство сбора информации: SU 1508242 A1 Устройство приоритетного прерывания: SU 1282125 A1 Устройство приоритетного прерывания: SU 1644142 A1 Устройство передачи команд управления по речевому запросу: SU 1741291 A1 Речевой автоинформатор: SU 1786667 A1 Система передачи и приёма речевых команд управления: SU 1658415 A1 Устройство управления доступом к каналу связи: SU 1709545 A1 Устройство для одновременной передачи речевых сообщений и команд управления от голоса: SU 1538273 A1 Формирователь сигналов автоматических телефонных станций: SU 1510110 A1 Формирователь сигналов автоматических телефонных станций: SU 1628229 A1 Устройство служебной связи: RU 2012139 A1 Устройство автоматического набора номера: RU 2012152 A1

Назначение и целевые установки методологии адаптивного управления

Анализ полученных научных результатов, разработанных технологических и технических решений, в сочетании с анализом их целевых установок позволяет сделать следующие выводы:

1. При достижении приведённых выше научных результатов использовались методы исследования, основанные на моделировании интервала занятости системы массового обслуживания с ожиданием, посредством учёта физических процессов, возникающих при поступлении в систему и обслуживании в ней требований; модель интервала занятости системы массового обслуживания описывает внутренние состояния системы в этом временном промежутке на основе построения зависимостей между местом требования в интервале занятости и временем ожидания этим требованием начала обслуживания. Учитывая основополагающее значение данной модели при проведении исследований, проведена проверка её достоверности; достоверность данной модели подтверждается аналитическими выкладками, наиболее полно описанными в работе [6, с. 23-28].

2. Обобщение полученных научных результатов в их композиции с разработанными технологическими и техническими решениями, а также с учётом достоверности используемого для расчётов математического аппарата позволяют квалифицировать эти результаты и решения как основные положения методологии адаптивного управления *информационной системой* организационной структуры массового обслуживания; и, в свою очередь, эти положения рассматривать как составную часть методологии адаптивного управления организационной структурой массового обслуживания.

3. В основе научных результатов, разработанных технологических и технических решений лежит целевая установка на решение проблемы по определению достаточности мощности производительных ресурсов и следующие принципы адаптации:

✦ на стадии проектирования информационной системы, – принцип адаптации функциональных организационных структур, информационных бизнес систем и производительных ресурсов к видам осуществляемой и поддерживаемой информационной системой деятельности;

✦ на стадии эксплуатации информационной системы, – принцип адаптации мощности производительных ресурсов, распределяемой по различным информационным трактам в зависимости от нормированных для этих трактов значений в различные интервалы времени.

Таким образом, методология адаптивного управления информационной системой организационной структуры массового обслуживания представляет собой систему наиболее общих принципов, положений и методов, с помощью которых:

1. На стадии технического и рабочего проектирования информационной системы организационной структуры массового обслуживания:

✧ осуществляется: деятельность по определению мощности функциональных организационных структур и мощности производительных ресурсов; деятельность по синтезу информационной системы в целом и по разработке технологических и технических решений её составных частей: системы управления информационными трактами и системы

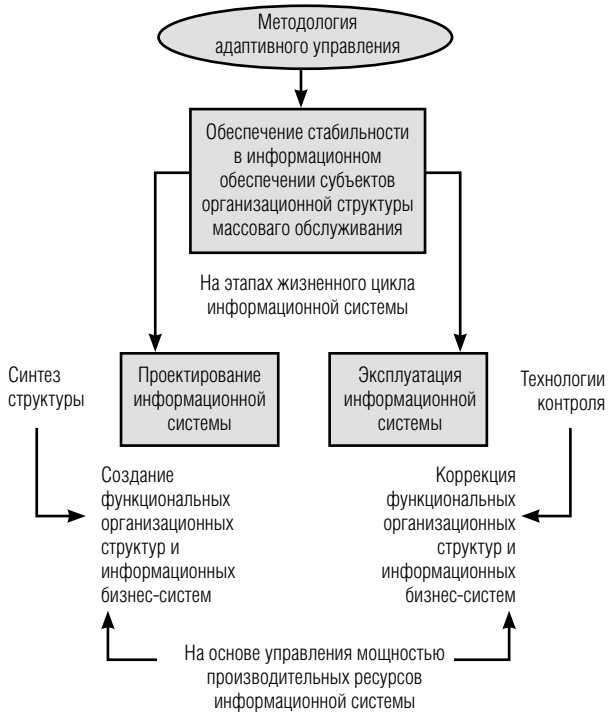

Рис. 1. Назначение и целевые установки методологии адаптивного управления

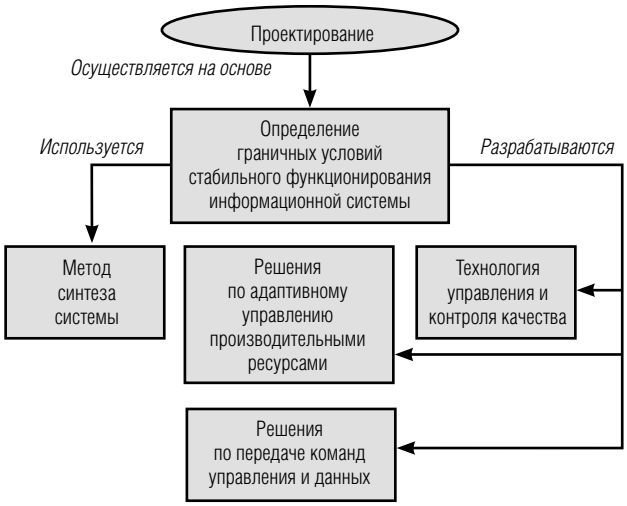

Рис. 2. Проектирование информационной системы

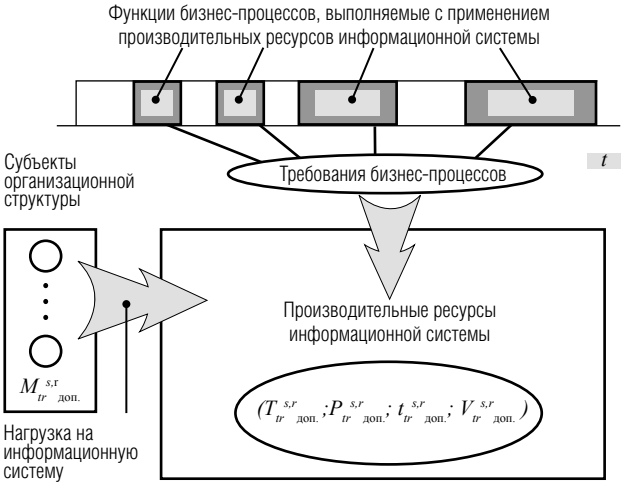

Рис. 3. Модель представления требований к качеству обслуживания.

контроля над качеством обслуживания требований (системы контролинга).

2. На стадии эксплуатации информационной системы с целью контроля над качеством обслуживания требований производится сбор статистической информации об интервалах занятости элементов в функциональных организационных структурах (время непрерывной работы сотрудников) и в производительных ресурсах; проводится анализ этой информации на основе сопоставления фактических значений показателей мощности с их нормированными значениями; осуществляется, при необходимости, разработка рекомендаций по изменениям в способах управления, в мощностях функциональных организационных структур (числе сотрудников)и производительных ресурсов (количестве устройств и их производительности).

На *рис. 1* показаны назначение и целевые установки методологии адаптивного управления информационной системой организационной структуры массового обслуживания. На *рис. 2* показаны основные сущности данной методологии, относящиеся к стадии проектирования информационной системы. На *рис. 3* отображена модель представления требований к качеству обслуживания в производительных ресурсах информационной системы.

На *рис. 3* обозначены:

$M_{tr\ доп.}^{s,r}$ – нормированное число субъектов в нормированной *s*-й функциональной организационной структуре, которые используют *r*-й ресурс в *tr*-ом типе информационного тракта;

$T_{tr\ доп.}^{s,r}$ – нормированное значение времени ожи-

дания требованием начала обслуживания в *r*-ом ресурсе применительно к *s*-ой функциональной организационной структуре и *tr*-му типу информационного тракта;

$P_{tr\ доп.}^{s,r}$ – нормированное значение вероятности непревышения фактическим временем ожидания нормированного значения времени ожидания им обслуживания в *r*-ом ресурсе применительно к *s*-ой функциональной организационной структуре и *tr*-му типу информационного тракта;

$t_{tr\ доп.}^{s,r}$ – нормированное значение интервала обслуживания в *r*-ом ресурсе применительно к требованиям, поступающим от субъектов управления *s*-ой функциональной организационной структуры в *tr*-ом типе информационного тракта;

$V_{tr\ доп.}^{s,r}$ – нормированное значение размера типового формата в *r*-ом ресурсе применительно к *s*-ой функциональной организационной структуре и *tr*-му типу информационного тракта;

$s = 1, ..., S$ – условный номер функциональной организационной структуры;

$r = 1, ..., R$ – условный номер производительного ресурса;

$tr = 1, ..., TR$ – номер типа информационного тракта (в частности, двунаправленные информационные тракты между персональными компьютерами субъектов, установленными в одном офисе, относятся к одному типу, например, для этого типа $tr = 1$).

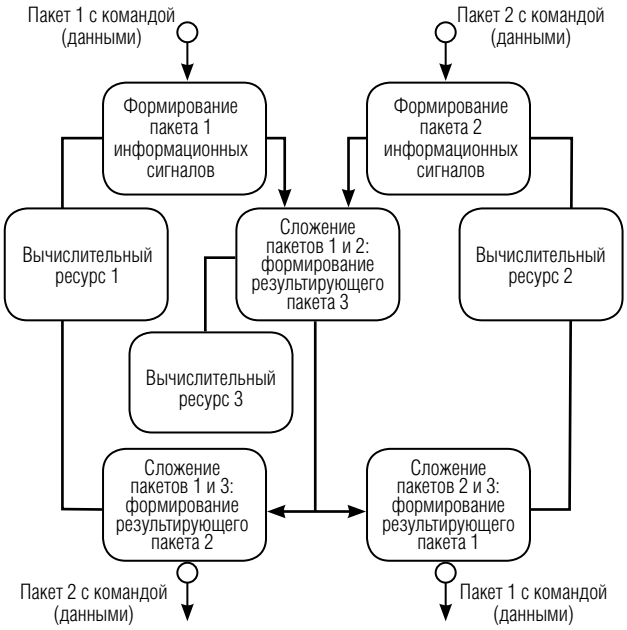

Рис. 4. Схема алгоритма сложения информации (пример).

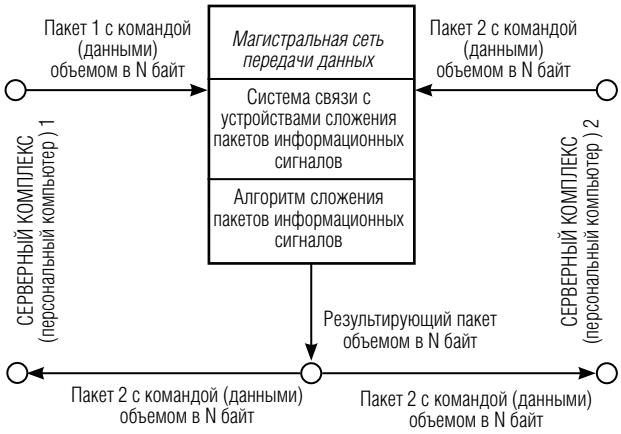

Рис. 5. Место применения устройства сложения информации (пример).

В качестве примера технического решения, относящегося к группе технических решений, предназначенных для увеличения информативности пакетов данных, ниже на рисунках отображены: (а) схема алгоритма сложения информации *(рис. 4)*, (б) место применения устройства сложения информации в составе информационной системы *(рис. 5)*.

Увеличение информативности пакетов данных, передаваемых по трактам информационной системы, достигается за счёт наложения информации одного пакета на информацию другого пакета. Алгоритм сложения информации реализуется в устройствах для сложения пакетов информационных сигналов (устройства сложения информации). Увеличение информативности пакетов данных заключается в следующем:

✦ в магистральную сеть передачи данных из серверных комплексов (персональных компьютеров) 1 и 2, далее по тексту, источников, между которыми образован информационный тракт, поступают пакеты с командами и данными, каждый объёмом в N байт;

✦ в магистральной сети передачи данных пакеты из одного источника передаются на один вход, а пакеты из другого источника передаются на другой вход устройства сложения информации из состава системы связи;

✦ устройство сложения информации, реализуя специальный алгоритм сложения пакетов, образует на своём выходе результирующий пакет, объёмом также в N байт;

✦ результирующий пакет передаётся в оба источника. В вычислительные ресурсы каждого из источников входят такие же аналогичные устройства сложения пакетов информационных сигналов;

✦ в устройстве сложения пакетов информации каждого из источников производится сложение результирующего пакета с копией пакета, переданного ранее из этого источника. В результате образуется пакет, переданный из другого источника;

✦ образованные таким образом пакеты передаются по назначению.

Заключение

В настоящей работе приведены результаты проведённых исследований по проблеме определения достаточности мощности организационной структуры массового обслуживания, мощности функциональных организационных структур и мощности производительных ресурсов поддерживающей их информационной системы. Проведён обзор публикаций, относящихся к данной тематике, в результате которого определены и проанализированы научные результаты, технологические и технические решения, составляющие основу методологии адаптивного управления информационной системой организационной структуры массового обслуживания. В работе представлены основные сущности данной методологии, области её применения в жизненном цикле информационной системы; показано, что с помощью используемого в методологии математического аппарата интервалов занятости системы массового обслуживания, известных технологических и технических решений:

● на стадии проектирования проводится синтез функциональных организационных структур, рассчитываются мощности производительных ресурсов информационной системы и определяются системно-технические решения по управлению ими;

● на стадии эксплуатации осуществляются контроль качества обслуживания требований в функциональных организационных структурах и адаптивное управление производительными ресурсами информационной системы на основе поддержания стабильного, в заданных граничных условиях (в нормированных значениях показателей мощности) их состояния.

Приводится пример одного из наиболее нетривиальных технических решений, используемых в методологии для повышения информативности. Эффективность применения этого решения в магистральных и локальных транспортных сетях повышает информативность передаваемых в них пакетов данных на отдельных участках до двух раз. ■

Литература

1. Новиков Д.А. Теория правления организационными системами. – М.: МПСИ, 2005. - 584 с.
2. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Теория активных систем: состояние и перспективы. – М.: Синтег, 1999. - 128 с.
3. Новиков Д.А. Модели адаптации команд // Управление большими системами. - М.: ИПУ РАН, 2008. – Выпуск 20. - С. 57–76.
4. Новиков Д.А. Модели формирования и функционирования неоднородных команд // Управление большими системами. - М.: ИПУ РАН, 2007. – Выпуск 18. - С. 73–90.
5. Силантьев А.Ю. Информационные технологии - катализатор мирового развития. – М.: Академия ИБС: МФТИ, 2009 / Информационные бизнес системы: Первая Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция / Под научной редакцией д.т.н., проф. А.Ю. Силантьева, с 10-13.
6. Шабанов А.П., Беляков А.Г. Организационные структуры массового обслуживания: научное издание. – М.: Институт проблем управления им. Трапезникова РАН, 2007. – 100 с.
7. Шабанов А.П. Подход к формализации учётно-контрольного процесса при решении проблемы минимизации ресурсов организационной структуры // Сборник трудов научно-практической конференции: Современные сложные системы управления. - Воронеж: ВГАСУ, 2005. - С. 186-190.
8. Шабанов А.П. Подход к выбору направления автоматизации деятельности // Труды VI Всероссийской научно-практической конференции: Системы автоматизации в образовании, науке и производстве. – Новокузнецк: СибГИУ, 2007. - С 81-85.
9. Рузавин С.Г., Шабанов А.П. Контроль над достаточностью ресурсов информационных систем // Материалы конференции: Первая Всероссийская научно-практическая конференция: Информационные бизнес системы. – М.: 2009. - С. 229-232

Бизнес- информатика

Управление и бизнес в сфере информационных технологий!

– новое направление в России!

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ

Факультет бизнес-информатики
ВЫСШАЯ ШКОЛА БИЗНЕС – ИНФОРМАТИКИ

Программы бизнес-образования нового поколения:

ПРОГРАММА
«Мастер делового администрирования со специализацией в области бизнес – информатики» (MBA – IT)

Программа поддержана Ассоциацией Предприятий Компьютерных и Информационных технологий

ВТОРОЕ ВЫСШЕЕ
«Прикладная информатика в экономике»

ПРОГРАММА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕПОДГОТОВКИ
«Технологическое предпринимательство: управление инновациями в сфере высоких технологий»

ПРОГРАММА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕПОДГОТОВКИ
«Менеджер в сфере бизнес-информатики» (MBI)

Программы нового поколения, созданные ведущими специалистами в области бизнес-информатики, компаниями – лидерами в сфере ИТ, консалтинга и высоких технологий, качественно отличающиеся от имеющихся на рынке образовательных программ.

http://hsbi.ru, 772-95-61, 769-77-52

АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ФОРМАЛЬНОЙ СПЕЦИФИКАЦИИ ПРАВИЛ КОРПОРАТИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИС НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЙ

О.Р. Козырев,
профессор, директор Нижегородского филиала Государственного университета – Высшей школы экономики,
e-mail: okozyrev@hse.ru,
Н.А. Климова,
заместитель директора по развитию и управлению Нижегородского филиала Государственного университета – Высшей школы экономики,
e-mail: nklimova@hse.ru,
М.И. Литвинцева,
директор по организационной работе Государственного университета – Высшей школы экономики,
e-mail: mlitvintseva@hse.ru.
Адрес: г. Нижний Новгород, ул. Б. Печерская, д. 25/12.

В статье рассматривается метод анализа бизнес-процессов на соответствие корпоративным правилам информационной безопасности с использованием реляционной логики и системы MIT Alloy Analyzer. С целью анализа определяется структура взаимосвязанных онтологий на трех уровнях и соответствующая логическая микротеория. Для иллюстрации предложенного метода используется бизнес-процесс реальной компании.

Практически все современные организации работают сегодня с распределенной ИТ-инфраструктурой, множеством разнородных приложений, реализованных на различных платформах и взаимодействующих между собой посредствам набора интерфейсов. Традиционный подход (например, объектно-ориентированная технология CORBA) к интеграции представляет собой создание промежуточного программного слоя, который отвечает за объединение и налаживание коммуникации между разнородными приложениями. Однако новые потребности бизнеса диктуют новые условия для интеграции. Динамичность бизнеса требует от ИТ решений гибкости и простоты управления ИТ системами, что тяжело реализуемо в рамках традиционного подхода. Также возникает другая серьезная проблема — избыточность программных компонентов и сложность их многократного использования [1].

Для преодоления перечисленных проблем была предложена новая концепция интеграции бизнес-процессов на основе сервис-ориентированной архитектуры (СОА). Аналитики компании IBM дают следующее определение: «СОА — это прикладная архитектура, в которой все функции определены как независимые сервисы с вызываемыми интерфейсами. Обращение к этим сервисам в определенной последовательности позволяет реализовать тот или иной бизнес-процесс» [2].

К сожалению, практические выгоды от внедрения СОА до сих пор являются неочевидными и вызывают дискуссии в бизнес- и ИТ-сообществах. По результатам опроса, проведенного среди крупных производственных компаний консалтинговой компанией BearingPoint's Wall Street, около 58% респондентов ответили, что внедрение СОА внесло лишь дополнительной сложности в их ИТ ландшафт, нежели снизили ее; 30% отметили превышение затрат на СОА по сравнению с ожидаемым уровнем.

По результатам независимых научных исследований [3, 4, 5] выделяются следующие основные проблемы, возникающие при попытках построения СОА на предприятиях: несовместимость программных продуктов; отсутствие знаний по созданию описания сервисов; узкая направленность архитекторов на решение ИТ задач; неструктурированность, неполнота и ограниченность СОА стандартов; разобщенность бизнеса и ИТ.

Перечисленные выше проблемы в основном относятся к классу проблем управления и интеграции знаний на различных уровнях: как между людьми разных специализаций и уровней, так и между различными методологиями построения сервисов. Разнородность отдельных сервисов и необходимость моделирования различных аспектов всей распределенной системы вносит дополнительные сложности и затраты для внедрения сервис-ориентированных решений. Сейчас для создания информационных систем большинство разработчиков прибегают к моделированию в разных нотациях и стилях (BPMN, UML, EPC), и выполняют ручную или автоматизированную компоновку независимых сервисов, применяя формальное описание сервисов (WSDL) и языки описания потоков работ, таких как, например, WS-BPEL [6].

Одной из актуальных научных задач в области проектирования систем, основанных на СОА, является необходимость учета различных аспектов выполнения бизнес-процессов, не связанных напрямую с выполнением бизнес-функций. Например, одной из важнейших проблем сервис-ориентированных решений является необходимость согласованности результатов выполнения автоматизируемого процесса с действующими организационными политиками и ограничениями. Одним из примеров таких ограничений являются правила и политики корпоративной информационной безопасности. По определению, данному в Национальном стандарте РФ, Информационная безопасность организации — это все аспекты, связанные с определением, достижением и поддержанием конфиденциальности, целостности, доступности, неотказуемости, подотчетности, аутентичности и достоверности информации или средств ее обработки [9].

В данной работе мы выбрали для изучения возможность моделирования организационных контролей информационной безопасности, обеспечивающих конфиденциальность, при автоматизированном или автоматическом построении последовательности запуска сервисов в составе сложных СОА-решений. Проблема необходимости моделирования организационных контролей была подробно проанализирована в [8]. Для структурированного анализа контролей разграничений полномочий, была введена следующая классификация:

1. Статическое разграничение полномочий. Невозможность принципалом обладать двумя эксклюзивными ролями.
2. Динамическое разграничение полномочий.
   a. Простое динамическое разграничение полномочий. Невозможность принципалом активизировать две эксклюзивные роли.
   b. Разграничение полномочий, основанное на объектах. Невозможность принципалом активизировать две эксклюзивные роли по отношению к одному объекту в один момент времени.
   c. Операционное разграничение полномочий. Невозможность принципалом иметь несколько ролей, которые покрывают некоторый бизнес-процесс.
   d. Разграничение полномочий, основанное на истории применения. Невозможность принципалом иметь все роли, обрабатывающие один и тот же объект.

Однако помимо правил и политик присвоения ролей одному принципалу и отслеживания уровня риска при выдаче авторизации, в [10] выделены авторизационные политики построения самих ролей.

В данной работе указанные подходы будут использованы для контроля авторизаций на уровне моделирования бизнес-процесса.

Одним из общепринятых методов решения задачи автоматического построения последовательности запуска сервисов и последующего анализа полученного решения является интеграция различных моделей на основе формальных методов построения иерархий объектно-ориентированных моделей, метамоделей и онтологий. При этом понятие «онтология» определяется, как подробное описание структуры некоторой проблемной области, которое используется для формального и декларативного определения ее концептуализации [11].

Задачей данной работы является определение основ новой методологии на основе онтологий, позволяющей автоматизировать процесс запуска последовательности сервисов с учетом ограничений информационной безопасности. В этой методологии мы выделяем три основных уровня моделирования: уровень предметной области, уровень бизнес-процессов и уровень сервисов. Все три уровня моделирования можно описать, используя подходы, развиваемые в теории верификации программ и, в частности, в реляционной логике системы MIT Alloy Analyzer [7]. Инструментарий и методы ограниченного логического анализа, реализованные в этой системе позволяют моделировать все три уровня моделирования в форме онтологий, а также позволяют реализовать связи между уровнями моделирования путем наложения логических ограничений. За основу моделирования организационных контролей была взята концепция построения контролей безопасности [8]. Предложенные в этой работе принципы моделирования организационных контролей с применением механизмов логики первого порядка были использованы в ходе анализа безопасности в данной работе. Поэтому при моделировании контролей не разрабатывались новые собственные контроли, но применялись уже описанные в работе [8] ограничения и проверки, написанные на языке Alloy.

Прежде всего в системе Alloy была создана онтология предметной области, содержащая основные понятия, необходимые для наших целей *(рис. 1)*.

В данном исследовании основным объектом моделирования является бизнес-процесс, поэтому в онтологии второго уровня отражаются основные сущности бизнес-процесса, как такового. Основой для моделирования структуры бизнес-процесса была выбрана известная нотация EPC. Таким образом, на первом уровне нашей модели выделяются такие сущности онтологии, как Событие (Event), Функция (Action), и как дополне-

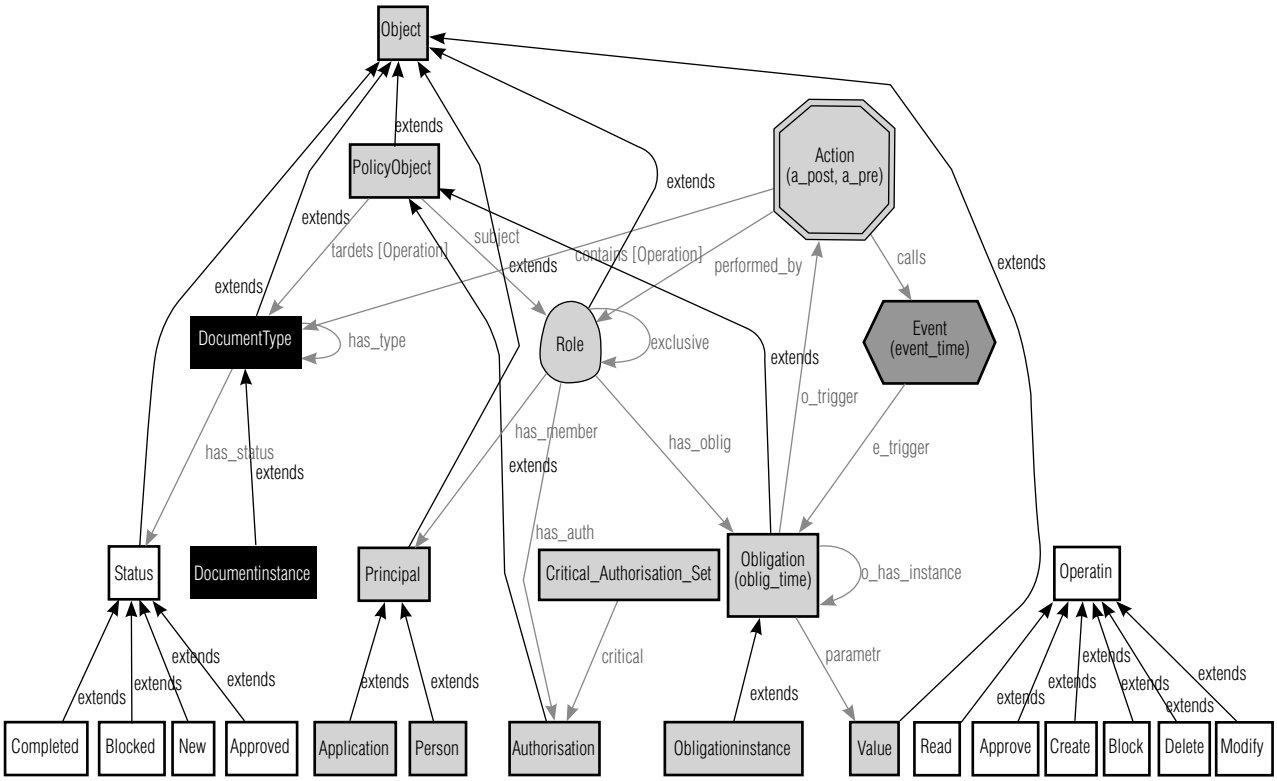

Рис. 1. Онтология предметной области.

ние для целей моделирования организационных контролей — Обязательство (Obligation & ObligationInstance).

Кроме данных объектов вводятся понятия исполнителя бизнес-функции в качестве бизнес-роли (Role) и понятия обрабатываемого документа: Документа (DocumentInstance) и Типа Документа (DocumentType). Роли распределяются среди принципалов (Principal), работающих а рамках описываемого бизнес-процесса, которые могут быть представлены либо Человеком (Person), либо Системой (System). Для целей дальнейшего анализа организационных контролей информационной безопасности введены такие понятия: Политики (PolicyObject), Авторизации (Authorization), Обязательства (Obligation & ObligationInstance) и Критический Набор Авторизаций (Critical_Authorization_Set). Для введенных понятий на языке системы Alloy определяются ограничения *(табл. 1)*.

Таблица 1.

Моделирование организационных контролей на языке Alloy

Тип контроля	Описание на языке Alloy
Shared/Shared	pred ss (disj r1, r2: Role) { r1->r2 in exclusive => some ((subject.r1 & Authorisation) - (subject.r2 & Authorisation)) && some ((subject.r2 & Authorisation) - (subject.r1 & Authorisation))} assert SS {all disj r1, r2: Role | ss[r1,r2]}
Shared/Disjoint	pred sd (disj r1, r2: Role) { r1->r2 in exclusive => ss [r1,r2] && no ((subject.r1 & Authorisation).subject - r1 - r2) && no ((subject.r2 & Authorisation).subject - r1 - r2)} assert SD {all disj r1, r2: Role | sd[r1,r2]}
Disjoint/Shared	pred ds (disj r1, r2: Role){ r1->r2 in exclusive => ss[r1,r2] && // this is required in analysis to avoid empty models no (subject.r1 & Authorisation) &(subject.r2 & Authorisation)} assert DS { all disj r1, r2: Role | ds[r1,r2]}
Disjoint/ Disjoint	pred dd (disj r1, r2: Role) { r1->r2 in exclusive => ds[r1,r2] &&sd[r1,r2]} assert DD { all disj r1, r2: Role | dd[r1,r2]}

Также было введено дополнительное ограничение, проверяющее, что не существует такой роли, которая потенциально смогла бы обработать документ по всему жизненному циклю документа:

```
assert NoRoleCompletingOneDocument { no r:Role |
all di: DocumentInstance| ((contains.di).Operation).
contains.has_type in (Authorisation&subject.r).targets}
```

Все объекты предметной области, кроме тех, которые непосредственно относятся к понятиям бизнес-процесса (Event и Action) являются подтипами общего объекта Object, что позволяет определять общие для всех принципы поведения.

Выбранный подход к моделированию бизнес-процесса в системе Alloy позволяет описывать сложные структуры с ветвлениями и циклами. Для этого в структуру объектов онтологии (сигнатуры в терминах системы Alloy) вводятся дополнительные поля с ключевыми словами, запускающими определенные события. С использованием этих ключевых слов и традиционных логических связок AND, OR становится возможным полностью определить логику сложного бизнес-процесса.

На третьем уровне моделирования определяются спецификации программных сервисов, существующих в ИТ-инфраструктуре предприятия реализующих определенную бизнес-функцию. Поскольку в предложенной методологии мы стремимся обеспечить взаимосвязь всех уровней моделирования, то описание сервисов на третьем уровне взаимосвязано с понятиями модели второго уровня и зависит от конкретного бизнес-процесса. На третьем уровне мы вводим два основных понятия Service и Method. Взаимосвязь этих понятий реализована в системе Alloy через отношение consists_of сигнатуры Service. Каждый метод связан с определенной бизнес-функцией на уровне 2 через отношение corresponds в сигнатуре Method. В дополнение к описанным отношениям вводится ограничение, определяющее вызов метода во время исполнения бизнес-процесса. На языке системы Alloy это ограничение описывается в форме факта:

```
fact Synchronisation {
all s:Service |all m:Method| m in s.consists_of=>m.
(s.current_method_pre)= (m.corresponds).a_pre
all s:Service |all m: Method | m in s.consists_of =>m.
(s.current_method_post) = (m.corresponds).a_post}
```

Построенная иерархия моделей была использована для анализа информационной безопасности тестового бизнес-процесса, соответствующего реально используемому процессу в крупной компании *(рис. 2)*.

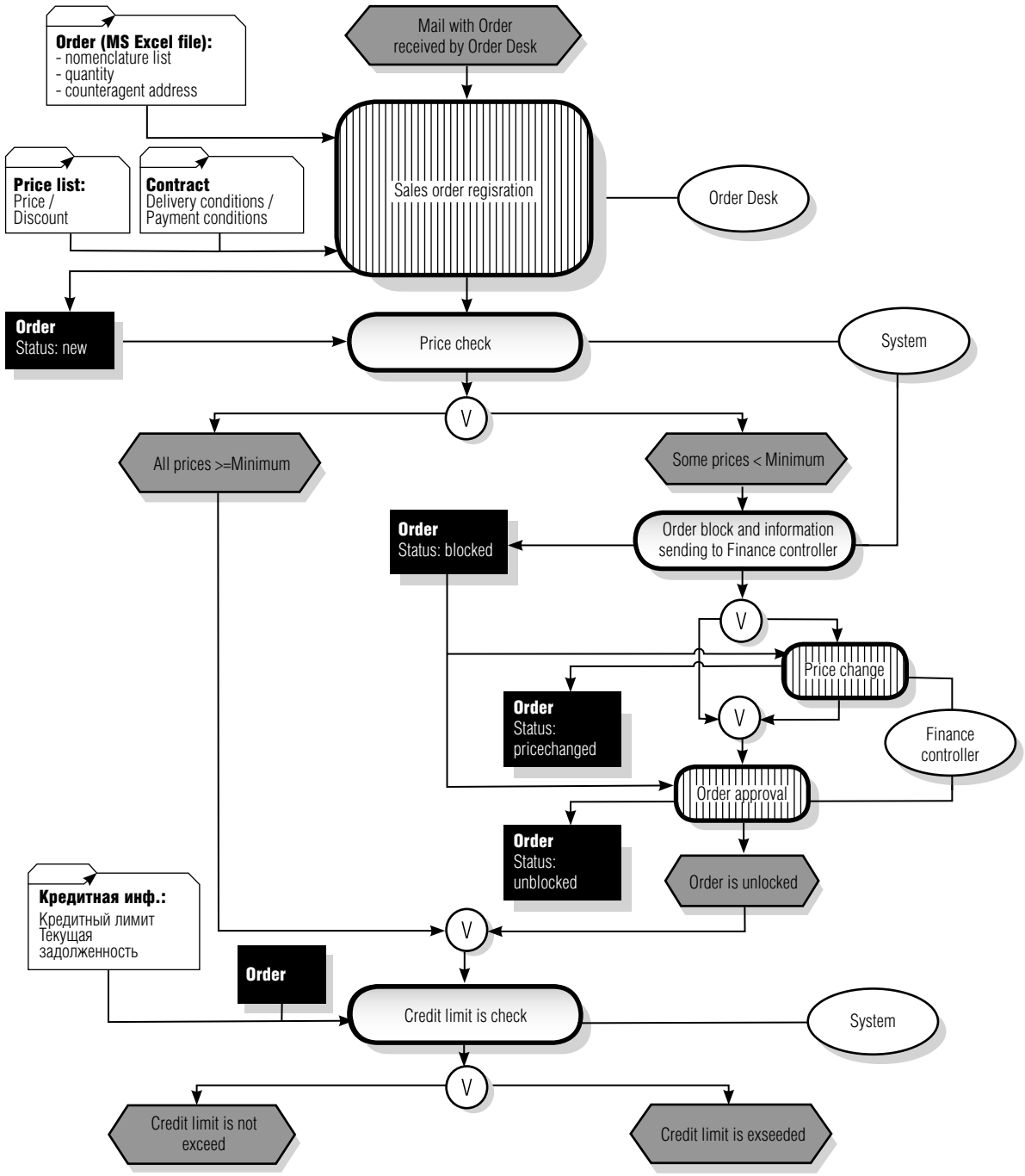

Рис. 2. Бизнес-процесс закупок в нотации EPC.

С целью анализа конкретного бизнес-процесса общая модель была дополнена на втором уровне несколькими понятиями, представляющими конкретные бизнес-функции и роли процесса закупки. С помощью языка системы Alloy были также формально определены переходы между активностями бизнес-процесса и требуемые для использования информационные элементы.

Для проверки непротиворечивости всех возможных сценариев исполнения бизнес-процесса с точки зрения введенных организационных контролей информационной безопасности были использованы средства логического анализа, доступные в системе Alloy.

В результате логического анализа также была получена непротиворечивая последовательность

вызова программных сервисов, соответствующая изучаемому бизнес-процессу. Полученная последовательность может быть использована для автоматической генерации машинно-ориентированной спецификации бизнес-процесса на языке BPEL.

Таким образом, в ходе этой работы было проанализировано перспективное направление построения многоагентных систем на основе сервис-ориентированной архитектуры. Для решения задач автоматизации интеграции и повышения безопасности был предложен метод формальной верификации бизнес-процессов с использованием предметной онтологии и проведен его анализ на практическом примере.

В качестве основного вывода по проделанной исследовательской работе нужно отметить, что использование специализированного диалекта формальной логики Relation Logic и конкретной реализации Alloy Analyzer для определения корпоративных политик информационной безопасности представляется целесообразным и многообещающим.

Исследование осуществлено в рамках программы фундаментальных исследований ГУ-ВШЭ в 2010 году (проекты Т361.1, Т3.29.0). ■

Литература

1. Фейгин Д. «Концепция СОА», http://www.osp.ru/os/2004/06/184447/_p2.html, электронное издательство «Открытые системы», 30.06.2004.
2. Channabasavaiah K., Holley K., Tuggle E.M., Migrating to a service-oriented architecture, IBM, December 2003.
3. Parikh A., Gurajada M., «SOA в реальности», http://erpnews.ru/doc2610.html, электронное издание «ERP News», 18.08.2007.
4. «Почему внедрение сервис-ориентированной архитектуры требует много времени», http://citcity.ru/11420, электронное издание «CitCity»
5. Бродкин Д., «6 Острых вопросов к СОА», http://erpnews.ru/doc2584.html, электронное издание «ERP News», 12.08.2007.
6. Beek M. H., Bucchiarone A., «Formal Methods for Service Composition», Annals of mathematics, computing and teleinformatics, vol. 1, № 5, 2007, PP 1-10.
7. Jackson D., Software Abstractions: Logic, Language, and Analysis, The MIT Press Cambridge, Massachusetts, 2006.
8. Schaad, A., A Framework for Organisational Control Principles, in Department of Computer Science. 2003, University of York,
9. Национальный стандарт РФ, Методы и средства обеспечения безопасности, Часть Концепция и модели менеджмента безопасности информационных и телекоммуникационных технологий, 01.06.2007, http://rfcmd.ru/sphider/docs/InfoSec/GOST-R_ISO_IEC_13335-1-2006.htm.
10. Kuhn, R «Mutual exclusion of roles as a means of implementing separation of duty in role-based access control systems», Proceedings of the second ACM workshop on Role-based access control, 1997, PP 23–30.
11. T. R. Gruber T.R, A translation approach to portable ontologies. Knowledge Acquisition, 5(2):199-220, 1993, http://tomgruber.org/writing/ontolingua-kaj-1993.htm.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ СБАЛАНСИРОВАННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В СТРАТЕГИЧЕСКОМ УПРАВЛЕНИИ ИНФОРМАЦИОННЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ КОРПОРАЦИИ

А.И. Громов,
профессор Государственного университета – Высшей школы экономики,
e-mail: AGromov@hse.ru.
Адрес: г. Москва, ул. Кирпичная, д. 33/5, факультет бизнес-информатики,
кафедра «Управление разработкой ПО».

Статья посвящена практике использования системы сбалансированных показателей для реализации как стратегических целей корпорации, предприятия, так и формирования стратегии и её реализации применительно к подразделениям информационных технологий, результаты деятельности которых, как правило, трудно оцениваются с точки зрения финансового мониторинга. Автор использует свой опыт консультанта, а также промежуточные результаты научных исследований, выполненных в ГУ – ВШЭ.

Ключевые слова: система сбалансированных показателей, архитектура предприятия, бизнес-процесс, цепочки добавленной стоимости, дерево функций, стратегическое управление.

Сегодня становится банальным утверждение о необходимости процессного подхода к управлению: любая организация нуждается в бизнес-процессах, максимально приспособленных для выживания в условиях конкуренции и динамичной жизни. Еще более важна возможность организации быстро и адекватно (насколько возможно максимально правильно) реагировать на изменения внутренние и внешние. Для этого нужен единый фундамент, обеспечивающий целенаправленное движение, непрерывно измеряемое и оцениваемое. Таким фундаментом являются стратегические цели организации, по своей сути представляющие проекцию требований объективной реальности на ежедневную деятельность организации [1].

Большинство классических подходов к стратегическому управлению, пропагандируемых некоторыми отечественными консультантами, не уделяют достаточного внимания связи между формулиров-

кой целей организации и мерами по их реализации, а также механизмам контроля достижения этих целей [2].

Ситуация усугубляется также тем, что многие руководители организаций до сих пор используют только прямые финансовые показатели деятельности для принятия решений. Но с их помощью нельзя предсказывать будущее, так как они по большей части ориентированы на прошлое и содержат мало контрольной информации, необходимой для принятия стратегических решений. Только в случае рассмотрения причин финансовых неудач (пониженный спрос, несовершенство процессов и т. д.) можно на ранней стадии определить тревожные отклонения, влияющие на достижение стратегических целей.

Ответом на потребность в механизмах опережающего, повседневно-стратегического управления явилась сбалансированная система показателей (ССП, в английском варианте — Balanced Scorecard, BSC) [3]. Надо сказать, что концептуальная схема ССП была практически реализована в советское время в методологии НОТ (научная организация труда). Однако нежелание большинства руководителей разбираться в сути положений НОТ, декларативная форма изложения и общая нервозность ситуации привели сначала к тому, что НОТ было поручено заниматься наиболее слабым сотрудникам (или наименее ценным для производства), и как следствие, правильная концепция была похоронена.

Как тогда, так и сегодня, необходимо понимать, что стратегическая модель действий или карта должна быть не иллюстрацией, к которой обращаются при случае, а постоянным инструментом формулирования и отслеживания стратегических решений. К сожалению, подавляющее большинство внедрений НОТ в том или ином виде продемонстрировали наличие «поверхностного» отношения к подходу и проблеме в целом. НОТ был забыт к середине 80-х.

Кроме НОТ, в этой же связи можно упомянуть работы Питера Друкера 50-х годов, давшие начало созданию системы управления эффективностью (Performance Management) в 70-х. А также французские и советские работы 30-х годов по созданию методологии контроля за достижением поставленных задач и инструмента диагностики, реагирования и «иерархического диалога» между стратегическим и операционным уровнями управления.

В начале 90-х, когда Россия превратилась в страну «завлабов», те предприятия, которые пытались целенаправленно реализовать стратегические установки, были вынуждены «изобретать» элементы и варианты этой системы, т.к. их руководители, вышедшие в основном из завлабов, имели амбиции, но не имели знаний в управлении предприятиями. Так методология НОТ возродилась в виде ССП, и, так как «в своем отечестве пророков нет», бумерангом вернулась из-за океана под авторством Нортона и Каплана.

Регистрация концепции Balanced Scorecard относится к 1990 г., когда Институт Норлана Нортона, исследовательский центр известной аудиторской и консалтинговой организации KPMG, приступил к поиску возможностей и инструментов, обеспечивающих измерение и повышение эффективности управления. Это исследование получило название «Измерение эффективности организации будущего» (Measuring Performance in the Organization of the Future) и проводилось в течение одного года [4]. Основные положения и практические рекомендации советской системы НОТ, будучи открытыми материалами, вывезенными ещё в 70-х и 80-х движением на ПМЖ, легли в основу концепции ССП.

По мнению экспертов IDS Scheer AG лидирующей консалтинговой фирмы Германии за последние три года число проектов в СНГ по внедрению методологии ССП, превышает количество аналогичных проектов во всей Европе на 35%. Все больше предприятий в России осознают ценность такого подхода к реализации стратегического управления и начинают совершенствование своей деятельности с внедрения ССП.

ССП

Кратко суть подхода ССП заключается в том, что для обоснованной оценки деятельности организации недостаточно рассматривать только ее финансовые показатели. В рамках ССП организация рассматривается и оценивается в четырех перспективах:

✦ финансовое состояние (общепринятые показатели);

✦ позиция организации на рынке (число клиентов, доля рынка и т.д.);

✦ внутренние бизнес-процессы (насколько они настроены, и эффективны);

✦ мотивация, развитие и обучение персонала (управление знаниями).

Существуют так называемые причинно-следственные влияния показателей друг на друга. В самом общем виде логика такова: *чем лучше у нас с квалификацией персонала и информационными технологиями, тем проще нам поддерживать эффективность бизнес-процессов, что в свою очередь способствует качественному решению поставленных задач и реализации конкурентных преимуществ, а последнее приводит к запланированным финансовым показателям.*

Таким образом, для организации в целом финансовые показатели являются конечной целью функционирования, в то время как прочие перспективы определяют потенциал организации на будущие периоды. В государственном секторе можно столкнуться с ситуацией, когда кажется, что не финансовые показатели являются конечной целью деятельности организации, и для конкретных случаев это справедливо. Однако если рассмотреть объективные цели подобной организации, то оказывается, что ее существование обусловлено необходимостью жизнедеятельности структуры, где именно финансовые показатели становятся конечной целью. В этом случае, для построения правильной картины или модели стратегических целей, необходимо объединить рассмотрение процессов подобных структур.

На уровне организации также существуют проблемы выделения финансовых показателей, например, для вспомогательных или управляющих процессов. Так для процессов, связанных с деятельностью подразделений информационных технологий (ИТ), достаточно сложно определить основной результат в виде финансовых метрик по той причине, что влияние ИТ на финансовые показатели организации является в лучшем случае косвенным. Финансовые же метрики (затраты на информационные технологии) должны рассматриваться с точки зрения компенсации за вклад ИТ в развитие бизнеса.

Клиентская же перспектива для ИТ представляет собой отражение форм взаимодействия с основным бизнесом организации, что должно быть подкреплено внутренней эффективностью функционирования департамента ИТ. Таким образом, стратегия развития ИТ на базе ССП формулируется в виде взаимосвязанного набора целей и показателей, сгруппированных по следующим перспективам:

✧ миссия (основное предназначение и пути развития ИТ в организации, как правило, заключающаяся в создании и мониторинге единого информационного пространства ‘ЕИП’ корпорации);

✧ клиенты (цели поддержки основной деятельности организации);

✧ процессы (показатели эффективности процедур разработки и внедрения);

✧ технологии (оценка обоснованности и эффективности используемых технологий);

✧ организация (показатели эффективности внутренних процедур департамента ИТ).

Требуется немало терпения, чтобы мысль о том, что департамент ИТ является вспомогательным подразделением, стала приемлемой сотрудниками и руководством этого департамента. Однако логика рассмотрения процессного управления подразумевает следующую зависимость. Стратегические цели требуют выстраивания соответствующих процессов, нацеленных на достижение этих целей. Процессы требуют ресурсов, адекватных решаемым задачам. Ресурсы требуют информацию, необходимую в конкретный момент времени для решения поставленных задач. Информация требует информационных технологий, необходимых для ее получения и представления за требуемое время. Данная задача суть цели ИТ департамента.

Исходя из этой логики, информационные технологии являются *ключевым инструментом*, обеспечивающим существование процессов, контроль операционных рисков и качество функционирования. Процессы, в свою очередь, проистекают наиболее эффективно с точки зрения *скорости, цены, качества* и т.д. тогда и только тогда, когда количество ошибок в его логике минимально, количество и качество информации, требуемой для процедурных решений адекватно решению, а скорость передачи результатов между процедурами максимальна. Таким образом, *самый качественный процесс является самым дешевым* с точки зрения функционирования и максимально интегрированным с информационными технологиями. То есть, степень интеграции процессов со сквозными *информационными технологиями является показателем эффективности достижения стратегических целей.*

С другой стороны любая деятельность может быть представлена как совокупность целенаправленных усилий взаимодействующих носителей информации и знаний. Это очевидно, если рассматривать деятельность предприятия как результат функционирования социо-технико-экономической системы. Данное рассмотрение кажется менее оче-

видным для индивидуума, однако, эффективность деятельности индивидуума так же зависит от умения индивидуума оперировать и манипулировать с различными носителями информации и источниками знаний, как с собственными ресурсами, так и с привлекаемыми.

Таким образом, деятельность любой организации представляет собой процессно-ориентированный поиск требуемых процедурных решений в системе распределенной информации и знаний или в ЕИП. От эффективности управления этим поиском зависит эффективность функционирования всей системы управления деятельностью предприятия. Именно в этой системе порождаются основные ошибки логики деятельности, основные задержки и основные издержки.

Можно сколь угодно правильно определить логику процедур в процессе управления деятельностью, но если при принятии решения в процедуре логического перехода *«если – то – иначе»* совершается ошибка принятия решения из-за не адекватности требуемой информации, то процесс всей деятельности становится ошибочным, а, следовательно, затратным и неэффективным. Равно как, если в правильном процессе скорость принятия решения низка, то результат может оказаться ненужным.

На основании вышесказанного можно сделать вывод, ***что никакая система управления не может быть эффективной вне зависимости от методов и способов ее «оптимизации» то тех пор, пока она не сопровождается столь же эффективной системой управления знаниями (СУЗ)*** [5].

Фактически, внедрение ССП без понимания того, что источником её информационного наполнения является ЕИП и СУЗ, неизбежно приводит либо к потере смысла проекта, либо к прямой профанации результатов. Таким образом, начиная разговор о внедрении методологии ССП необходимо помнить обо всей цепи последующих действий по обеспечению её функционирования и использования.

Следует особо остановиться на выборе перспектив при построении ССП. Реально их может быть не четыре, а гораздо больше, выбор в методологии ССП конкретных перспектив не догма, а искусство рационального подхода.

С помощью подбора ключевых показателей результативности (КПР, в английском варианте Key Performance Indicator или KPI), являющихся, по сути, измерителями достижимости целей, организация получает хорошо сбалансированную картину кратко- и среднесрочных целей, финансовых и нефинансовых показателей деятельности, прямых индикаторов или индикаторов симптомов.

Такая система управления, ориентированная на цели организации, включает в себя все: от видения общих перспектив до индивидуальных конкурентных стратегий, а также описание и контроль мероприятий с использованием сбалансированных КПР. Вот почему подход ССП — это больше, чем некоторая ссылочная система управления результативностью. Этот подход связывает стратегии организации и их реализацию для достижения эффекта непрерывного развития.

Однако и здесь надо проявлять осторожность, излишняя детализация и сугубо операционный подход, выражающийся в определении 20-30 «стратегических» целей с сотней КПР, что на практике далеко не рекорд, размывают корпоративные интересы. Реально наличие более 5-8 стратегических целей свидетельствует о непонимании задачи описания и выделении стратегических целей.

Тактика стратегического управления

Процесс стратегического управления в контексте ССП состоит из двух фаз. В первой должна быть разработана стратегия организации на основе информации, собранной при стратегическом анализе. Целью анализа является определение и оценка объективных факторов существования организации, т.е. внешних требований, тенденций, возможностей и рисков в развитии организации, а также формирование требований к корпоративным знаниям. Фазу завершает определение индивидуальной стратегии.

В принципе в этой фазе руководители организации могут использовать имеющуюся систему стратегического планирования. Методология ССП не предъявляет никаких специфических требований к этой фазе — ни к методам, используемым организацией, ни к содержательной стороне результата. Единственное условие состоит в том, что этот результат должен быть получен.

В общем случае способ его достижения тесно связан с организационной культурой организации и является индивидуальным. Навязываемые извне методы стратегического строительства обычно приживаются плохо [6].

Во второй фазе организация уже реализует свою стратегию. Методология ССП как раз и обеспечивает такую возможность. В дальнейшем стратегию можно разбить на подстратегии (например, направленные на определенные области деятельности). Эти подстратегии являются источником стратегических целей, которые детализируются в ходе корпоративного планирования по принципу «что это значит» до уровня различных отделов и подразделений.

Для каждой выработанной цели нижнего уровня вырабатываются КПР (ключевые показатели результативности). Кроме того, определяется система весов для КПР нижнего уровня, позволяющая методом средневзвешенного рассчитать КПР целей более высокого уровня (для случая линейно-связанных функций). Таким образом, движением снизу вверх создается дерево КПР. Процесс анализа достижения целей основывается на заданных плановых значениях показателей. Затем могут быть определены меры по реагированию на отклонения вплоть до пересмотра всей стратегии.

В большинстве случаев в результате построения ландшафта целей формулируются финансовые цели организации (финансовая точка зрения). Цели эти могут быть разными, например, достижение определенных показателей рентабельности капитала или рентабельности инвестиций, курс акций, валовая прибыль от продаж или денежный поток.

Финансовые цели должны быть реализованы через определенное поведение на рынке, связанное с политикой в области взаимоотношений с клиентом (так называемая точка зрения клиента). Для этого после определения финансовых целей выбирается соответствующий рынок и сегмент. Затем вырабатываются стратегические цели, с точки зрения клиента, которые выражаются с помощью специальных показателей. Например, в качестве показателей может выступать доля рынка или процент роста определенных его сегментов.

Для реализации конкретных рыночных стратегий организации необходимы соответствующие ресурсы, которые можно разделить на две категории: критические процессы (процессная точка зрения), являющиеся ключевыми для достижения целей, и вспомогательные процессы. При рассмотрении процессов внимание фокусируется на их стоимости с точки зрения ресурсов и времени. Учитываются стратегические цели по развитию персонала (управление знаниями), информационным технологиям и инновациям (точка зрения обучения и развития), определяемых на основе стратегических целевых стандартов для финансовой, процессной точек зрения и точки зрения клиента.

Необходимо отметить, что для первого шага очень важно, чтобы было достигнуто согласие на управленческом уровне в видении отдельных стратегий и стратегических целей.

Стандартные точки зрения имеют явную логику, которая полезна при реализации стратегии и формулировании конкретных причинно-следственных отношений. Помимо этого можно найти и другие точки зрения, имеющие отношение к организации (например, точка зрения лидерства) или к стратегии и взаимосвязанные через цели и КПР с другими точками зрения.

Причинно-следственная цепочка иллюстрирует отношения между подцелями стратегии в разрезе определенных точек зрения. Это означает, что она описывает способы достижения целей для различных точек зрения. Можно сказать, что точки зрения сами по себе формируют условия для построения причинно-следственной цепочки. Например, улучшение с точки зрения обучения и развития имеет прямое и позитивное влияние на цели и КПР с точки зрения внутренних процессов.

В свою очередь, развитие точки зрения процессов положительно влияет на цели и КПР с точки зрения клиента, что, в конечном счете, ведет к улучшению финансовых показателей.

ССП позволяет в несколько шагов связать долгосрочное стратегическое планирование и процесс бюджетирования, что является ключевым для организаций госсектора:

✦ Стратегические цели доводятся до сотрудников. Определяются КПР, соответствующие целям различных точек зрения ССП, выявляются их причинно-следственные взаимоотношения и индикаторы симптомов (КПР клиентской и финансовой точек зрения).

✦ Стратегические мероприятия начинаются с достижения тех КПР, чьи текущие значения в наибольшей степени отличаются от плановых. Эта процедура твердо увязывает стратегические инвестиции и программы действий с достижением наиболее существенных целей в долгосрочном периоде.

✦ Ключевые корпоративные инициативы (мероприятия) организации должны формироваться так, чтобы их синергетический эффект позволял достигнуть стратегических целей.

✦ Плановые значения КПР связывают бюджетные документы, соответствующие различным временным горизонтам планирования, с бюджетами конкретных мероприятий (инициатив, проектов) организации.

Таким образом, ССП позволяет связать процесс реализации стратегии на различных уровнях с процессом формирования бюджета и в конечном итоге выстроить все ресурсы для реализации стратегии организации.

Обратная связь в ССП представляет собой процесс, замыкающий контур непрерывного совершенствования системы показателей. ССП способствует процессу стратегического обучения в организации и облегчает достижение стратегических целей. Стратегическое обучение направлено не только на каждого отдельного работника, но и на всю организацию, если ее рассматривать как обучающуюся.

Важно, что после внедрения ССП работники будут знать стратегию и выстраивать свои действия в соответствии с ней. При этом формулировки стратегических целей и в особенности КПР подвергаются критическому взгляду снизу вверх. Обратная связь представляет собой процесс, препятствующий расхождению в системе показателей. Она не только обеспечивает предложение мероприятий, но и помогает идентифицировать любую возможную противоречивость в достижении цели.

Преимущества и выгоды ССП

Преимущество ССП состоит в том, что организация, внедрившая стратегически ориентированную систему управления, начиная с самых низких уровней, получает в результате «систему координат», помогающую определять поведение в соответствии со стратегией на любых уровнях. Все ресурсы и работники организации через систему мотивации, тесно завязанную на КПР, сориентированы стратегией организации.

Таков механизм последовательного доведения до персонала и контроля достижения стратегических целей с помощью ССП.

По отношению к системам, традиционно рекомендуемым для управления организацией, ССП имеет следующие преимущества:

✧ ориентация не только на прошлое;

✧ возможность учитывать качественную информацию;

✧ снижение сложности в стратегическом управлении и в достижении согласованности в деятельности различных подразделений и сотрудников;

✧ ориентация на стратегические цели как на отправные точки для ССП;

✧ ориентация на контроль узких мест, а не на доступную информацию;

✧ ускорение необходимых изменений.

Методология ССП лишена следующих ограничений, типичных для традиционных систем стратегического управления организацией:

✦ ограничения материализации: в классическом подходе к управлению вопрос планирования конкретных действий остается открытым;

✦ ограничения видения: стратегия очень часто непонятна работникам, которые ответственны за ее реализацию;

✦ ограничения связывания: стратегии не связаны с конкретными отделами и индивидуальными целями;

✦ ограничения применения: составление отчетов направлено на оперативные монетарные цели вместо стратегических;

✦ ограничения функционирования: процесс бюджетирования идет отдельно от процесса стратегического планирования.

Использование инструментария ARIS BSC для внедрения ССП

Инструментарий немецкой фирмы IDS Sheer AG дает организациям широкие возможности для поддержки ССП, обеспечивая наглядную связь дерева КПР с информационными системами, он позволяет не только увидеть актуальные и плановые значения показателей, но и постоянно контролировать движение организации по системе координат стратегической карты целей.

Точки зрения должны быть определены в начале проекта ССП и могут быть смоделированы в виде причинно-следственной диаграммы ССП (BSC cause-and-effect diagram).

Основу структуры ССП формируют следующие модели:

✧ организационная диаграмма (organizational chart). ССП может быть создана в соответствии с

организационной структурой организации. В результате через ориентацию на организационную диаграмму она может опускаться с самого высокого уровня до уровней определенных отделов и работников;

✧ структурная модель (structuring model) может быть использована в качестве начальной для структуры ССП, если организация хочет, чтобы эта структура базировалась не на организационной диаграмме, а на стратегических сферах бизнеса;

✧ диаграмма цепочки добавленного качества (value added chain diagram) или дерево функций (function tree). Систему ССП можно структурировать в ARIS Toolset с ориентацией на добавление стоимости. Модель причинно-следственной диаграммы ССП привязывается к объектам организационной диаграммы, функциям или структурным элементам, определяющим корпоративную структуру ССП организации.

После описания стратегических целей и критических факторов в причинно-следственной диаграмме ССП к каждому объекту привязывается модель в виде диаграммы окружения КПР. В этой модели целям и критическим факторам присваиваются ключевые показатели результативности. Они будут служить контрольными точками для соответствующей цели или критического фактора.

Все ключевые показатели результативности соответственно определены и связаны друг с другом. В том случае, если несколько таких показателей определяют один объект, можно рассчитать вес для соответствующего ключевого индикатора результативности в достижении цели или критического фактора.

В диаграмме окружения КПР наряду с ключевыми показателями результативности к целям и критическим факторам могут быть привязаны и такие объекты, как тип сущности, файл, документ, база данных, жесткий диск и т. д., служащие для определения исходной информации.

Заключение

На протяжении последнего десятилетия перед государственным аппаратом стояла непростая задача совершенствования организационной и управляющей структуры жизнеобеспечения деятельности государства и его предприятий. Как не было, так и сейчас нет для ее решения готовых рецептов. Однако все больше предприятий, организаций, министерств и ведомств начинают сложную работу по выстраиванию своих процессов, их анализу и совершенствованию, формированию «электронных регламентов», систем делопроизводства и внедрению методологии ключевых показателей результативности КПР в повседневную жизнь.

Построение комплексной интегрированной системы сбалансированных показателей ССП сначала для лидирующего предприятия государственной корпорации, а в перспективе для всего блока управления объединенных предприятий корпорации явится решительным шагом России для завоевания ключевых международных конкурентных позиций. ■

Литература

1. А. Громов, и др. «Управление бизнес-процессами на основе технологии Workflow», Открытые системы №1 (21), стр.35-41. 1997
2. А. Бочкарев «Семь нот менеджмента», ЭКСМО, 2002
3. «The Balanced Scorecard – Measures that Drive Performance», Harvard Business Review, 1992
4. Г. Минцберг, Б. Альстренд, Д. Люмпел Школы стратегий. СПб., Питер, 2000. Окончание. Начало см. PC Week/RE, № 38/2001, с. 32.
5. А. Громов «Управление процессами деятельности в распределенных системах управления знаниями», Труды международной научно-технической конференции «Информационные системы и технологии», стр. 27-28, том 1, 22-25 апреля 2003, НГТУ, Новосибирск, Россия
6. Ольве Н.-Г., Рой Ж., Веттер М. «Оценка эффективности деятельности компаний. Практическое руководство по использованию сбалансированной системы показателей»: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПРОВЕДЕНИЯ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ЯЗЫКОВ БИЗНЕС-МОДЕЛИРОВАНИЯ

Э.А. Бабкин,
профессор Государственного университета – Высшей школы экономики,
e-mail: eababkin@hse.ru.
В.П. Князькин,
магистр 2-го курса факультета
«Бизнес-информатика и прикладная математика» нижегородского филиала
Государственного университета – Высшей школы экономики.
М.С. Шиткова,
магистр 2-го курса факультета
«Бизнес-информатика и прикладная математика» нижегородского филиала
Государственного университета – Высшей школы экономики.
Адрес: г. Нижний Новгород, ул. Б. Печерская, д. 25/12.

Целью данного исследования является разработка нового метода проведения сравнительного анализа языков моделирования, используемых в составе методологий бизнес-моделирования. Разработанный метод будет использован в дальнейшем для выбора методологии моделирования, адекватной задачам моделирования административной деятельности государственных учреждений. В ходе разработки метода авторы выделили представительный набор методологий и согласованный набор критериев для оценки языков моделирования.

Ключевые слова: бизнес-процесс, административное моделирование, языки моделирования, электронное правительство

1. Введение

В настоящее время государственный сектор работает в условиях административной реформы, направленной на изменение сложившихся методов работы, разделение функций между государственными органами, разграничение полномочий между всеми уровнями власти и реформирование системы местного самоуправления. Сложившаяся ситуация требует решения огромного количества задач в масштабах страны. Среди них — внедрение в органах исполнительной власти новых принципов и механизмов управления, стандартов государственных услуг и административных регламентов, оптимизация функций исполнительной власти и т.п.

Для решения поставленных в рамках реформы задач крайне полезным будет создание формального описания всех регламентов и стандартов, имеющихся в государственной администрации. Одним из способов составить подобное описание является применение процессного подхода, в котором важное место занимает понятие модели бизнес-процессов. [1]

Существует множество методологий моделирования деятельности организаций. В основном – это методологии «общей направленности», например ARIS [2][3][4][5], DEMO[6][7][8], UML[9][10], IDEF[11], которые являются достаточно гибкими и позволяют выполнять моделирование в различных областях. Известны также и предметно-ориентированные методологии, созданные специально для государственного административного сектора. Например, методология PICTURE[12][1][13], разработанная в университете города Мюнстер, Германия, или российский продукт ГОС-Мастер[14][15], компании «Бизнес Инжиниринг Групп», созданная при поддержке ГУ-ВШЭ.

Принимая во внимание сложность организации государственного сектора и отсутствие длительной практики в области бизнес-моделирования этой области деятельности, крайне важно на начальном этапе определиться с выбором методологии. Выбранная методология должна позволять выполнять описание достаточно сложных децентрализованных процессов [1], но при этом быть простой и понятной для пользователей, не являющихся экспертами в процессном подходе.

Обязательным условием объективного выбора адекватной методологии моделирования является выполнение сравнительного анализа языков моделирования, использующихся в методологиях, и программного обеспечения, поддерживающего существующие методологии. Для этого необходимо, прежде всего, предложить объективный метод проведения сравнительного анализа, ограничив набор методологий моделирования для сравнения и определив критерии сравнения, особо значимые для моделирования административной деятельности в государственном секторе. В данной статье представлены результаты работы в этом направлении: предлагаются языковые средства для сравнительного анализа и набор критериев, используемых для сравнения.

2. Разработка принципов проведения исследования

2.1. Выбор методологии моделирования

Одним из важнейших вопросов при описании деятельности любой организации является используемая методология. Методология включает в себя набор правил, касающихся создания целостной модели, а именно описание уровней абстракции, описание источников и метода сбора информации для отдельных диаграмм, и т.д. [14].

В качестве основных составляющих каждой методологии можно выделить следующие компоненты:

✦ процесс из этапов моделирования организации;

✦ критерии перехода от текущего этапа к последующему;

✦набор языков моделирования;

✦ инструментальные средства, поддерживающие создание бизнес-моделей для каждого из этапов моделирования.

Как уже отмечалось ранее, целью данной статьи является сравнение существующих языковых и инструментальных средств. В качестве методологий для рассмотрения были выбраны: ARIS, DEMO, IDEF, UML, PICTURE, ГосМастер.

2.2.Выбор языковых и инструментальных средств сравнения

Каждая методология предполагает создание различных моделей для полного описания деятельности организации. В нашей работе было решено рассмотреть следующие аспекты моделирования:

✦ модель организационной структуры;

✦функциональная модель;

✦ модель бизнес-процессов;

✦ модель данных.

Выбор именно этих аспектов моделирования основывается на том, что в большинстве методологий они занимают центральное место и всегда представлены в том или ином виде. Выбранные модели составляют основу методологии ARIS и образуют так называемое «здание» ARIS [2]. Также выбранные модели являются основными аспектами в методологии Захмана на этапах контекстного, концептуального и логического описания архитектуры предприятия [16]. По мнению специалистов в области моделирования бизнес-процессов главное на начальном этапе моделирования – найти ответ

на вопрос «кто что делает и в каком порядке?» [5]. Для ответа на этот вопрос как раз и необходимо построить перечисленные выше модели.

Для создания каждой модели в любой методологии существует определенное языковое средство. В *табл. 1* представлены языковые средства, которые будут рассмотрены более подробно во второй части статьи.

Выбранные методологии различаются по набору моделей, которые можно построить в рамках анализа организации. В тех случаях, когда выбранная модель не поддерживается методологией в явном виде в таблице стоит прочерк. Это будет являться минусом при общей оценке методологий.

Таблица. 1.

Языковые средства

	Модель организационной структуры	Функцио-нальная модель	Модель бизнес-процессов	Модель данных
ARIS	Organizational chart	Function Tree	eEPC	eERM
IDEF	—	IDEF0	IDEF3	DFD
DEMO	Constructional Model (ontological level)	—	Process Model	State Model (ontological level + integrated w/ Process Model)
UML	—	—	Activity Diagram	Class diagram
PICTURE	Organizational list	—	PICTURE	
ГосМастер	Организационно-функциональная модель		Модель административного процесса	—

В качестве инструментальных средств, поддерживающих методологии, для сравнения были выбраны:

✦ ARIS: ARIS Business Performance Edition компании IDS Scheer;

✦ IDEF: CA ERwin Process Modeler компании Computer-Associates;

✦ DEMO: XeMod Modeler компании Xprise Business Solutions;

✦ UML: Rational Software Architect компании IBM;

✦ PICTURE: PICTURE компании PICTURE GMbH;

✦ ГосМастер: ГосМастер Графикс компании Бизнес Инжиниринг Групп.

2.3. Выбор критериев сравнения

Для более конструктивного сравнения методологий было решено создать набор критериев, наиболее важных в области административного моделирования. Критерии были выбраны отдельно для каждой группы языков.

2.3.1. Критерии для сравнения языков описания моделей организационной структуры

Одними из наиболее очевидных критериев для этой и последующих видов моделей будут являться *доступность* языка *для понимания* и *наглядность* получившейся модели. Под доступностью для понимания [14] подразумевается возможность построения моделей пользователем, не имеющим глубоких знаний в области моделирования или не являющимся экспертом в данном языковом средстве. Это достаточно актуально для рассматриваемой нами предметной области, так как моделирование в каком-либо виде в государственной администрации практически не развито. Наглядность [14][17][1] получившейся модели подразумевает то, что модель не должна содержать лишних элементов, быть слишком запутанной и перегруженной. Любой человек с первого взгляда без особых временных затрат должен иметь возможность понять смысл модели.

Для того чтобы модель была понятной и наглядной, языковое средство не должно быть *избыточным*. В языке моделирования не должно быть лишних или неоднозначных элементов. Пользователь не должен «метаться» в выборе между той или иной конструкцией языка [18].

С точки зрения функциональных возможностей моделирования организационной структуры предприятия, языковое средство должно обладать следующими возможностями:

✧ моделирование иерархий;

✧возможность реализации различных типов связей между объектами;

✧ разделение участников на роли;

✧ разделение участников на отделы;

✧ разделение участников на должности;

✧ отображение сотрудников организации.

Также важным критерием для моделирования организационной структуры будет являться возможность *добавления атрибутов* [14] к различным элементам языка (например, список обязанностей для роли, количество человек в отделе, личные ха-

рактеристики каждого сотрудника и т.п.). Это позволит более полно отобразить всю информацию об оргструктуре, при этом не перегружая модель дополнительными элементами.

2.3.2. Критерии для сравнения языков описания функциональных моделей

Для этой группы языков, как и для предыдущей важными будут критерии, касающиеся доступности языка *для понимания, наглядности получившейся модели*, *возможность добавления атрибутов* к элементам языка, а также *избыточность*.

Дополнительным критерием была выделена возможность создания *декомпозиции функций*. Это позволит с одной стороны добиться наиболее полной детализации функций, а с другой стороны сохранить каждую модель наглядной, ограничивая количество элементов. [11]

2.3.3. Критерии для сравнения языков описания бизнес-процессов

Как и для предыдущих двух групп языков, для описания бизнес процессов необходимо средство, *доступное для понимания*, достаточно *наглядное*, *«не избыточное»*, позволяющее осуществлять *декомпозицию* функций и *возможность добавления атрибутов*.

Модель бизнес-процесса должна не только отображать последовательность выполнения действий и условия перехода, но и *организационную структуру* и *информационные объекты*, участвующие в процессе. [1]

Организационную структуру наиболее удобно представлять в виде так называемых *«пулов» и «лейнов» (pools и lanes)*. Наличие подобной функциональности в языке описания бизнес-процессов будет большим плюсом.

2.3.4. Критерии для сравнения языков описания моделей данных

Для языковых средств описания моделей данных, как и в предыдущих случаях, важны *доступность для понимания*, *наглядность* получившейся модели, *не избыточность* и *наличие атрибутов*.

Особенностью в данной группе моделей будет необходимость *реализации различных видов связей между элементами*, например агрегации или наследования. А также возможность выполнить *классификацию данных*, например, изображать различными символами документы, заявки и т.д. [1]

2.3.5. Сводная таблица критериев

Для большей наглядности все перечисленные выше критерии представлены *в табл. 2.*

Таблица. 2.

Критерии сравнения языковых средств

Организационная модель	Функциональная модель	Модель бизнес-процесса	Модель данных
Доступность для понимания	Доступность для понимания	Доступность для понимания	Доступность для понимания
Наглядность получившейся модели	Наглядность получившейся модели	Наглядность получившейся модели	Наглядность получившейся модели
Избыточность	Избыточность	Избыточность	Избыточность
Возможность создания иерархии	Возможность выполнения декомпозиции	Возможность выполнения декомпозиции	Возможность классификации данных
Возможность реализации различных типов связей между элементами	Возможность добавления атрибутов	Отображение организационных элементов (с помощью Pool/Lane)	Поддержка различных видов связи между элементами
Разделение на роли		Отображение информационных объектов	Возможность добавления атрибутов
Разделение на отделы		Возможность добавления атрибутов	
Разделение на должности			
Отображение сотрудников организации			
Возможность добавления атрибутов			

Для того, чтобы дать общую оценку языка моделирования было решено назначить определенный вес каждому критерию, который выражал бы значимость критерия в оценке. На данном этапе все веса приняты за «1». Для критерия «избыточность» вес принят за «-1», чтобы отразить отрицательный вклад критерия в общую оценку. Впоследствии планируется провести более детальное изучение значимости критериев и скорректировать веса в соответствии с мнением экспертов в области бизнес-моделирования, а также будущих пользователей – сотрудников администрации.

2.3.6. Критерии сравнения инструментальных средств

Важно проанализировать не только возможности языка моделирования, но и программного обеспечения, поддерживающего ту или иную методологию.

Одним из важнейших критериев является *цена*. На основе цены продукта, полезно также рассчитать *полную стоимость владения* ПО, которая состоит из цены основного продукта и дополнительных затрат (на установку, поддержку, обучение персонала, закупку обучающих материалов).

Другими критериями, не относящимися к функциональной стороне программных продуктов будут:

✦ наличие локализации [14] – наличие русскоязычного интерфейса;

✦ сопровождение (техническая поддержка пользователей, возможность обновления программного продукта) [14];

✦ удобство пользования;

✦ понятность.

Последние два критерия являются достаточно субъективными, и оценку по ним нужно получить от будущих пользователей продукта. На данном этапе оценка будет выставлена авторами статьи, но впоследствии планируется проведение опроса сотрудников госадминистрации.

Особенно важна в области административного управления *возможность автоматического создания отчетов* [14][17], так как очень значительную роль в администрации играют текстовые описания регламентов и процессов.

В связи с тем, что любая методология предполагает создание различных видов моделей, в которых зачастую одни и те же элементы переходят из модели в модель (например, элементы данных или элементы оргструктуры), одним из критериев к инструментальному средству будет возможность интеграции различных типов моделей и повторного использования уже созданных элементов – *связанность моделей*.

Еще одним важным аспектом функциональности программного продукта, поддерживающего методологию, будет возможность проведения *автоматического семантического и синтаксического контроля* [12][1][13]. Любую модель процесса можно рассматривать с точки зрения языка моделирования и предметно-ориентированного языка, используемого в модели. Языки моделирования, как правило, имеют четко определенную семантику и, как следствие, небольшое количество возможных конфликтов, возникающих при сравнивании моделей, созданных разными пользователями. Предметно-ориентированный язык же, напротив, использует семантику «реального мира» и основывается на «неформальном» языке сообщества, строящего модель. В таких ситуациях, при построении моделей возникает огромное количество возможных конфликтов. [19] В качестве семантических и синтаксических конфликтов, которые должны быть исправлены уже в процессе построения, а не анализа модели, можно выделить следующие:

✧ *конфликт именования* – использование синонимов или омонимов в названиях событий, функций, информационных и организационных объектов;

✧ *конфликт типов* – обозначение одних и тех же функциональных элементов различными элементами языка;

✧ *конфликт абстракции* – описание одних и тех же событий с различной детализацией

✧ *конфликт разделения* – добавление лишних этапов в процесс;

✧ *конфликт порядка* – использование различного порядка выполнения действий;

✧ *конфликт аннотаций* – добавление различных объектов-аннотаций к различным элементам

✧ *конфликт потока выполнения* – замена последовательного выполнения задач на параллельное.

Возможность сократить разнообразие представления организационных моделей [17] может быть едва ли не более полезным для правильного составления модели, чем наличие автоматического контроля выполнения семантических и синтаксических ограничений [1]. Кроме того, подчеркивается [18], что наименьший вред организации принесет инструментарий моделирования, лишающий разработчика той части творческих возможностей, которые ведут к разнообразию представления организационных моделей.

2.3.7. Шкала оценки

В качестве шкалы оценки предлагается использовать трехбалльную шкалу от 0 до 2, где

0 – отсутствие;

1 – частичное присутствие;

2 – полное присутствие критерия.

Выбор именно этой шкалы оценки может быть объяснен тем, что она достаточно удобно для выражения мнения экспертов, так как поддерживает возможность выставления как положительных и отрицательных, так и нейтральных оценок. Шкала с большим количеством делений не была выбрана, чтобы не смущать будущих участников опроса слишком большим разбросом оценок.

3. Заключение

В заключении мы хотели бы обозначить некоторые основные аспекты метода проведения исследования. На основе анализа процессов построения множества бизнес моделей организаций было решено рассмотреть 4 основных модели: модель организационной структуры, функциональную модели, модель бизнес-процессов и модель данных. Также в этой статье были выбраны несколько основных языковых средств моделирования бизнес-процессов, которые будут проанализированы в соответствии с определенными нами критериями сравнения.

Помимо сравнения языковых средств мы решили провести сравнительный анализ программного обеспечения, поддерживающего ту или иную методологию. Для сравнения ПО также были сформулированы определенные критерии.

Подробное описание результатов сравнительного анализа языковых средств и программного обеспечения в соответствии с разработанным методом будет проведено в отдельной статье. ■

Литература

1. Becker J., Pfeiffer D., Rackers, M. Domain Specific Process Modeling in Public Administrations – The PICTURE-Approach // Lecture Notes in Computer Science, Electronic Government. 2007. P. 68-79.
2. Моделирование бизнеса. Методология ARIS. / Каменнова М., Громов А., Ферапонтов М., Шматалюк А.// М.: Весть-МетаТехнология, 2001. 327 с.
3. Davis R., Brabandere E. ARIS Design Platform. Springer; London, 2007. 364p.
4. Scheer, A-W. ARIS - Business Process Modelling. Berlin: Springer, 2000. 218p.
5. Каменнов Г. Использование ARIS на этапе Проектирования бизнес-процессов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.oracle.com/global/ru/oramag/feb2007/tema_aris_p_proj.html (Дата обращения: 12.12.09)
6. Albani A., Dietz J. Identifying Business Componets on the basis of an Enterprise Ontology. LNCS: Augsburg, Germany; GA Delft, The Netherlands: Springer Verlag, 2008. 195p.
7. A. van Renssen. A Generic Extensible Ontological Language: Design and Application of a Universal Data Structure. Delft University; Delft : Delft University Press, 2005. 238p.
8. Dietz J. Enterprise Ontology: Theory and Methodology. N. Y.: Springer, 2006. 243p.
9. Object Management Group. UML 2.2 Superstructure Specification [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.omg.org/spec/UML/2.2/Superstructure/PDF/ (Дата обращения: 20.01.10)
10. Ambler S. The Object Primer 3rd Edition Agile Model Driven Development with UML 2. New York : Cambridge University Press, 2004. 545p.
11. Верников Г. Основные методологие обследования организации. Стандарт IDEF0 [Электронный ресурс] –Режим доступа: http://consulting.psi.ru (Дата обращения: 20.11.09)
12. Becker J., Bergener P., Pfeiffer D. Migrating Process Models between PICTURE and BPMN/EPC.// Wybrane Problemy Elektronicznej Gospodardsky; Łóydź, 2008. – p. 260-270
13. Becker, J. Pfeiffer, D. and Räckers, M. A Process Modeling Language for the Public Sector - the PICTURE Approach.// Wybrane Problemy Elektronicznej Gospodarki, Łóydź. – 2007. – p. 271-281.
14. Клименко А.В. Отчет о проведении научно исследовательской работы «разработка методических рекомендаций по описанию и оптимизации процессов в органах исполнительной власти в рамках подготовки внедрения ЭАР» часть II Анализ существующих методик описания и средств моделирования административно-управленчиских процессов исходя из требований к ЭАР/ А.В. Клименко; Министерство экономического развития и торговли РФ, ГУ ВШЭ. – М. - 2004.
15. Информационный портал ФЦП «ЭЛЕКТРОННАЯ РОССИЯ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.e-rus.ru/ (Дата обращения: 15.12.09)
16. Zachman. J.A, Extending and formalizing the framework for information systems architecture.// IBM Systems Journal. Vol 31, No3. – 1992.
17. Маторин С.И., Корзун С.С. Сравнительный анализ технологий моделирования бизнес-систем // «Методи і засоби програмної інженерії» / УДК 681.581 + 658.511 – с. 39
18. Рубцов С. Какой CASE-инструмент нанесет наименьший вред организации? // Директор ИС [Электронный ресурс]. 2002. – Режим доступа: http://www.osp.ru/cio/2002/01/008.htm (Дата обращения: 15.12.09)
19. Dietz, J.L.G. Enterprise Ontology and Enterprise Architecture – how to let them evolve into effective complementary notions // GEAO Journal of Enterprise Architecture. – March 2007. – vol. 2, nr. 1.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ JAVABEANS-КОМПОНЕНТ В 3D-МОДЕЛИРОВАНИИ

Е.М. Гринкруг,
доцент кафедры «Управление разработкой программного обеспечения» факультета бизнес-информатики Государственного университета — Высшей школы экономики, кандидат технических наук,
e-mail: egrinkrug@hse.ru.
Адрес: 105187, г. Москва, ул. Кирпичная, д. 33/5.

В статье рассматривается использование компонентной модели JavaBeans как основы реализации программных средств 3D-моделирования и визуализации. Моделирование 3D-объектов основано на реализации JavaBeans-компонент, функционально соответствующих подмножеству базовых типов объектов, используемых в стандартных языках 3D-моделирования, в сочетании с дополнительными компонентами, расширяющими возможности таких языков. Практическим результатом работы является библиотека JavaBeans-компонент (lightweight, 100% Java), которая используется в Java-апплетах и приложениях.

Ключевые слова: JavaBeans, VRML, 3D апплет.

1. Введение

Целью данной работы является исследование возможностей компонентной модели Java Beans для организации 3D-моделирования, а именно – для поддержки поведения объектов 3D-модели, собранной из JavaBeans-компонент, и их визуализации.

Язык Java первенствует по популярности среди языков программирования [1]. Значительное количество исследовательских проектов реализуется с применением Java, в том числе – программных проектов, связанных с 3D-моделированием. Java располагает библиотекой Java3D [2], которая поддерживает поведение и визуализацию 3D-объектов, однако эта библиотека имеет ряд недостатков: имеет значительный объем, недостаточно документирована, и не вполне соответствует принципу мультиплатформенности самой Java-машины.

В данной работе рассматривается реализация 3D-моделирования с помощью стандартных JavaBeans-компонент, и обсуждаются возможности компонентного расширения средств 3D-моделирования. В качестве примера базовых средств описания 3D-модели использовано подмножество типов объектов, функционально соответствующих основным типам узлов языка VRML [3] – декларативного языка моделирования виртуальной реальности, являющегося стандартом ISO. Это подмножество дополнено компонентами, не имеющими аналогов в VRML и расширяющими его возможности. Практическим результатом работы является библиотека JavaBeans-компонент, с помощью которой в любом контейнере, функционально эквивалентном BDK [4, 5], легко осуществляется создание, функционирование и визуализация 3D-моделей, а также обеспечивается

использование этих моделей в Java-апплетах и Java-приложениях.

В работе не ставилась цель полной, соответствующей стандарту, реализации языка 3D-моделирования (такого, как язык VRML или его преемник X3D [6]). Реализованное подмножество базовых средств, дополненное отсутствующими в этих языках компонентами, достаточно для апробации рассматриваемого подхода к 3D-моделированию с помощью JavaBeans-компонент, оценки достоинств и недостатков этого подхода, а также для практического применения разработанной библиотеки компонент.

2. Моделирование с помощью Java Beans-компонент

Согласно [4], «JavaBean – это повторно используемый программный компонент, которым можно манипулировать визуально в инструменте сборки». Изначально, с появлением спецификации JavaBeans, встречалось дополнение о том, что компонентная модель JavaBeans – это единственная компонентная модель для Java-машин; потом появились и другие, предъявляющие к компонентам более специфические требования .

Компонент JavaBean – это Java-класс, который может быть инстанциирован вызовом конструктора без параметров для использования в любом контейнере, и который является сериализуемым. Все остальные требования к разработке компонент JavaBeans являются соглашениями (design patterns), следование которым упрощает манипулирование экземплярами компонента внутри контейнера по сравнению с объектами обычных классов.

Требование сериализуемости стандартными средствами Java связано со способом сохранения результатов ассемблирования экземпляров компонент, предусмотренным при разработке спецификации JavaBeans. В настоящее время это требование не является актуальным, поскольку с развитием Java-платформы появились более удобные средства сохранения и восстановления состояния совокупности экземпляров компонент, основанные на использовании декларативных языков.

Основой компонентной модели JavaBeans является динамическая рефлекция и инроспекция классов, что позволяет в динамике получить информацию о методах (MethodDescriptors), свойствах компонент (PropertyDescriptors) и генерируемых событиях (EventSetDescriptors).

Одновременно со спецификацией компонентной модели JavaBeans был разработан Bean Development Kit (BDK) [4, 5] – инструмент, предназначенный для апробации возможностей компонентной модели JavaBeans вообще и конкретных JavaBeans-компонент, в частности. Эти возможности (в разной степени) поддерживаются различными средами разработки программного обеспечения на языке Java (IDEs). Одним их примеров IDE, где поддержка компонентной модели JavaBeans была реализована наиболее широко, являлся продукт IBM VisualAge for Java, впоследствии уступивший место IDE Eclipse. Основное, но не единственное, использование таких инструментов было связано с разработкой графических интерфейсов (GUI), так как практически все элементы Java GUI являются JavaBeans-компонентами.

Компонентная модель JavaBeans была разработана уже для первых версий JDK, широко применяется, начиная с JDK1.1, и получила развитие в последующих версиях JDK, где добавлялись новые возможности Java-платформ. Однако, BDK не претерпел существенных изменений с версии 1.1 (BeanBuilder [10], аналог BDK, привнес сохранение состояния сконфигурированных компонент в XML-файле и имеет GUI, основанный на пакете Swing.). Существуют многочисленные специализированные инструменты для работы с компонентами JavaBeans.

Исторически, различные инструментальные средства предоставляли разные способы использования компонентной модели JavaBeans, отличающиеся способом представления и использования результирующей композиции из компонент. Так, IBM VisualAge for Java использовал композицию экземпляров компонент, по мере ее визуального построения, для генерации исходного кода соответствующего композиции класса. Полученный код компилировался, и создавался новый («статически скомпилированный») составной компонент. При таком подходе, языком сборки компонент является язык их реализации (фактически имеет место визуальная автоматизация ручного кодирования с последующей компиляцией). Результирующая композиция компонент после компиляции может являться компонентом, экземпляры которого могут использоваться при построении новых композиций, и т.д.

Позднее, для связывания компонент стали использоваться декларативные языки, основанные на XML [7]. Применительно к GUI – это XUL [8], и

другие (в MS .NET в аналогичных целях используется XAML [9]). Результатом визуальной сборки компонент в инструментальном контейнере при этом может служить сериализованное в XML состояние экземпляра контейнера с собранными в нем экземплярами компонент, повторно используемое путем последующий десериализации. Подобные декларативные средства не требуют компиляции (достаточно простого парсера декларативного языка), однако они не приводят к созданию новых компонент как новых инстанциируемых типов объектов. В этом случае инстанциирование (составных) компонент для повторного использования заменяется клонированием (или клонированием через сериализацию/десериализацию) собранного экземпляра-образца (иногда называемого прототипом).

Имеется ряд инструментов моделирования, основанных на сходных принципах, но не использующих компонентную модель JavaBeans, с том числе DEVS [11] (и Java-реализация [12]), проект Ptolemy (с Java-реализацией Ptolemy II [13]). На сходных принципах основан популярный инструмент моделирования сетей Omnet++ [14]. Компонентная модель Fractal [15, 16] имеет средства определения составных компонент, в том числе для языка Java, но не опирается на общепринятую компонентную модель JavaBeans. С другой стороны, имеющиеся публикации об использовании компонентной модели JavaBeans в целях моделирования (например, [17, 18]) обходят стороной вопросы моделирования и визуализации 3D-объектов.

3. Моделирование 3D-объектов

VRML (Virtual Reality Modeling Language) – язык моделирования виртуальной реальности, ставший стандартом ISO/IEC 14772-1:1997, как и X3D (преемник VRML с использованием XML-синтаксиса (ISO/IEC19775-1), предполагают моделирование виртуальной реальности на основе взаимодействующих программных объектов, описывающих модель, ее поведение и 3D-представление.

Как отмечал один из создателей VRML [19] на заре его появления, совпавшего по времени с началом популярности языка Java, – «Java и VRML отлично дополняют друг друга. Java говорит о том, как объекты себя ведут, но почти ничего не говорит о том, как они выглядят. VRML в основном предназначен для определения внешнего вида объектов вне связи с их поведением. Можно сказать, что VRML отвечает за существование, а Java – за выполнение. Они нужны друг другу...».

В литературе и практике Java-программирования использование самой популярной компонентной модели JavaBeans для 3D-моделирования представлено недостаточно. Библиотека Java3D не уделяет должного внимания вопросам компонентности, как и реализация X3D на ее основе (Xj3D [2, 20]). Стандартные реализации VRML [21] могут поддерживать взаимодействие с Java-программами, предоставляя два вида интерфейсов: External Authoring Interface (EAI) и Script Authoring Interface (SAI). Интерфейс EAI обеспечивает управление 3D-моделями, инкапсулированными в понятии Browser. Интерфейс SAI позволяет встраивать в модель скрипты, реализованные как наследованные из базового класса Script Java-классы, способные управлять поведением моделей. Ограниченность связи 3D-моделей с Java-программами с помощью этих интерфейсов в популярных VRML-браузерах объясняется их реализацией вне Java-машины. Имеющиеся Java-реализации различных подмножеств VRML либо решают чисто практическую задачу визуализации 3D-моделей в Java-апплетах (BS Contact J 3D applet [22] и др.), либо используют нестандартные (proprietary) компонентные модели (как, например, Demicron WireFusion [23]). В последнее время интенсивно развивается JavaFX [24]. JavaFX Script [25] – декларативный язык, имеющий сходные с Miscrosoft Silverlight [26] цели и средства, идеологически близок с VRML, но компилируется в исполняемый Java байткод. Собственных средств 3D-моделирования и отображения JavaFX не имеет, но есть попытки их реализации с помощью Java3D [27].

После спада популярности VRML, пик которой наблюдался около 10 лет назад, появились многочисленные альтернативные форматы описания 3D-моделей [28, 29, 30]. Вместе с тем, VRML является полезной отправной точкой для исследования применимости компонентного подхода к 3D-моделированию и визуализации.

В VRML 3D-модель строится как совокупность объектов-узлов, образующих граф сцены (scene graph). Узлы являются экземплярами предопределенных типов (в VRML их более 50-ти), и типов, определяемых разработчиком модели. Имеется два способа определения новых типов узлов: 1) с помощью узлов-скриптов, определяющих реализацию на языках программирования (стандарт предусматривает JavaScript и/или Java), и 2) с помощью определения прототипов составных узлов.

Каждый объект-узел содержит набор типизированных полей (номенклатура типов полей зафик-

сирована стандартом). Все типы значений полей делятся на скалярные (хранят одно значение) и векторные (хранят векторы однотипных значений). Среди типов полей, наряду с типами-значениями, есть типы, позволяющие узлам ссылаться друг на друга, благодаря чему образуется граф сцены. Этот граф должен быть траверсируемым, то есть представлять собой направленный ациклический граф узлов (Directed Acyclic Graph, DAG). Граф может содержать узлы (или подграфы), на которые ссылаются более одного узла. Это позволяет использовать узлы и подграфы повторно в целях разделения общих данных. Имеющиеся типы узлов классифицируются по назначениям. Некоторые узлы непосредственно определяют результат 3D-визуализации, некоторые – косвенно, и некоторые могут не использоваться для визуализации.

Состав полей узла определяются его типом. Поле может содержать значение своего типа, и допускать только запись (входное поле узла, eventIn), только чтение и выработку события при изменении значения (выходное поле, eventOut), или поддерживать обе эти возможности одновременно. Помимо графа узлов сцены может существовать произвольный граф связей узлов по событиям (event routes). Сигнал изменения выходного поля одного узла может передаваться (объектами event route) на входное поле другого(других), если входное поле имеет тот же тип значений.

4. Реализация 3D-модели средствами JavaBeans-компонент

В рассматриваемой реализации каждый тип узла реализуется JavaBean-компонентом. Именованные поля узлов при этом соответствуют одноименным свойствам JavaBean'а, реализованным setter'ами и getter'ами, и описываемым стандартными PropertyDescriptor'ами (для векторных полей – IndexedPropertyDescriptor'ами). Реализация передачи событий обеспечивается за счет того, что выходные поля узлов реализуются как связываемые (bindable) свойства bean-компонент, передающие PropertyChangeEvent(s).

При этом мы несколько отходим от принятых в VRML правил, но получаем полезные преимущества. В частности, обеспечивается универсальная реализация парсера VRML-файлов, основанная на возможностях JavaBeans. Кроме того, мы никак не ограничиваем возможности расширения номенклатуры типов узлов-компонент и типов значений их свойств. BeanBox – контейнер при этом может играть роль визуального инструмента моделирования и отладки. Компонентность позволяет оптимально распространять реализацию конкретной модели, предоставляя не всю номенклатуру типов узлов, а только используемые в ней классы. Недостатком данного подхода к реализации 3D-модели, вытекающим из «полустатической» природы стандартной компонентной модели JavaBeans, являются ограничения возможностей реализации декларативно определяемых составных типов (эквивалентов прототипам VRML).

Граф модели, состоящий из экземпляров компонент, может строиться программно, визуально (в BeanBox-подобном контейнере) или считываться из своего сериализованного представления. Поскольку речь идет о воссоздании графа объектов – экземпляров JavaBeans-компонент, можно использовать все способы сериализации и десериализации, имеющиеся в Java (встроенные, средства XML-сериализации/десериализации и т.п.). Мы остановимся на считывании модели из стандартного VRML-формата, что позволяет использовать арсенал VRML-ориентированных инструментов и готовых 3D-объектов в этом формате.

5. Реализация парсера для подмножества VRML

Возможны разные способы десериализации графа сцены из декларативного описания. Одним из простейших подходов является наличие метода десериализации в каждом классе реализации компонент. Однако, этот способ требует от компонент реализации предопределенного интерфейса (что уже является ограничением), и соответствующего увеличения кода каждого компонента.

Начиная с JDK 1.4, объекты, составленные из экземпляров JavaBeans-компонент, могут подвергаться XML-сериализации/десериализации без реализации соответствующих методов в самих компонентах [31]. Такой механизм предполагает, что классы реализации компонент предоставляют методы чтения (для сериализации) и записи (для десериализации) значений всех свойств компонент. Средства JDK (XMLEncoder/XMLDecoder) предполагают, что десериализуемый XML-файл содержит последовательность действий, выполнение которых дает представление составного объекта в памяти. XML-текст при этом довольно многословен. VRML-текст лаконичнее, так как декларативное описание в VRML-файле определяет не последовательность действий для получения графа объектов, а собственно состояние графа.

Для считывания из VRML-файла графа сцены, состоящего их экземпляров стандартных JavaBeans-компонент, реализующих узлы VRML, мы используем другой подход к реализации парсера. Парсер управляется самим исходным текстом и структурой JavaBeans-компонент. Исходный текст считывается до определения имени типа узла, и инстанциируется соответствующий компонент. Далее выполняется цикл считывания имеющихся в исходном файле пар <имя, значение>, ограниченных рамками декларации узла. Каждое имя понимается как имя свойства инстанциированного компонента (propertyName), которое имеет известный для компонента тип (propertyType) и которому надо присвоить (вызовом setter'а) десериализованное значение. Дальнейшее считывание значения управляется типом свойства. Значения типов, являющихся массивами, считываются циклом считывания элементов массива. Значения известных скалярных типов свойств считываются:

✦ общими методами получения значений примитивных типов языка Java из строки;

✦ получением из входного текста значений параметров для вызова конструктора, который даст требуемое значение свойства (каждый такой параметр считывается рекурсивным применением процедуры чтения значения известного типа из входного текста);

✦ рекурсивным применением всей описанной выше процедуры, если типом значения свойства является тип компонента-узла.

Парсер поддерживает таблицу именованных экземпляров узлов (конструкцию DEF/USE VRML, сходную с idref в XML), обеспечивая соответствующую семантику, а также считывание и создание ROUTE-объектов как адаптеров событий об изменениях значений свойств (PropertyChangeEvent adaptors).

Такая организация парсера обладает универсальностью (не пользуется ничем, кроме обычных средств манипулирования объектами и компонентами), является весьма компактной и достаточна для реализации представительного подмножества VRML вместе с расширенными (относительно VRML) средствами.

6. Модель и ее поведение

Для представления графа сцены (экземпляра 3D-модели) используется понятие контейнера, экземпляр которого может содержать в себе граф экземпляров JavaBeans-компонент, реализующих, в частности, узлы VRML. Мы используем две разновидности контейнеров (в свою очередь, являющихся JavaBeans-компонентами): SpaceContainer (определяет 3D-пространство сцены, наследуясь из бина Transform, реализующего одноименный узел VRML), и ActiveSpaceContainer (определяет 3D-пространство, добавляя возможность определять динамику поведения модели в отдельном потоке управления). В частности, при использовании потока управления для поддержки улов VRML TimeSensor, экземпляры которых находится в контейнере, реализуется стандартная модель поведения 3D-модели в зависимости от времени (моделируется 3D-пространство + время).

Как правило, реализации VRML-браузеров используют последовательную архитектуру, где есть цикл, состоящий из выполнения каскада событий, изначально вызванных срабатыванием сенсоров, имеющихся в сцене, соответствующего изменения состояния графа сцены и последующего траверсирования (возможно, в несколько приемов) графа для получения результата 3D-рендеринга. Каждый обход сопровождается использованием стека, где содержится необходимая контекстно-зависимая информация. При «повторном использовании» экземпляров узлов в разных ссылающихся на них элементах графа сцены (при присваивании в динамике одного экземпляра узла в качестве значения свойств других при изменениях графа, либо при обработке конструкции DEF/USE в парсере VRML) контекст использования влияет на отображаемый результат.

При реализации модели мы используем явное построение дерева контекстов для узлов графа. Наличие в модели собственно графа сцены сопровождается наличием в модели дерева контекстов. Дерево контекстов узлов строится вместе с графом узлов и поддерживается в соответствии с ним (*рис.1*). При этом значительно оптимизируется время, затрачиваемое на построение стеков и связанных с ними структур данных для хранения контекстно-зависимой информации при многократных треверсированиях графа. (Платой за заметное снижение издержек времени является некоторое увеличение издержек памяти, что оправдано для Java-реализации). Дерево контекстов имеет также естественную геометрическую интерпретацию: вертексы, составляющие треугольники, являются контекстами использования точек из определения этой поверхности (смежные треугольники «разделяют» общие точки).

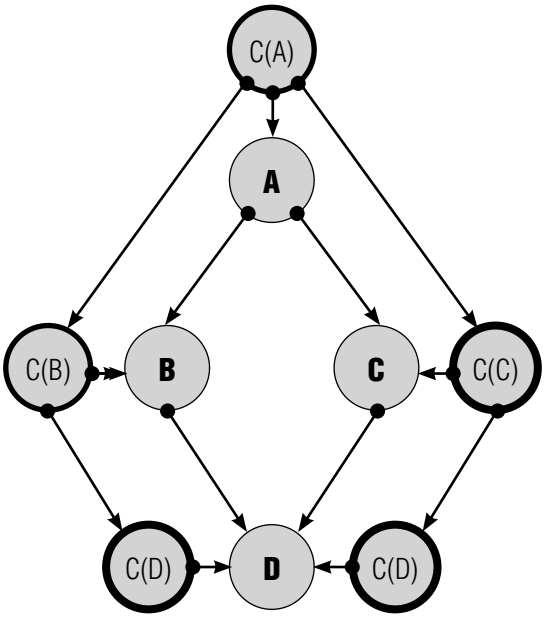

Рис. 1. Простейший граф узлов (DAG с узлами A, B, C, D) и дерево контекстов узлов.

Узел дерева контекстов узлов графа имеет ссылки на свой узел графа, а также на родительский и дочерние узлы данного дерева (если таковые есть). «Общий» узел D имеет два узла-контекста в дереве: один соответствует пути A-B-D, другой – пути A-C-D.

Для построения дерева контекстов по узлам графа классы реализации узлов графа предоставляют интерфейс создания своих контекстов. Каждый узел дерева контекстов связывает родительский и дочерние контексты дерева (последние всегда имеют ссылку на единственного родителя) и имеет ссылку на породивший его узел графа. Используемые ссылки являются «чувствительными» (sensitive references): если они ссылаются на объект, который может изменять свое состояние, они получают нотификации о соответствующих изменениях (участвуют в распространении событий PropertyChangedEvent, вызванных выполнением каскада событий в графе сцены).

Реализация объектов-контекстов для базовых компонент определяется их спецификой и обеспечивает хранение требуемой контекстно-зависимой информации. Например, компоненту Transform, реализующему узел VRML Transform, соответствует узел дерева контекстов типа TransformContext, хранящий значение матрицы преобразования координат для данного контекста относительно «мировой» системы координат контейнера сцены. Соответствующие типы контекстов предоставляются всеми компонентами, реализация поведения или отображения которых предполагает использование контекстно-зависимых данных (таких, которые иначе требуется постоянно вычислять и накапливать при траверсированиях графа). С другой стороны, контекстно-независимые компоненты (например, интерполяторы функций для анимаций) могут не участвовать в поддержке дерева контекстов. Наличие дерева контекстов для узлов графа позволяет контролировать выполнение требования ацикличности графа при его изменениях.

Поведение модели обеспечивается реализацией событийно-управляемых вычислений в графе. Первичным стимулом для распространения каскада событий является объект-сенсор, вырабатывающий исходное событие. Распространение события обеспечивается механизмом «связывания» свойств для JavaBeans-компонент, и выход из каскада событий обеспечивается правилами распространения событий PropertyChangeEvent (новое событие генерируется только при изменении значения свойства). Все JavaBeans-компоненты, реализующие узлы графа сцены, являются потокобезопасными (thread-safe); использованы synchronized-методы доступа к значениям свойств узлов. Объект модели может использоваться не только в разных контекстах одного контейнера, но и в разных контейнерах (в том числе – с разными потоками управления). Потокобезопасность компонент обеспечивает корректное поведение модели при всех обстоятельствах.

7. Организация отображения

Корнем дерева контекстов для графа сцены является корневой контекст ее контейнера. Это дерево описывает модель и поведение экземпляра контейнера, контролируемое графом распространения событий. Каждый экземпляр дерева контекстов может предоставлять свой вид (view) для последующего отображения (рендеринга). Таким образом, реализуется идеология model-view-controller (MVC) применительно к 3D-моделированию.

Для 3D-отображения на экране используется JavaBean-компонент Viewer, который представляет собой java.awt-компонент и может встраиваться в GUI java-приложений и апплетов. С каждым экземпляром Viewer'а связана камера, положение которой может определяться узлом Viewpoint (по правилам, обобщающим правила VRML, где отображение сцены параллельно с разных сторон не предусмотрено). Каждый Viewer имеет собственное независимое поведение (свой thread). Связывание модели с Viewer'ом происходит присваивани-

ем соответствующему свойству Viewer'а значения контейнера. Получив модель (контейнер), Viewer выполняет построение view модели в виде дерева объектов, корень которого определяется выбранным объектом Viewpoint (вычисления view выполняются относительно положения камеры, определяемого объектом Viewpoint).

Построение дерева view аналогично построению дерева контекстов для объектов в контейнере. Элементами дерева view являются экземпляры классов-view, инстанциируемые соответствующими классами-контекстами. Подобно тому, как контексты экземпляров компонент, реализующих граф сцены, являются организованными в дерево ссылками на узлы графа, элементами дерева view являются ссылки на элементы дерева контекстов. В реализации использовано соглашение об именовании классов: если Node – это тип компонента для узла графа, то класс NodeContext определяет реализацию элементов дерева контекстов, а NodeContextView – реализацию view для соответствующего типа контекста.

Поведение каждого Viewer'а является потребителем данных из дерева контекстов, тогда как поведение модели (графа сцены) является поставщиком новых данных. В соответствии с этим организуется синхронизация потоков управления.

JavaBean-компонент Viewer обеспечивает 3D-рендеринг на своем дереве view при изменениях, о которых сигнализируют элементы дерева контекстов, оповещаемые об изменениях узлами графа. Компонент Viewer обеспечивает отображение на экран полностью программными средствами Java (100% Java – код). Набор JavaBean-компонент, способных отображать поведение модели, не ограничивается такой программной реализацией. В частности, имеется компонент, просто формирующий изображение в памяти (невидимый компонент-Viewer). Результирующее изображение может использоваться в качестве текстуры в самой сцене. Компонентность позволяет легко пополнять номенклатуру компонент-Viewer'ов, добавляя компоненты с различной реализацией рендеринга (например с применением OpenGL, DirectX или иных средств визуализации). Компонентный подход позволяет организовать различные сценарии использования имеющихся компонент и интерактивно реализовать эти сценарии в контейнере JavaBeans-компонент.

8. Примеры

Разработанная библиотека JavaBeans-компонент позволяет строить 3D-модели непосредственно в стандартном BeanBox-контейнере. На *рис. 2* показан BeanBox, в котором из имеющихся компонент, представленных на левой панели, собран и отображен простейший 3D-объект – треугольник. Все значения свойств использованных объектов настроены с помощью стандартных манипуляций с (правой) панелью свойств. Для визуализации инстанциирован компонент Viewer. При привязке к контейнеру модели он показывает 3D-изображение. Контейнер модели с ее поведением можно сравнить с телестудией, где происходит действие. Viewer играет роль телевизора, который надо включить и связать с имеющейся студией, чтобы увидеть происходящее действие.

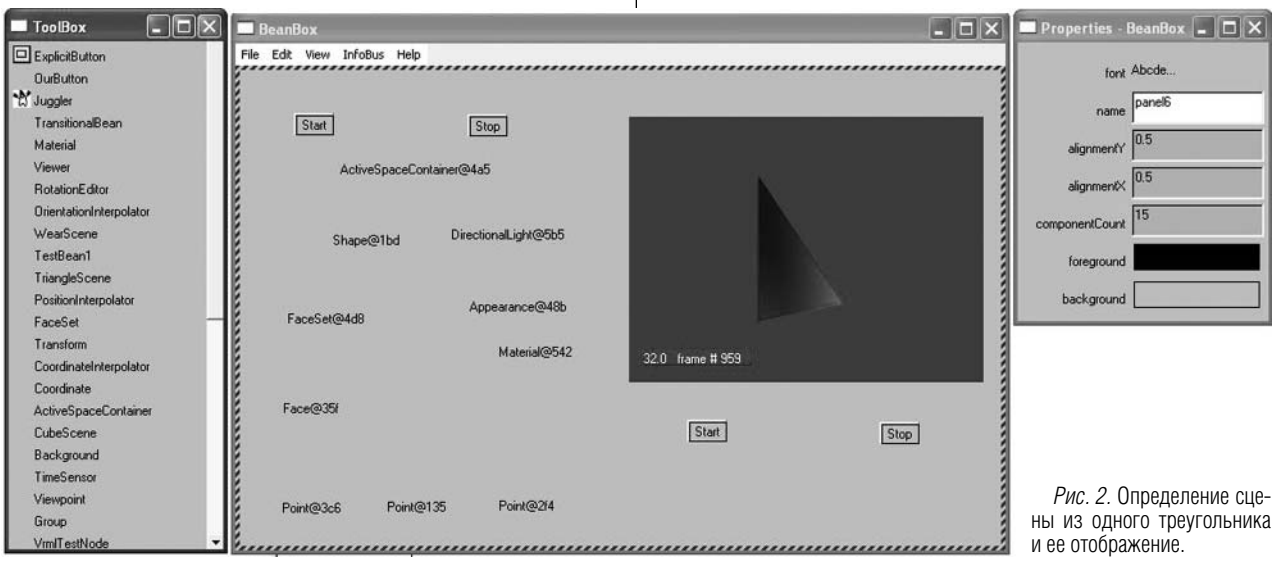

Рис. 2. Определение сцены из одного треугольника и ее отображение.

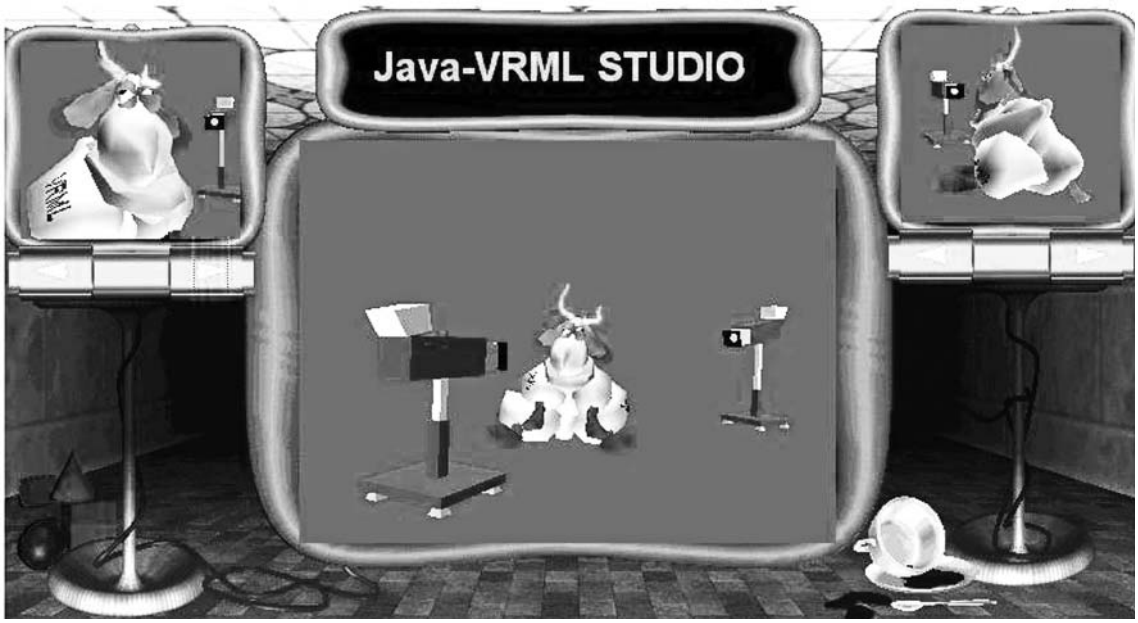

Рис.3. Сцена с тремя экранами: общий вид и два изображения от камер в сцене.

Продолжая эту аналогию, рассмотрим использование компонент, показанное на *рис. 3*. Здесь показан Java-апплет, в котором размещены три экземпляра компонента-Viewer'а. Модель представляет собой персонаж и две телекамеры, которые можно перемещать по кругу нажатием кнопок под левым и правым экранами. Каждый экран показывает изображение с соответствующей ему телекамеры. Центральный экран показывает поведение всей сцены третьей камерой, которую можно увидеть на боковых экранах при надлежащем расположении их камер. Этот пример иллюстрирует возможности параллельного отображения одной модели. Все три экземпляра Viewer'а работают параллельно друг с другом и с поведением модели (персонажа и камер).

Следующий пример на *рис. 4* показывает BeanBox, в котором имеется три экземпляра ActiveSpaceContainer'а.

Рис. 4. Параллельное поведение и отображение 3D-моделей.

В первый экземпляр контейнера загружен VRML-файл с описанием геометрии и поведения бабочки. Этот контейнер сопоставлен с двумя экземплярами Viewer'a (расположенными слева), которые параллельно отображают поведение 3D-модели бабочки с разных ракурсов (Viewpoint'ов). Второй экземпляр контейнера содержит загруженную из VRML-файла модель цветка, которая обладает собственным поведением. Это поведение модели отображается параллельно в правом верхнем экземпляре Viewer'a. Наконец, показанный третий экземпляр контейнера содержит в себе первый и второй контейнеры (располагая ссылками на них). Поведение этого контейнера является совокупным поведением первых двух, и мы наблюдаем поведение этой составной модели в четвертом (правом нижнем) экземпляре Viewer'a. Все необходимые для этого построения были произведены визуально и интерактивно стандартными средствами BeanBox-контейнера.

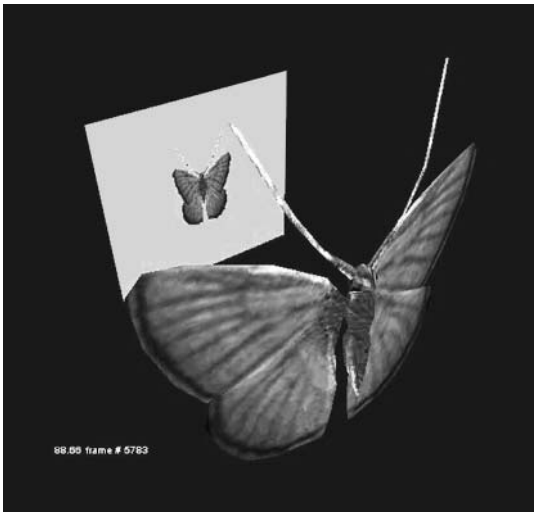

Рис. 5. Рендеринг для получения анимированной текстуры и общее отображение.

На *Рис. 5* показан Java-апплет с поведением бабочки. Результат визуализации, получаемый экземпляром компонента-Viewer'a в памяти, используется в качестве (анимированной) текстуры для прямоугольной поверхности. Модель, состоящая из бабочки и этой текстурированной поверхности, отображается в апплете другим экземпляром Viewer'a.

9. Заключение

Компонентно-ориентированное программирование является передовым направлением разработки программного обеспечения [32, 33, 34]. Развитие средств компонентного программирования позволит перейти от построчного кодирования программ к их промышленному производству и созданию новых рынков программных компонент, подобно тому, как это имело место при производстве аппаратных компонент.

При компонентно-ориентированной разработке существуют два основных вида деятельности. Первый – разработка собственно повторно используемых компонент. Второй – разработка программного обеспечения с помощью существующих компонент. Такой подход соответствует идеологии компонентной модели JavaBeans. Однако, данная компонентная модель не обеспечивает должным образом построения самих компонент из предварительно подготовленных: новые компоненты появляются в результате компиляции или кодогенерации. BDK не позволяет пополнить номенклатуру компонент, не прибегая к загрузке соответствующих Java-классов реализации.

С другой стороны, язык VRML предполагает наличие средств определения новых типов узлов-компонент с помощью конструкций PROTO (EXTERNPROTO). Семантика этих конструкций, однако, не отвечает принципам (class-based) объектно-ориентированного программирования. В литературе обсуждались попытки совершенствования языка VRML в этом направлении [35, 36], однако эти обсуждения не нашли надлежащего воплощения. По этой причине мы пока исключили реализацию декларативных средств описания определяемых типов из подмножества средств VRML, реализованных с применением JavaBeans-компонент в данной работе.

Для того чтобы реализовать возможность динамического (без Java-компиляции или генерации Java-байт-кодов) определения составных типов компонент с использованием базового набора JavaBeans-компонент, требуется расширение компонентной модели JavaBeans в направлении больших возможностей композиции/декомпозиции компонент и соответствующие расширения возможностей контейнеров и инструментов композиции. Разработка и реализация соответствующих средств составляют предмет дальнейших исследований. ■

10. Литература

1. TIOBE Programming Community Index for June 2010. [Электронный ресурс]. URL: http://www.tiobe.com/index.php/content/paperinfo/tpci/index.html
2. Java3D. [Электронный ресурс]. URL: https://java3d.dev.java.net/
3. ISO/IEC 14772-1:1997 and ISO/IEC 14772-2:2004 — Virtual Reality Modeling Language (VRML). [Электронный ресурс]. URL: http://www.web3d.org/x3d/specifications/vrml/
4. Sun Microsystems. JavaBeans Specification v1.0.1 , July 1997. [Электронный ресурс]. URL: http://java.sun.com/products/javabeans/docs/spec.html,http://java.sun.com/javase/technologies/desktop/javabeans/docs/spec.html
5. Bean Development Kit. См. http://life.csu.edu.au/java-tut/javabeans/index.html
6. Спецификации X3D. См. http://www.web3d.org/x3d/specifications/
7. XML. [Электронный ресурс]. URL: http://www.w3.org/XML/
8. XUL. [Электронный ресурс]. URL: https://developer.mozilla.org/
9. XAML. [Электронный ресурс]. URL: http://windowsclient.net/
10. BeanBuilder. [Электронный ресурс]. URL: https://bean-builder.dev.java.net/
11. B.P. Zeigler. Theory of Modeling and Simulation. 1976.
12. DEVSJAVA. [Электронный ресурс]. URL: http://www.acims.arizona.edu/SOFTWARE/software.shtml#DEVSJAVA
13. PtolemyII. Heterogeneus concurrent modeling and design in Java. Department of Electrical Engineering and Computer Sciences, University of California at Berkeley. v. 1,2,3. [Электронный ресурс]. URL: http://ptolemy.eecs.berkeley.edu
14. OMNeT++ Community Site. См. www.omnetpp.org
15. Bruneton E., Coupaye T., Stefani J.B. The Fractal Component Model specification. Version 2.0-3. The ObjectWeb Consortium, 2004.
16. The fractal Component Model. ObjectWeb Consortium. См. http://fractal.objectweb.org
17. Herbert Praehofer, Johannes Sametinger, Alois Stritzinger. Discrete Event Simulation using the JavaBeans Component Model.
18. Herbert Praehofer, Johannes Sametinger, Alois Stritzinger. Concepts and Architecture of a Simulation Framework Based on the JavaBeans Component Model
19. Mark Pesce. VRML-Browsing and Building Cyberspace, New Riders Publishing, 1995.
20. Xj3D. [Электронный ресурс]. URL: http://www.xj3d.org/
21. Cortona 3D. [Электронный ресурс]. URL: http://www.cortona3d.com/Home.aspx
22. BS Contact J. [Электронный ресурс]. URL: http://www.bitmanagement.de/en/products/interactive-3d-clients/bs-contact-j
23. Demicron WireFusion. [Электронный ресурс]. URL: http://www.demicron.com/
24. JavaFX. [Электронный ресурс]. URL: http://www.javafx.com/
25. Weaver, James L., JavaFX Script: Dynamic Java Scripting for Rich Internet/Client-side Applications, Apress, 2007.
26. Microsoft Silverlight. [Электронный ресурс]. URL: http://www.microsoft.com/silverlight/
27. 3D with JavaFX. [Электронный ресурс]. URL: http://learnjavafx.typepad.com/weblog/3d-with-javafx/
28. 3DMLW, 3D Technologies R&D [Электронный ресурс]. URL: http://www.3dmlw.com/
29. COLLADA. [Электронный ресурс]. URL: http://www.khronos.org/collada/
30. Universal 3D File Format. [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. – URL: http://www.ecma-international.org/activities/Communications/U3D-presentation-public.pdf . URL: http://meshlab.sourceforge.net/wiki/images/c/cc/Laurana.pdf
31. Long Term Persistence of JavaBeans Components: XML Schema. [Электронный ресурс]. URL: http://java.sun.com/products/jfc/tsc/articles/persistence3/
32. Szyperski, C., Component Software – Beyond Object-Oriented Programming. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley, 1998.
33. Clemens Szyperski,Dominik Gruntz,Stephan Murer. Component software: beyond object-oriented programming. ACM Press, Second Edition, 2002.
34. Wang, Andy Ju An., Component-oriented programming / Andy Ju An Wang & Kai Qian. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2005.
35. Curtis Beeson. An Object-Oriented Approach To VRML Development. Silicon Graphics Inc.
36. Stephan Diehl. VRML++: A Language for Object-Oriented Virtual-RealityModels, Proceedings of the 24th International Conference on Technology of Object-Oriented Languages and Systems TOOLS Asia, Bejing, 1997.

КЛАССИФИКАЦИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НА ИЕРОГЛИФИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТАХ

К.Б. Стаценко,
аспирант Московского физико-технического института (Государственного Университета),
Д.Г. Дерягин,
руководитель группы обработки документов, ООО «Аби Продакшн» (Компания ABBYY).
А.В. Мякутин,
руководитель группы анализа документов, ООО «Аби Продакшн» (Компания ABBYY),
e-mail: Konstantin_S@abbyy.com.
Адрес: 129301, Россия, Москва, а/я 49, компания ABBYY.

Частью процесса распознавания текста является анализ структуры обрабатываемого документа. В ходе такого анализа возникает потребность в определении типов областей, найденных на изображении. В данной статье рассмотрен подход к решению подобной задачи на примере анализа иероглифических документов. В статье также приведены результаты экспериментальной апробации предложенного подхода.

Ключевые слова: классификация, анализ документа, распознавание текста.

Введение

Современное программное обеспечение для распознавания текста представляет собой сложный комплекс различных подсистем, отвечающих за те или иные его функции. Данная статья коснется одной из них, предназначенной для анализа документа. Она необходима для поиска и локализации графических объектов, таких как картинки, таблицы, рукописный и печатный текст, диаграммы и т.п. В процессе её работы выполняется две важные задачи: сегментация (разделение страницы на области, обладающие определенными свойствами) и классификация (определение типа каждой из областей). В ходе анализа документа эти задачи приходится выполнять неоднократно, начиная с поиска простейших объектов, таких как пунктуация, отдельные символы или разделители и заканчивая выделением таких высокоуровневых объектов, как бланк официального письма или текстовая колонка с врезками. В данной статье затрагиваются подходы к решению задачи классификации отдельных символов и их последовательностей на печатных иероглифических документах. Описываемые здесь классификаторы предназначены для работы с фрагментами текста, в то время как другие полезные объекты (картинки, разделители) должны быть обработаны отдельно, и будут рассматриваться как мусор.

Постановка задачи

Будем рассматривать черно-белую страницу с черным текстом на белом фоне (участки белого текста на черном фоне должны быть предварительно инвертированы). В процессе низкоуровневой сегментации подобного изображения на нем выделяются объекты, которые могут оказаться фрагментами текста, оформления (элементами картинок или диаграмм, черными или точечными разделителями и т.п.) или мусором (неоднородности бумаги, посторонние объекты за краями сканируемого листа, тени в области переплета и т.п.). Они, как правило, представляют собой связные черные области или группы таких областей, объединенных исходя из их размеров и геометрического положения. На *рис. 1* представлен пример типичного результата сегментации фрагмента страницы, прямоугольниками отмечены найденные объекты.

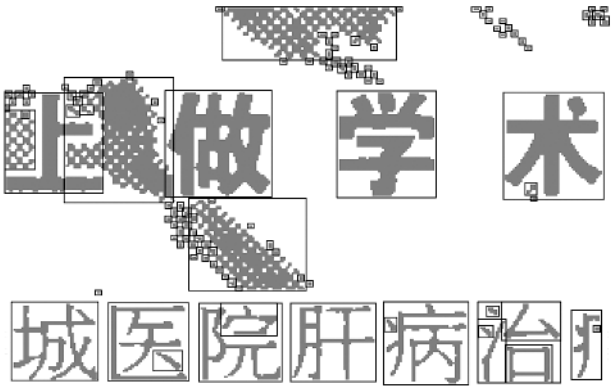

Рис. 1. Типичный результат сегментации фрагмента страницы. *Прямоугольниками обозначены найденные объекты.*

Каждый объект характеризуется *вектором свойств* ***p*** из шести элементов, соответствующих его ширине, высоте, количеству черных пикселей, количеству горизонтальных RLE штрихов, количеству вертикальных RLE штрихов и количеству белых дырок (RLE штрих представляет собой непрерывную последовательность черных пикселей и описывается двумя числами – начальной и конечной позициями). Свойства подсчитываются на этапе выделения и объединения черных областей, при этом в результирующем множестве могут одновременно присутствовать как составные, так и составляющие их объекты.

В результате классификации выделенных таким образом объектов, для каждого из них требуется определить, является ли он словом (цепочкой иероглифов), символом (отдельным иероглифом) или мусором, при этом отличать слово от символа не требуется (допускается одновременное отнесение объекта к обоим этим классам). Как правило, однозначно определить принадлежность объекта к одному из перечисленных классов на данном этапе не представляется возможным. Это связано со спецификой задачи, которая заключается в проведении предварительного, грубого и быстрого по времени анализа. Для описания принадлежности объектов к классам используется система качеств. Объект характеризуется двумя переменными, изменяющимися от нуля (худшее качество) до единицы (лучшее качество) которые соответствуют качествам символа и слова. Если обе они близки к нулю, то объект считается мусором.

Решение задачи

Чтобы вычислить искомые качества необходимо задать две функции вида $F(\boldsymbol{p})$: $\boldsymbol{X} \rightarrow [0, 1]$ на множестве $\boldsymbol{X}$ векторов свойств. Для этого предлагается несколько подходов, объединенных общей идеей. В каждом из них искомая функция $F(\boldsymbol{p})$ представляется с помощью набора простых функций $f_i(\boldsymbol{p})$, зависящих от некоторых параметров. Эти параметры предлагается определять при помощи различных алгоритмов неконтролируемой кластеризации.

Метод, основанный на алгоритме ISODATA

Описание метода.

В первом из предлагаемых методов каждая функция $F(\boldsymbol{p})$ представлялась с помощью набора простых функций $f_i(\boldsymbol{p})$, которые в свою очередь представлялись в виде произведения пороговой функции $t(p, a, b, c, d)$ следующим образом:

$$F(\boldsymbol{p}) = \max_{i \in [1, N_c]} \left(f_i(\boldsymbol{p}) \right);$$
$$f_i(\boldsymbol{p}) = \prod_{j}^{K} t\left(p_j, a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij} \right); \qquad (1)$$

где: p_j – $j^{\text{ая}}$ компонента вектора $\boldsymbol{p}$;
a_{ij}, b_{ij}, c_{ij} и d_{ij} – параметры пороговой функции;
K – количество компонент $\boldsymbol{p}$.

Другими словами, $F(\boldsymbol{p})$ помещает объект с вектором свойств $\boldsymbol{p}$ в один или несколько кластеров N_c, описываемых при помощи функций $f_i(\boldsymbol{p})$. Пороговая функция задавалась следующим образом:

$$t\underset{a\le b\le c\le d}{(p,a,b,c,d)} = \begin{cases} 0: p \in (-\infty; a] \cup [d; +\infty) \\ \dfrac{p-a}{b-a}: p \in (a; b) \\ 1: p \in [b; c] \\ \dfrac{d-p}{d-c}: p \in (c; d) \end{cases} \qquad (2)$$

Отсюда видно, что каждый кластер представлял собой K-мерный параллелепипед с нечеткой границей, размеры и ширина границы которого задавались при помощи параметров a_{ij}, b_{ij}, c_{ij} и d_{ij}. Область, занимаемая такими кластерами в пространстве свойств, может иметь достаточно сложный вид, особенно, при большем их количестве. Это позволяет достаточно точно описывать подмножества объектов рассматриваемых типов (символы и слова), однако чрезмерное увеличение числа кластеров может привести к переобученности (overfitting) и замедляет работу классификатора.

Чтобы ограничить количество кластеров, необходимых для определения искомых функций и, в то же время, не утратить возможность описывать геометрически сложные области на множестве $\boldsymbol{X}$ векторов свойств $\boldsymbol{pX}$, пороговая функция t вычислялась не от компонент $\boldsymbol{p}$, а от значений признаков q_j. Каждый признак задавался при помощи подбираемой экспериментально функции $q_j(\boldsymbol{p})$. В итоге выражение (1) приобрело следующий вид:

$$F(\boldsymbol{p}) = \max_{i\in[1,N_c]}\left(f_i(\boldsymbol{p})\right);$$
$$f_i(\boldsymbol{p}) = \prod_{j}^{K'} t\left(q_j(\boldsymbol{p}), a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij}\right); \qquad (3)$$

где K'– количество признаков, вообще говоря, не совпадающее с размерностью $\boldsymbol{p}$. Другими словами, функция F задавалась не на множестве свойств $\boldsymbol{X}$, а на некотором множестве $\boldsymbol{Y}$. Введение признаков, имеющих четкий физический смысл упрощало настройку и отладку классификатора.

Подбор признаков

Поскольку число исходных свойств было изначально фиксированным и небольшим, количество признаков также предполагалось ограничить пятью – семью. В этом случае, в отличие от [5], создание автомата для подбора признаков было признано нецелесообразным.

На первом этапе подбора был сформирован ориентировочный набор признаков, которые казались наиболее полезными. В него вошли:

1. Отношение количества черного к полусумме количеств вертикальных и горизонтальных RLE штрихов (средняя толщина черты иероглифа).
2. Отношение ширины к высоте.
3. Количество белых связных областей (дублировал соответствующее свойство).
4. Отношение количества черного к площади объекта.
5. Полусумма количеств вертикальных и горизонтальных RLE штрихов (длинна границы черное/белое).
6. Отношение количества горизонтальных RLE штрихов к площади объекта (плотность горизонтальных RLE штрихов).
7. Отношение количества вертикальных RLE штрихов к площади объекта (плотность вертикальных RLE штрихов).

Все признаки нормировались так, чтобы все они были безразмерными величинами. Для выяснения значимости признаков проводилось сравнение качества классификации при использовании всех семи признаков с качеством классификации при использовании только шести из них. *На рис. 2* приведены результаты описанного сравнения, количество ошибок при классификации по семи признакам принято за 100%, номер столбика гистограммы соответствует номеру исключаемого признака в приведенном выше перечислении. По результатам сравнения худший признак (в данном случае №3) был удален. В результате повторного выполнения описанной процедуры был удален признак №7. В третий раз малоинформативных признаков процедура не выявила.

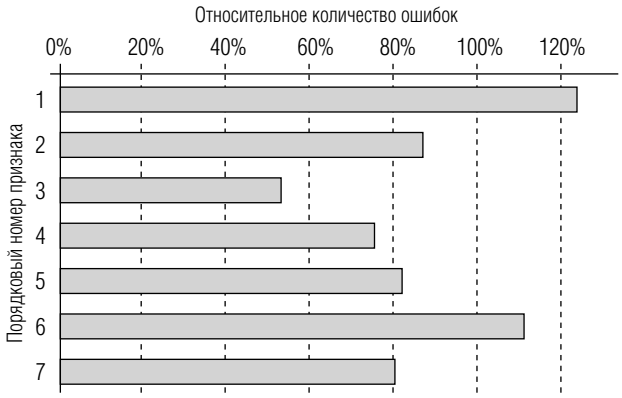

Рис. 2. Зависимость качества классификации от исключаемого признака.

(Количество ошибок при классификации по семи признакам принято за 100%, номер столбика гистограммы соответствует номеру исключаемого признака в перечислении, приведенном на странице 59.)

На втором этапе был рассмотрен набор новых признаков – кандидатов на включение, в него вошли:

1. Отношение количеств вертикальных и горизонтальных RLE штрихов.
2. Ширина объекта.
3. Высота объекта.
4. Отношение количества белых дырок к количеству черного (плотность дырок).
5. Отношение количества дырок к полусумме количеств вертикальных и горизонтальных RLE штрихов.
6. Отношение количества черного к произведению высоты объекта на количество вертикальных RLE штрихов (относительная средняя длинна вертикального RLE штриха).
7. Отношение количества черного к произведению ширины объекта на количество горизонтальных RLE штрихов (относительная средняя длинна горизонтального RLE штриха).

Полезность признаков нового набора оценивалась так же, как и предыдущего, с той лишь разницей, что признаки не исключались, а добавлялись. Исходным вариантом служил набор из пяти признаков, полученный в ходе предыдущего этапа настройки. На *рис. 3* приведены результаты оценки новых признаков, в соответствии с которыми набор пополнился признаком №7.

Таким образом, был получен окончательный перечень используемых признаков. Аналогичная процедура выполнялась и для классификатора на базе алгоритма EM, который будет описан ниже.

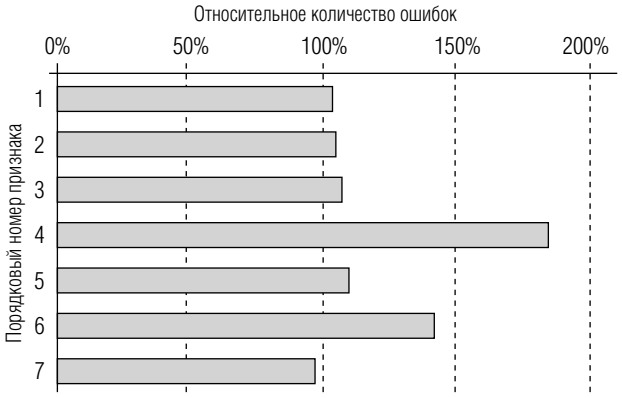

Рис. 3. Зависимость качества классификации от добавляемого признака из набора, приведенного на странице 5.

(Количество ошибок при классификации по семи исходным признакам принято за 100%.)

Обучение.

Определение количества кластеров и их параметров осуществлялось автоматически в процессе обучения классификатора. Для этого использовался алгоритм неконтролируемой кластеризации ISODATA [1]. Его основная идея заключается в минимизации суммы квадратов расстояний до центров кластеров. При этом количество кластеров может меняться в ходе итеративного процесса вследствие разделения и слияния. Разделение кластера выполняется в том случае, если его дисперсия вдоль одной из координат превышает порог разделения. Слияние кластеров осуществляется, когда расстояние между их центрами оказывается меньше порога слияния.

После того как при помощи описанного алгоритма определялись координаты центров кластеров в пространстве признаков и наборы объектов из обучающей выборки, вошедших в каждый кластер, подбирались значения параметров *aij, bij, cij* и *dij*. Это делалось таким образом, чтобы $\forall j: j \in [1; K']$ в пограничные интервалы $(a_{ij}; b_{ij})$ и $(c_{ij}; d_{ij})$ попал заданный небольшой процент точек *i*-го кластера, в то время как в интервал $(a_{ij}; d_{ij})$ должно было попасть большинство точек этого кластера. На *рис. 4* показан пример результата обучения предложенного метода в случае двумерного пространства признаков. Обучающая выборка разбита на три группы, вокруг каждой из которых установлены границы. Пунктирными прямоугольниками обозначены внешние границы кластеров, за которыми $f_i(\boldsymbol{p}) = 0$, сплошными прямоугольниками отмечены внутренние границы, в пределах которых $f_i(\boldsymbol{p}) = 1$.

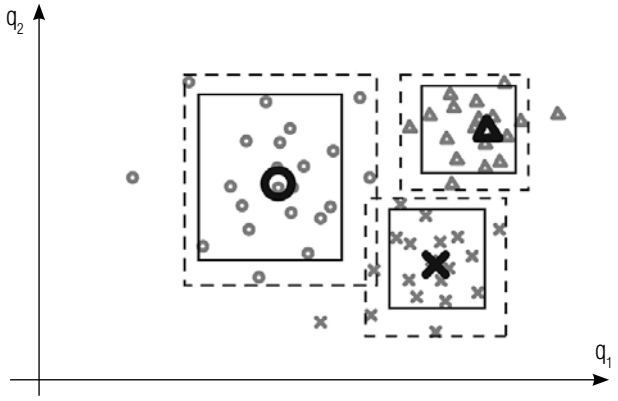

Рис. 4. Кластера, выделенные при помощи алгоритма ISODATA.

Черными крупными значками отмечены центры кластеров. Пунктирными линиями показаны внешние границы, а сплошными внутренние границы кластеров.

Тестирование.

Результаты работы построенного таким образом классификатора проверялись на тестовой выборке, состоящей из заранее разбитых по классам экземпляров слов, букв и мусора. В выборку входили тексты, напечатанные различными шрифтами на японском, китайском и корейском языках. Слово считалось классифицированным «уверенно» если соответствующая оценка классификатора превышала 0.5, если оценка лежала в промежутке [0.5; 0.1] объект считался классифицированным «неуверенно», иначе «потерянным». Этот же принцип действовал и для символов. Мусор считался «отвергнутым» если наибольшая из двух оценок не превышает 0.1, если же она оказывается в промежутке [0.5; 0.1] то объект считался классифицированным «неуверенно», иначе «пропущенным». В *табл. 1* приведены результаты проверки.

Таблица 1.

Результаты работы классификаторов

Примененный классификатор	Слов потеряно	Слов неуверенно	Символов потеряно	Символов неуверенно	Мусора пропущено	Мусора неуверенно	Количество кластеров	Независимых переменных
На основе алгоритма ISODATA	4.8%	5.1%	0.35%	1.8%	1.1%	1.8%	17	408
На основе алгоритма EM	0.12%	1.0%	0.25%	1.1%	1.0%	1.1%	25	1075
На основе алгоритма EM с упрощенными признаками	0.15%	0.9%	0.31%	1.2%	1.2%	0.9%	30	2190
Упрощенный, на основе алгоритма EM	0.18%	1.4%	0.47%	1.0%	1.8%	1.4%	50	600

Классификатор показал неплохие результаты для различения символов и мусора, однако потерял много слов что, скорее всего, связано с особенностью распределения этих объектов в пространстве признаков. Слова, в отличие от символов, не концентрируются вокруг определенных значений, а имеют достаточно большой и неоднородный разброс по некоторым признакам. В этом случае ситуацию можно скорректировать использованием разных наборов признаков для классификации символов и слов. Также оказалось, что качество классификации сильно зависит от соотношения дисперсий признаков и становится наилучшим в случае одинаковых дисперсий. Всё вышеперечисленное накладывает излишние требования на используемые признаки, чем затрудняет подбор их оптимального состава.

Метод, основанный на алгоритме EM

Описание метода.

Для снижения требований к признакам и повышения надежности классификации был предложен второй подход. Он основан на аппроксимации искомых функций при помощи кластеров, которые описываются не как многомерные параллелепипеды, а при помощи многомерного нормального распределения:

$$\varphi_i(\boldsymbol{q}) = \frac{1}{(2\pi)^{K'/2}\left|\boldsymbol{\Sigma}_i\right|^{1/2}} e^{-\frac{1}{2}(\boldsymbol{q}-\mu_i)^T \boldsymbol{\Sigma}_i^{-1}(\boldsymbol{q}-\mu_i)} \quad (4)$$

Где μ_i – радиус-вектор центра, а $\boldsymbol{\Sigma}_i$ – матрица ковариации i-ого кластера. В этом случае искомые функции $F(\boldsymbol{p})$ записываются как:

$$F_{w,c}(\boldsymbol{p}) = \frac{\phi_{w,c}(\boldsymbol{q}(\boldsymbol{p}))}{\phi_w(\boldsymbol{q}(\boldsymbol{p})) + \phi_c(\boldsymbol{q}(\boldsymbol{p})) + \phi_t(\boldsymbol{q}(\boldsymbol{p}))} \quad (5)$$

$$\phi_{w,c,t}(\boldsymbol{q}) = \sum_i^{N_{w,c,t}} \alpha_i \varphi_{w,c,ti}(\boldsymbol{q}) \quad (6)$$

Где α_i – вес i-ого кластера, индексы w, c и t соответствуют функциям для слов, символов и мусора, а $\boldsymbol{q}(\boldsymbol{p})$ – векторная функция с координатами $q_j(\boldsymbol{p})$. Как видно из (5), в отличие от (3), в расчете $F(\boldsymbol{p})$ участвуют не только положительные, но и отрицательные примеры (в виде кластеров мусора $\phi_t(\boldsymbol{q})$).

Таким образом, если функции $\phi_{w,c,t}(\boldsymbol{q}(\boldsymbol{p}))$ будут описывать плотности вероятности $\boldsymbol{p}_{w,c,t}$ в пространстве X с точностью до ненулевого множителя, зависящего только от $\boldsymbol{p}$, то искомые оценки $F_w(\boldsymbol{p})$ и $F_c(\boldsymbol{p})$ будут иметь простой физический смысл. Они окажутся равными вероятностям того, что объект, имеющий свойства $\boldsymbol{p}$, принадлежит к клас-

сам слов и символов соответственно. Если функция $\boldsymbol{q}^{-1}: \boldsymbol{Y} \rightarrow \boldsymbol{X}$ инъективная, непрерывно дифференцируемая и якобиан $\boldsymbol{J}(\boldsymbol{q}^{-1}) \neq 0$, то для выполнения вышеуказанного условия достаточно, чтобы функция (6) описывала плотность вероятности случайной величины $\boldsymbol{q}$ в пространстве $\boldsymbol{Y}$.

Обучение.

Пусть иероглифы делятся на группы в зависимости от особенностей их начертания (например, от количества штрихов) с вероятностями α_i. При условии, что иероглиф принадлежит одной из таких групп, будем рассматривать описывающую его случайную величину $\boldsymbol{q}$ как линейную комбинацию N независимых, нормально распределенных случайных величин (скрытых параметров) g_i. Другими словами, будем описывать плотность иероглифов i-ой группы в пространстве признаков как (4), а относительную частоту встречаемости этой группы как α_i. В этом случае (6) будет соответствовать плотности вероятности $\boldsymbol{q}$.

Используя метод наибольшего правдоподобия для нахождения неизвестных α_i, μ_i и $\boldsymbol{\Sigma}_i$, входящих в выражение (6), необходимо максимизировать функцию правдоподобия

$$f(\boldsymbol{\Theta}) = P(\boldsymbol{\Theta}) \prod_{j}^{M} \phi(\boldsymbol{q}_j) = P(\boldsymbol{U}, \boldsymbol{\Theta}) = \sum_{\boldsymbol{J} \in \boldsymbol{G}} P(\boldsymbol{U}, \boldsymbol{\Theta}, \boldsymbol{J}) \quad (7)$$

Здесь $\boldsymbol{\Theta}$ – совокупность искомых переменных α_i, μ_i и $\boldsymbol{\Sigma}_i$, $i \in [1;N]$, $P(\boldsymbol{U}, \boldsymbol{\Theta})$ – плотность вероятности совместного распределения U и $\boldsymbol{\Theta}$, U – обучающая выборка, состоящая из M величин $\boldsymbol{q}_i$, $\boldsymbol{J}$ – скрытый параметр, описывающий распределение точек $\boldsymbol{q}_j$ по классам. Для этого применялся алгоритм EM (Expectation Maximization) [2,3], суть которого заключается в итеративной оптимизации значений искомых переменных в присутствии скрытых параметров, от которых необходимо избавиться интегрированием. Каждая итерация алгоритма состоит из двух шагов. На первом шаге (expectation) производится оценка распределения скрытых параметров, исходя из оценки значений искомых переменных, полученной в предыдущей итерации. На втором шаге (maximization) выполняется поиск новой оценки для искомых переменных, доставляющей максимум функции правдоподобия с учетом нового распределения скрытых параметров. Можно доказать [4], что данный алгоритм сойдется к локальному максимуму функции $P(\boldsymbol{U}, \boldsymbol{\Theta})$.

Тестирование.

Предложенный классификатор проверялся при помощи того же метода и на тех же данных что и предыдущий. Во второй строке *табл. 1* приведены результаты проверки. Видно существенное увеличение качества классификации слов, а также улучшения по остальным параметрам в сравнении с результатами предыдущего классификатора. Для достижения этого результата использовалось шесть безразмерных признаков, подобранных при помощи описанного выше алгоритма. В третьей строке упомянутой таблицы приведены результаты классификации, при условии использования восьми признаков. Шесть из них были равны значениям свойств, а оставшиеся два: площади объекта и произведению количества горизонтальных RLE штрихов на длину. Поскольку классификатор способен обучатся произвольной линейной комбинации признаков, результаты лишь незначительно ухудшились. Два дополнительных признака представляли собой нелинейные компоненты наиболее значимых признаков, использовавшихся в предыдущем тестировании (относительного количества черного и относительной длины горизонтального RLE штриха).

К недостаткам описанного алгоритма можно отнести замедление процесса классификации приблизительно в 3 раза вследствие усложнения формул для расчета $F(\boldsymbol{p})$ и опасность возникновения переобученности из-за большого количества независимых переменных, параметризующих решающее правило.

Метод, основанный на алгоритме EM (упрощенный)

Описание метода.

Для того чтобы устранить недостатки предыдущего метода, а именно, увеличить скорость классификации и уменьшить риск переобучения, но в то же время сохранить такие его достоинства как ясный физический смысл результата классификации и отсутствие необходимости особым образом нормировать признаки, был предложен третий метод. Так же как и предыдущий, он основан на аппроксимации искомых функций при помощи кластеров, которые описываются многомерными нормальными распределениями. Однако теперь, случайные величины, описываемые этими рас-

пределениями, считаются независимыми. В этом случае *формула (4)* будет выглядеть так:

$$\varphi_i(\boldsymbol{q}) = \frac{1}{(2\pi)^{K'/2}\prod_j^{K'}\sigma_{ji}} e^{-\frac{1}{2}\sum_j^{K'}\frac{(\boldsymbol{q}_j-\mu_{ji})}{\sigma_{ji}^2}} \quad (8)$$

Где μ_{ji} – j-ая компонента радиус-вектора центра i-ого кластера, σ_{ji}^2 – дисперсия j-ой случайной величины, при условии, что она принадлежит i-ому кластеру, $\boldsymbol{q}_j$ – j-ая компонента вектора $\boldsymbol{q}$. Обучение данного классификатора основано на алгоритме EM и полностью аналогично описанному выше. В четвертой стоке *табл. 1* приведены результаты тестирования этого классификатора. Результаты говорят о том, что упрощенный EM в отличие от EM, не способен обучаться произвольным линейным комбинациям признаков, соответствующий их подбор вновь становится актуальным. Тем не менее, в отличие от классификатора на базе алгоритма ISODATA, отсутствует необходимость в специальном нормировании признаков. Альтернативой тщательному их подбору является увеличение количества кластеров.

Заключение

В данной статье были описаны три подхода к классификации графических объектов на странице. Метод на основе алгоритма ISODATA обладает большей скоростью, показывает неплохие результаты при различении отдельных иероглифов и мусора, но хуже справляется с классификацией слов и требует более тщательной подборки признаков. Метод на основе алгоритма EM более универсален, неприхотлив и точен, способен обучатся линейным комбинациям признаков, хотя требует большего времени для своей работы и может приводить к переобучению. Упрощенный метод на основе алгоритма EM сочетает в себе ряд достоинств и недостатков двух предыдущих, занимая промежуточную позицию. Он не способен обучатся линейным комбинациям признаков, однако не требует их нормирования, скорость его работы сравнима с первым классификатором, а количество обучаемых переменных существенно меньше чем у второго. ■

Литература

1. A.K. Jain, M.N. Murty, P.J. Flynn. Data Clustering: A Review: ACM Computing Surveys. 1999. Т. 31, № 3.
2. С. Рассел, П. Норвиг. Искусственный интеллект. Современный подход: М. Вильямс, 2007 г.
3. F. Dellaert. The Expectation Maximization Algorithm: Georgia Institute of Technology. Technical Report number GIT-GVU-02-20. 2002.
4. G. McLachlan, T. Krishnan. The EM algorithm and extensions: Wiley series in probability and statistics. John Wiley & Sons. 1997.
5. Y. Zheng, H. Li, D. Doermann. Machine Printed Text and Handwriting Identification in Noisy Document Images: Ieee transactions on pattern analysis and machine intelligence. 2004, Т. 26, № 3, С. 337-353.

О ТОЧНОСТИ И БЫСТРОДЕЙСТВИИ МЕТОДА СИНТЕЗА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ

А.В. Мокеев,
аспирант Южно-Уральского государственного университета,
e-mail: gr.smk@mail.ru.
Адрес: г. Челябинск, пр. Ленина, д. 76, кафедра «Информационные системы».

В статье рассматривается задача анализа изображений с помощью метода главных компонент. Предлагаются новый метод нахождения главных компонент – метод синтеза главных компонент, основная идея которого состоит в обработке пространства изображений по частям. Полное решение получается путем синтеза частных решений. Точность и быстродействие метода демонстрируется на примере обработки изображений из базы данных FERET.

Ключевые слова: анализ изображений, метод главных компонент, точность, быстродействие, синтез главных компонент.

1. Введение

В настоящее время активно развиваются биометрические технологии, направленные на получение и использование биометрических данных человека в целях его идентификации. Система, использующие такие технологии, могут применяться в различных областях: системах паспортного контроля в аэропортах и других крупных транспортных узлах, системах электронной торговли, системах наблюдения для снижения террористических угроз и розыска людей [1, 2]. Существенным преимуществом распознавания человека по лицу перед другими биометрическими методами является возможность идентификации на расстоянии.

Эффективными методами анализа изображений является линейный дискриминантный анализ, метод главных компонент и нейронные сети. Метод главных компонент является одним из мощных и универсальных средств анализа, который, не отбрасывая конкретные признаки, позволяет учитывать лишь наиболее значимые комбинации их значений [1, 3]. При его использовании в задаче распознавания изображений, каждое изображение разлагается на линейную комбинацию собственных векторов, которые называются главными компонентами. В этом случае главные компоненты могут быть представлены в виде изображений. Например, если изображения представляют лица, то метод главных компонент часто называют методом собственных лиц (eigenface). Сумма главных компонент, умноженных на соответствующие им главные факторы, представляет собой реконструкцию изображения. Таким образом, с помощью анализа главных компонент удаётся выявить основные изменчивости в наборе изображений, что дает возможность доста-

точно точно описать изображения небольшим числом главных факторов.

Эффективность метода главных компонент в задачах распознавания лиц исследовалась в различных работах [4-6]. В работе [6] проведено исследование метода главных компонент на базе 2500 фотографий 16-ти человек. Степень распознавания изображений составила от 95 до 64%. Скорость работы системы, реализованной на рабочей станции SUN 3/160, приближалась к режиму реального времени. В работе [5] исследована эффективность метода главных компонент на базе 7562 изображений, принадлежащих почти 3000 человек. Главные компоненты определялись на выборке из 128 изображений. Наряду с графическим изображением использовалось и словесное описание. Эксперименты, проведённые с базой, были ограниченными, так как проверялась лишь возможность интерактивного поиска по всей базе данных. Учитывая тот факт, что выбранное изображение сначала раскладывалось на главные компоненты, а поиск производился в пространстве главных факторов, ошибка распознавания существенно зависела от точности описания изображения главными компонентами. В работе [6] были получены хорошие результаты на наборе из 150 изображений, полученных из базы данных FERET. На основе вышесказанного можно отметить, что хотя анализ изображений, представленных комбинацией главных компонент, и является относительно быстрым, при его работе с большими базами данных появляются проблемы с точностью.

Вычисление главных компонент для большого числа изображений представляет существенные трудности. Это связано с тем, что матрица изображений (ковариационная матрица) может иметь большой ранг а существующие методы нахождения собственных векторов в этом случае оказываются малоэффективными. Решение данной проблемы обычно сводится к тому, что обработка всех изображений заменяются анализом лишь небольшого их числа (обучающей выборки). При этом в качестве главных компонент используется набор собственных векторов, полученный на основе обучающей выборки. Однако, учитывая тот факт, что выбранное изображение сначала раскладывалось по главным компонентам, а затем по ним производился поиск, ошибка распознавания прямо зависит от погрешности разложения как выбранного, так и хранящихся в базе изображений. На основе вышесказанного можно отметить, что хотя алгоритмы распознавания изображений является относительно быстрым и практичным, но при его работе с большими базами данных могут появиться проблемы с качеством распознавания. Поэтому остается актуальной задача построения алгоритмов в которых в обучающую выборку включают все изображения, что требует в свою очередь наличие эффективных методов вычисления собственных значений и векторов для матриц большого порядка.

Среди методов решения проблемы собственных значений можно выделить следующие группы методов: итерационные и преобразования подобия [5]. Методы преобразований подобия применяется с целью получить из исходной матрицы новую с теми же собственными значениями, но более простого вида. Наиболее известными являются методы Якоби, Гивенса, Хаусхолдера, конденсации. Метод Хаусхолдера позволяет получить требуемый результат быстрее, чем метод Гивенса, так как связан с выполнением меньшего числа, хотя и более сложных преобразований. Методы конденсации используют понижение порядка матриц, что позволяет быстро находить собственные значений лежащие в заданном диапазоне [8,9]. Среди итерационных методов эффективным средством определения небольшого числа наибольших собственные значения является степенной метод или метод прямых итераций. Однако, на быстроту сходимости решения влияет отношение величины искомого собственного значения к ближайшему собственному значению. Если это отношение близко к единице, то сходимость оказывается медленной. Также скорость сходимости итерационного процесса зависит от того насколько удачно выбран начальный вектор.

В данном работе рассматривается новый метод нахождения собственных векторов больших матриц, базирующийся на решении задачи собственных значений по частям. Предлагаются разбивать матрицу отцентрированных изображений на подматрицы, каждая из которых имеет небольшой ранг. Это позволяет быстро находить частные решения. Полное решение получается путем синтеза частных решений.

2. Анализ изображения методом главных компонент

Пуст имеется набор образов, каждый из которых описывается вектором x_i, где i – номер образа (i = 1, 2, 3,..., m). Размерность вектора x_i равняется числу пикселей образа (n). Таким образом, все образы можно представить в виде матрицы X,

строками которого являются векторы x_i . Размерность пространства образов определяется произведением n x m . Основная проблема анализа такого пространства заключается в его высокой размерности для реальных задач. Например, для набора из 10 000 черно-белых образов, каждый из которых 100 x 100 пикселей, размерность пространства равна 10 000 x 10000.

Пространство образов центрируется относительно среднеарифметического вектора, который вычисляется по формуле:

$$\bar{x} = \frac{1}{M}\sum_{i}^{M} x_i \qquad (1)$$

При этом приходим к новому пространству векторов X^0 , строками которого являются векторы

$$x_i^0 = x_i - \bar{x}.$$

Основная формулировка метода главных компонент предполагает вычисление ковариационной матрицы $A = \frac{1}{m} X^0 (X^0)^T$ и нахождение собственных значений и собственных векторов уравнения

$$(A - \lambda I)\, v_0 = 0 \qquad (2)$$

где I — единичная матрица, v_{0i} — собственный вектор, λ_i – собственное значение, индекс «T» означает транспонирование матрицы. Матрица A имеет порядок n x n. Матрица собственных векторов формируется из r собственных векторов, которым соответствуют наибольшие собственные значения

$$V = \left[v_{01}\, v_{02} \ldots v_{0r} \right] \qquad (3)$$

В связи с тем, что порядок матрицы A имеет высокий порядок, его решение представляет существенные трудности. Поэтому, как правило, используется дуальная формулировка метода главных компонент, в соответствии с которой вычисляется матрица Грамма $A^* = \frac{1}{m}(X^0)^T X^0$. Матрица A^* имеет порядок m x m, при этом m существенно меньше n. Для вычисления главных компонент необходимо найти собственные значения и соответствующие им собственные векторы матричного уравнения

$$(A^* - \lambda I)\, u_0 = 0 \qquad (4)$$

где u_{0i} – собственный вектор, λ_i – собственное значение. Следует отметить, что собственные значения уравнений (2) и (4) совпадают. После сортировки собственных значений формируется матрица собственных векторов, которым соответствуют r первых наибольших собственных значения.

$$U = \left[u_{01}\, u_{02} \ldots u_{0r} \right] \qquad (5)$$

Известно, что матрицу X^0 можно представить в виде сингулярного разложения

$$X^0 = U\, T\, V^T \qquad (6)$$

где V – матрица собственных векторов уравнения (2), столбцы которой ортонормированны, т.е. $V^T V = I$;

U – матрица собственных векторов уравнения (4) с ортонормированными столбцами; т.е. $U^T U = I$;

T – диагональная матрица порядка r x r , диагональные элементы которой $\eta_1, \eta_2, \ldots, \eta_r$ называются сингулярными числами матрицы X^0. Здесь r – ранг матрицы X^0. Чаще всего r x m, но приводимый ниже результат охватывает общий случай, он справедлив и при условии $r < m$. Собственные значения матрицы X^0 связаны с собственными значениями матрицы A соотношением

$$\eta_i = (m\lambda_i)^{1/2} .$$

Вычисляем матрицу собственных векторов V. Для этого выражение (6) умножим справа на транспонированную матрицу U и матрицу T^{-1}. Далее используя свойство ортогональности матрицы U получим

$$V^T = T^{n-1} U^T X^0 \qquad (7)$$

Каждый вектор пространства X^0 теперь может быть представлен в редуцированном пространстве, т.е.

$$x_i^0 = V z_i \qquad (8)$$

где z_i – вектора главных факторов образа x_i^0 в новом редуцированном пространстве состояний. Векторы z_i образуют матрицу Z , которая может быть вычислена по следующей формуле

$$Z = X^0 V \qquad (9)$$

где Z – матрица главных факторов пространства X^0 .

3. Метод синтеза главных компонент

Пусть ставится задача найти l наибольших собственных значений и соответствующих им собственных векторов уравнения (2). Полагается что $l < m$. Для решения этой задачи предлагается матрицу X^0 представить в виде набора подматриц, каждая из которых имеет ранг $s << m$. Таким образом

$$X^0 = \begin{vmatrix} X_1^0 \\ X_2^0 \\ \vdots \\ X_p^0 \end{vmatrix} \qquad (10)$$

Для каждой из подматриц вычисляем ковариационную матрицу $A_{ii}^* = 1/m (X_i^0)^T X_i^0$. Далее вычисляем собственные значения и собственные векторы матричного уравнения

$$(A_{ii}^* - \lambda I) u_i = 0 \qquad (11)$$

где u_i — собственный вектор. Формируется матрица из собственных векторов, которым соответствуют l первых наибольших собственных значений.

$$U_i = \left[u_{i1} u_{i2} \dots u_{il} \right] \qquad (12)$$

Далее выполняется процедура синтез главных компонент. Она может выполняться в одношаговом и многошаговом варианте. Ниже представлена одношаговая процедура синтеза главных компонент.

Вычисляем матрицу собственных векторов V_i

$$V_i^T = T_i^{n-1} U_i^T X_i^0 \qquad (13)$$

Формируется матрица $V^* = \left[V_1 V_2 \dots V_p \right]$. Затем вычисляется приведенная матрица $A_r = V^{*T} A V^*$ и определяются собственные значения и собственные векторы уравнения

$$(A_r - \lambda I_r) q_r = 0 \qquad (14)$$

Получается матрица синтезированных главных компонент

$$V = V^* Q_r \qquad (15)$$

4. Численные исследования точности и быстродействия метода

Важным критерием любого численного метода является точность получаемых с его помощью результатов. Исследование точности продемонстрировано на тестовой выборке 100 изображений из международной базы данных по распознаванию лиц FERET. На сегодняшний день FERET является самой крупной базой данных (более 3000 изображений), содержащей высококачественные, полноцветные фотографии лиц. Точность метода исследуется для задачи нахождения первых восьми собственных значений и собственных векторов. Рассматривается четыре варианта синтеза главных компонент, отличающихся друг от друга количеством собственных векторов частных решений. В первом варианте вычисляются собственные векторы, сумма собственных значений которых составляет 75% суммы всех собственных значений, во втором варианте — 85%, в третьем варианте — 90%, в четвертом варианте — 95%. В качестве эталонного решения используется собственные значения и собственные векторы, полученные методом Хаусхолдера.

Погрешность собственных значений, вычисленных методом синтеза, вычисляется по формуле

$$\varepsilon_i = |\lambda_i^* - \lambda_i| / \lambda_i,$$

где λ_i^* — собственные значения, вычисленные методом синтеза, λ_i — собственные значения, полученные методом Хаусхолдера [3]. В табл. 1 представлена погрешность восьми наибольших собственных значений, вычисленных для четырех вариантов синтеза главных компонент. Как видно из таблицы, чем больше собственных векторов частных решений используется в процедуре синтеза, тем выше точность решения.

Таблица 1.

Погрешность собственных значений (%)

Вариант	Номер собственного значения							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.013	0.073	1.273	7.943	7.711	12.86	16.72	15.75
2	0.005	0.013	0.261	0.609	1.163	1.648	2.17	4.407
3	0.004	0.010	0.132	0.281	0.566	1.145	0.897	2.442
4	0.002	0.002	0.018	0.076	0.299	0.099	0.243	0.825

В среднем погрешность составляет менее 1%, что является хорошим показателем точности метода. На *рис. 1* наглядно представлена погрешность собственных значений для первого варианта.

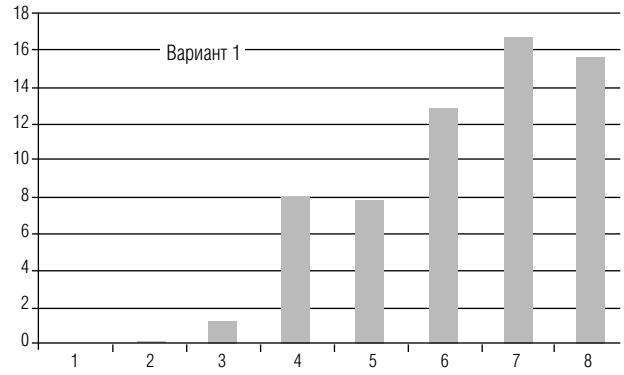

Рис. 1. Погрешность собственных значений.

Быстрота исполнения является одним из традиционных критериев сравнения двух методов, каждый из которых надежен. Анализ быстродействия метода чаще всего осуществляется путем сравнения времени решения конкретных задач, полученного различными методами.

На *рис. 2* представлены результаты быстродействия степенного метода и метода синтеза (анализ быстродействия был проведён для ковариационных матриц размерностью 9216 x 9216).

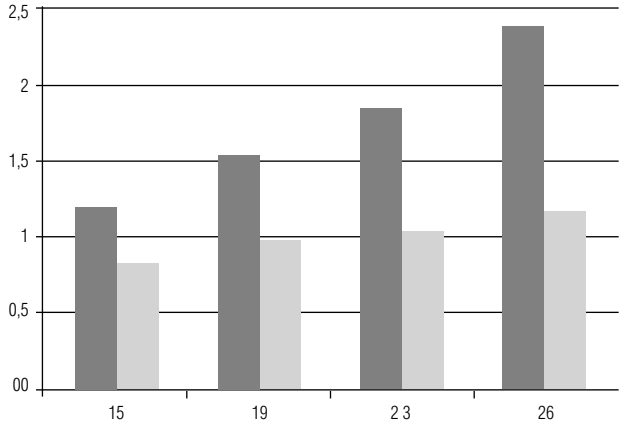

Рис. 2. Время решения задачи собственных значений.

Как видно из *рис. 2* время решения степенным методом в среднем в 1,5 — 2 раза больше времени вычисления методом синтеза.

5. Заключение

Рассмотрена проблема распознавания изображений лиц на базе метода главных компонент, в которой выделена ключевая задача вычисления главных компонент для матриц содержащих большое число изображений. Предложен новый метод нахождения главных компонент, базирующийся на делении исходной задачи на части, получение частных решений и синтезе полного решения. Разработана программная система, предназначенная для анализа изображений. Исследована точность получаемых решений методом синтеза. Показано, что метод позволяет получать решения с хорошей точностью за сравнительно небольшое время. Сопоставление времени вычислений собственных значений с трудоемкостью получения решения степенным методом показывает высокое быстродействие метода. Достоинство метода синтеза главных компонент также связано с тем, что он позволяет распараллелировать вычисления. ■

Литература

1. Кухарев Г.А. Биометрические системы: Методы и средства идентификации личности человека. // СПб.: Политехника. – 2001. – 240 с.
2. Zhao W., Chellappa R., Rosenfeld A. and Phillips P.J. Face recognition: a literature survey// National Institute of Standards and Technology, Technical Report #7478. – USA – 2001. P. 66.
3. Ту Дж., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов. // М.: Мир.–1978 – 411 с.
4. Turk M. and Pentland A. Eigenfaces for recognition// Journal of Cognitive Neuroscience. 1991. № 3. P. 71-86.
5. Pentland A., Moghaddam B. and Starner T. View-based and modular eigenspaces for face recognition// M.I.T. Media Laboratory, Perceptual Computing Section, Technical Report # 245. 1994. P. 84-91.
6. Moghaddam B. and Pentland A. Face recognition using view based and modular eigenspaces// Automatic Systems for the identification and inspection of humans. SPIE. 1994. Vol. 2257. P.1868–1876.
7. Парлетт В. Симметричная проблема собственных значений. // Численные методы. М.: Мир.–1983.–384 с.
8. Мокеев В.В. (1992): О задачах нахождения собственных значений и векторов больших матричных систем // Журнал вычислит. математики и мат. физики. Т. 32. № 10.
9. Мокеев В.В. О решении большой проблемы собственных значений при использовании метода главных компонент в задачах экономического анализа и прогнозирования. //Известия Челябинского научного центра. Выпуск 3 (24), 2004 – С. 135–139.

✦

INFORMATIONAL CAPACITY OF COMPANY

V. Abrosimov, S. Kanev

Annotation

The new concept of «informational capacity of the company» as criterion of its information assets efficiency is entered into consideration. Possible approaches to estimation of indicators of such criterion are analysed. The method of company information capacity estimation is developed and recommendations about its use in in modern are offered.

Key words: competitiveness, information assets, business efficiency.

✦

INTANGIBLE ADVANTAGES OF ANALYTICAL INFORMATION SYSTEMS: THE MYTH OR THE REALITY?

E. Seredenko

Annotation

This article contains the summary of analytical information systems evaluation approaches and the analysis of tangible and intangible benefits of them. It stresses the impossibility of adequate measurement of significant part of benefits. In the final part there are some conclusions which may be used as a basis for practical models development for the task of analytical information systems business value numerical evaluation.

Key words: formation system, business intelligence, intangibles, business value.

✦

ADAPTIVE CONTROL AXE: «INFORMATION SYSTEM – ORGANIZATIONAL STRUCTURES OF QUEUEING»

A. Shabanov

Annotation

Are examined basic condition, methods and models, the technological and technical solutions, intended for the adaptive control of the information systems of organizational structures of queueing at the stages of design and operation of the information system. The organizational structures are the field of application of methodology, at the basis of activity of which is the assignment of the repetitive services to their users.

Key words: information system, organizational structure, queueing, adaptive management, design, operation.

✦

ANALYSIS OF APPROACHES TO FORMAL SPECIFICATION OF CORPORATE SECURITY RULES ON THE ONTOLOGY BASIS

O. Kozyrev, N. Klimova, M. Litvintseva

Annotation

There article proposes a new method of business-processes verification based on relational logic and MIT Alloy Analyzer. The method proposed allows for testing conformance with corporate information security rules. For analysis purposes the interrelated structure of ontologies is defined on three layers and correspondent logical micro-theory is proposed. The approach is illustrated using real business-process of industrial company.

Key words: information security rules, relational logic, operational control, organizational control, SOA, ontology.

✦

BALANCE SCORE CARD USE IN CORPORATE INFORMATION TECHNOLOGY MANAGEMENT

A. Gromov

Annotation

Article is devoted to practice of BSC use for realization both corporate strategic goals and strategy implementation for IT departments, which are hardly judged by traditional financial monitoring. Author used own consulting experience and intermediate results of scientific research carried in a frame of State University HSE.

Key words: KPI-BSC, enterprise architecture, value added chain, function tree, strategic management

✦

DEVELOPMENT OF CRITICAL ANALYSIS METHOD FOR EVALUATION OF MODELING LANGUAGES

E. Babkin, V. Kniazkin, M. Shitkova

Annotation

The research reported upon in this paper aims at making a critical analysis method for evaluation of modeling languages used in modern business modeling techniques. That method was developed in according to public sector applicability. In the course of method developing we determine a representative set of modeling methodologies and a compliant set of criteria, which are more important in modeling and engineering the public organizations.

Key words: business process, administrative modeling, general and domain specific modeling languages, public administration, e-government.

✦

USING JAVABEANS COMPONENTS IN 3D-MODELING

E. Grinkrug

Annotation

The paper presents JavaBeans component model usage as the base for implementing 3D-modeling and visualization software. 3D-objects moleling is organized by means of JavaBeans components set that corresponds to a subset of base object types found in standard 3D-modeling languages with addition of some component types that enhance capabilities of the 3D-modeling languages. The practical result is represented by lightweight JavaBeans components library (pure 100% java) used to build Java-applets and application.

Key words: JavaBeans, VRML, 3D applet.

✦

CLASSIFICATION OF GRAPHIC ELEMENTS APPEARING IN HIEROGLYPHIC DOCUMENTS

K. Statsenko, D. Deryagin, A. Myakutin

Annotation

Analyzing document structures is a part of the optical character recognition (OCR) process. When performing such analysis, it is necessary to define types of areas found in the image. In this article, the type-defining problem is viewed in the context of hieroglyphic documents, and a method to solve the problem suggested. The method's testing findings are also presented.

Key words: classification, document structure analysis, optical character recognition, OCR.

✦

ON ACCURACY AND PERFOMANCE PRINCIPAL COMPONENT SYNTHESIS METHOD

A. Mokeev

Annotation

In paper a problem of image processing by principal component analysis is considered. New method of – principal components computation, so called method principal component synthesis is proposed. Main idea of new method is to process the image set by parts. The complete solution is obtained by synthesis of partial solutions. Accuracy and performance of the method is demonstrated by the example of image processing from the FERET database.

Key words: image processing, principal component analysis, efficiency, principal component synthesis.

ЖУРНАЛ «БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКА» ОСУЩЕСТВЛЯЕТ РАЗМЕЩЕНИЕ РЕКЛАМНЫХ И РЕКЛАМНО-ИНФОРМАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Расценки:

Обложка: 2, 3, 4 страница обложки, полноцветная печать, полоса 210×290 мм (А4) – 40 тыс. руб.

Текстовый блок, чёрно-белая печать:
- ✦ полоса – 20 тыс. руб.;
- ✦ 1/2 полосы – 15 тыс. руб.;
- ✦ 1/4 полосы – 10 тыс. руб.;
- ✦ меньший объём – 7 тыс. руб.

Вставка (4 полосы, полноцветная печать – 60 тыс. руб.).

Рекламно-информационный блок (8 полос, полноцветная печать) – 80 тыс. руб.
Рекламно-информационный блок (16 полос, полноцветная печать) – 90 тыс. руб.

Корпоративный специальный выпуск – по договоренности.

Материалы принимаются с учётом следующих параметров:
- ✦ дообрезной формат – 215×300 мм;
- ✦ обрезной формат – 210×290 мм;
- ✦ поле набора полосной рекламы – 190×270 мм – с отступом от границ обрезного формата по 10 мм с каждой стороны;
- ✦ файл TIF, EPS, PDF – разрешение не менее 300 dpi.

Тематичекие рубрики журнала «БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКА»

№	Специальность номенклатуры	Рубрика
1	05.13.10	Математические модели социальных и экономических систем
2	05.13.11	Программная инженерия
3	05.13.17	Анализ данных и интеллектуальные системы
4	05.13.18	Математические методы и алгоритмы решения задач бизнес-информатики
5	05.13.18	Моделирование и анализ бизнес-процессов
6	05.25.05	Информационные системы и технологии в бизнесе
7	05.25.05, 05.13.11	Электронный бизнес
8	05.25.05, 05.13.17	Интернет-технологии
Дополнительные рубрики вне номенклатуры		
9		Тематические обзоры
10		Правовые вопросы бизнес-информатики
11		Стандартизация, сертификация, качество, инновации
12		Дискуссионный клуб / Опыт бизнеса

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Редакция просит авторов при оформлении статей и тематических обзоров придерживаться следующих правил и рекомендаций:

1. Предоставляемый авторами материал должен соответствовать рекомендуемой структуре статей журнала.

2. Статья направляется в редакцию в электронном виде (в формате MS WORD версия 2003) и в виде бумажной копии, распечатанной на одной стороне листов А4. Первая страница оригинала подписывается всеми авторами статьи.

3. Ориентировочный объём статьи, предлагаемой к публикации, – 20–25 тыс. знаков (с пробелами) или 30–35 тыс. знаков – для обзорных статей по направлениям.

4. Кегль набора – 12 пунктов с полуторным интервалом. Нумерация страниц – вверху по центру. Поля: левое – 2,5 см, верхнее, нижнее и правое – по 1,5 см.

5. При наборе выключных и строчных формул должен быть использован редактор формул MS Equation. В формульных и символических записях греческие (русские) символы, а также математические функции записываются прямыми шрифтами, переменные аргументы функций в виде английских (латинских) букв записываются наклонным начертанием (курсивом), например, «cos *a*», «sin *b*», «min», «max».

6. Формулы, таблицы и сноски (не концевые) оформляются стандартными средствами редактора MS WORD. Нумерация формул, рисунков и таблиц – сквозная, по желанию авторов допускается двойная нумерация формул с указанием структурного номера раздела статьи и – через точку – номера формулы в разделе.

7. Рисунки (графики, диаграммы и т.п.) оформляются средствами Word, Excel, Illustrator. Ссылки на рисунки в тексте обязательны и должны предшествовать позиции размещения рисунка. Допускается использование графического векторного файла в формате wmf/emf или cdr v.10. Фотографические материалы предоставляются в формате TIF или JPEG с разрешением не менее 300 dpi.

8. Библиографический список составляется в соответствии с требованиями ГОСТ. Нумерация библиографических источников – в порядке цитирования. Ссылки на иностранную литературу – на языке оригинала без сокращений.

Структура статей строится по правилам, рекомендованным журналом «Бизнес-информатика».

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Журнал «БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКА» Рекомендуемая структура статей

Журнал публикует исследовательские научные статьи, размещаемые в рубриках журнала, тематические обзоры, отражающие современное состояние проблем в области бизнес-информатики и сообщения, размещаемые в рубриках «Дискуссионный клуб» и «Опыт бизнеса».

Титульный лист рукописи начинается с указания Ф.И.О. авторов публикации с обязательным указанием учёной степени, учёного звания, должности, основного места работы и e-mail. Титульный лист должен быть подписан всеми авторами статьи.

I. Исследовательские научные статьи (для размещения в тематических рубриках)

Редколлегия рекомендует авторам после названия статьи приводить ***аннотацию***, в которой излагается краткое содержание статьи, её основные результаты и область применения. Авторам рекомендуется структурировать статью, выделяя***введение***, содержащее описание проблемы или задачи, обзор существующих подходов или методов решения, их недостатки, и основную цель статьи; ***постановку задачи***, включающую допущения и ограничения; ***содержательную часть*** статьи, в которой предлагаемые решения должны быть аргументированы и сравниваться с существующими подходами или решениями; ***заключение***, содержащее краткое изложение новых результатов, полученныхв статье и область их применения; ***библиографический список***, оформленный в соответствии с ГОСТ. Текст статьи должен содержать нумерованные ссылки на все указанные библиографические источники. Структурирование статьи и нумерация её разделов проводится по усмотрению авторов.

Возможный вариант структуры статьи:

- ✦ Ф.И.О;
- ✦ учёная степень, учёное звание, должность, основное место работы, e-mail;
- ✦ название статьи.
- ✦ аннотация;
- ✦ 1. Введение.
- ✦ 2. Постановка задачи.
- ✦ 3. Основная содержательная часть статьи.
- ✦ 4. Экспериментальные результаты (опционально).
- ✦ 5. Заключение.
- ✦ 6. Библиографический список.

II. Тематические обзоры по направлениям

Редколлегия рекомендует авторам структурировать обзор, выделяя аннотацию, содержащую тематику, краткое содержание обзора и область применения;***введение***, в котором даётся краткий исторический обзор тематики;***содержательную часть*** обзора с критическим анализом существующих направлений;***заключение***, в котором отражаются перспективы развития в рамках обозреваемой тематики и наиболее интересные направления с точки зрения научных и практических разработок и методов; ***библиографический список***, оформленный в соответствии с ГОСТ.

Текст обзора должен содержать нумерованные ссылки на все указанные библиографические источники. Структурирование обзора и нумерация его разделов проводится по усмотрению авторов.

Возможный вариант структуры обзора:

- ✦ Ф.И.О;
- ✦ учёная степень, учёное звание, должность, основное место работы, e-mail;
- ✦ название обзора;
- ✦ аннотация;
- ✦ 1. Введение.
- ✦ 2. Основная содержательная часть обзора.
- ✦ 3. Заключение.
- ✦ 4. Библиографический список.

Редколлегия журнала проводит обязательное рецензирование рукописей. Статья принимается к публикации только после получения положительного заключения рецензента и одобрения на заседании редакционной коллегии журнала.