

П Р И К Л А Д Н А Я

# ИНФОРМАТИК@

научно-практический  
журнал

№ 2 (50) 2014

ISSN 1993-8314



СИНЕРГИЯ ПРИНТ

п р и к л а г н а я

# ИНФОРМАТИК@

научно-практический журнал

№ 2(50) 2014

Март-апрель

ISSN 1993-8314

Московский финансово-промышленный университет «Синергия»

С 19 февраля 2010 года журнал включен в Перечень ведущих периодических изданий, рекомендованных ВАК для публикации результатов диссертационных исследований.

## Уважаемые коллеги!

От имени Редакционного совета поздравляю вас с выпуском юбилейного, 50-го номера журнала, который уже девятый год издается при активной поддержке нашей авторской аудитории, представляющей вниманию читателей актуальные материалы по вопросам разработки и использования современных компьютерных технологий в различных предметных областях.

Подготовка юбилейного выпуска ознаменовалась знаковым событием в научной среде — в подмосковном наукограде Дубна была принята резолюция XVI конференции «Наука. Философия. Религия», цель которой состояла в рассмотрении новых возможностей, а также вызовов, проблем и угроз, возникающих перед человечеством в связи с возрастанием роли информации, знаний, а также информационных и коммуникативных технологий в жизни современного общества. Текст резолюции опубликован в нашей дискуссионной рубрике «Точка зрения».

В резолюции, в частности, отмечается, что процесс интенсивного развития средств ИКТ имеет амбивалентный характер — приносимые ими польза и удобства сочетаются с существенными рисками, которые необходимо учитывать при внедрении средств ИТ-поддержки в различных сферах жизнедеятельности. В связи с этим следует особо отметить материалы данного выпуска, включенные в разделы «ИТ-бизнес», «ИТ-менеджмент» и «Методология науки», посвященные концептуальным подходам к разработке и внедрению инструментария программной поддержки. Остальные публикации нашего юбилейного номера посвящены вопросам алгоритмизации и математического обеспечения, лежащих в основе построения современных систем компьютерного моделирования.

**Главный редактор**  
**А. А. Емельянов**

**IT-бизнес**

*Информационные системы бизнеса*

**А. И. Волков**

Методологические и программно-технологические аспекты внедрения процессного управления в ИТ-компании ..... 6

**О. А. Жданович, В. Ф. Корнюшко, И. С. Иванчук, А. В. Костров**

Степень готовности системы управления бизнес-процессами к внедрению информационных технологий (методика оценки) ..... 14

**IT-менеджмент**

*Управление эффективностью*

**В. В. Артюхин, Ю. К. Чясновичус**

Планирование аналитического исследования при помощи методов анализа качественных данных ..... 23

*Управление проектами*

**А. Г. Михеев**

Применение процессного подхода к управлению финансовыми ресурсами кредитной организации ..... 49

**Инструментальные средства**

*Эффективные алгоритмы*

**Е. Р. Мошев, М. А. Ромашкин**

Модели и алгоритмы расчета устройств для гашения пульсаций газообразной среды в трубопроводных системах ..... 56

*Модели и методики*

**И. О. Атовмян, Е. Ф. Березкин, С. С. Ковалевский, В. Б. Шувалов**

Оптимизация тестирования сложных цифровых устройств ..... 76

**В. А. Дударев, О. А. Филоретова, Г. В. Брыкина**

Методы распознавания образов в компьютерном конструировании неорганических соединений .... 82

**Simulation**

*Акторное моделирование*

**А. А. Емельянов, Н. З. Емельянова**

Выявление принадлежности точек к объектам территорий в имитационных моделях Actor Pilgrim ..... 88

*Теория и практика*

**М. В. Федотов, В. В. Девятков, М. А. Долматов, В. А. Коренько, А. М. Плотников**

Применение системы GPSS World при проектировании и модернизации судосборочных комплексов в составе современных судостроительных верфей ..... 103

**Лаборатория**

*Системы поддержки принятия решений*

**Е. Д. Стрельцова, И. В. Богомягова, В. С. Стрельцов**

Управление бюджетом на основе нечеткой алгебры ..... 109

**В преподавательский портфель**

*Экономико-математические модели*

**Е. Попова**

Социальная модель как детерминант человеческого капитала ..... 115

**Точка зрения**

*Методология науки*

**Л. С. Болотова, А. Н. Данчул, А. П. Новиков, А. А. Никишина**

Организация многонаправленности иерархического подъема (спуска) и локация по структуре неоднородных знаний (часть 2) ..... 124

*Информационно-коммуникационные технологии*

*Пресс-релиз*

Резолюция XVI конференции «Наука. Философия. Религия» ..... 138

Правила оформления рукописей ..... 141

**IT business**

*Business information systems*

**A. Volkov**

Methodological and program-technological aspects of the implementation of process management in the IT company .....6

**O. Zhdanovich, V. Korniyushko, I. Ivanchuk, A. Kostrov**

The estimate methodics of business process management system readiness level to information technology introduction .....14

**IT management**

*Performance management*

**V. Artukhin, J. Chiasnavichius**

Application of qualitative data analysis methods for analytical research planning, specification of its goals and tasks .....23

*Project management*

**A. Mikheev**

Process approach application to financial institution management of financial resources .....49

**Tools**

*Algorithmic efficiency*

**E. Moshev, M. Romashkin**

Models and algorithms of calculation of devices for damping pulsations of gaseous medium in pipeline systems .....56

*Models and methods*

**I. Atovmyan, E. Berezkin, S. Kovalevskiy, V. Shuvalov**

Building optimal test sets for checking complex digital devices .....76

**V. Dudarev, O. Filoretova, G. Brykina,**

Pattern recognition methods usage to computer-aided design of inorganic compounds...82

**Simulation**

*Actor modeling*

**A. Emelyanov, N. Emelyanova**

Identify points to belong to objects in simulations territories by means of Actor Pilgrim .....88

*Theory and practice*

**M. Fedotov, V. Deviatkov, M. Dolmatov, V. Koren'ko, A. Plotnikov**

Application of GPSS World simulation system at designing ship-assembly complexes in structure of modern ship-building shipyards .....103

**Laboratory**

*Decision support systems*

**E. Streltsova, I. Bogomyagcova, V. Streltsov,**

Budget management based on fuzzy algebra .....109

**Teacher's portfolio**

*Mathematical models in economy*

**Ye. Popova**

Social model type as a determinant of human capital .....115

**Point of view**

*Methodology of science*

**L. Bolotova, A. Danchul, A. Novikov, A. Nikishina**

The organization of the multiorientation of hierarchical lifting (descent) and location on structure of non-uniform knowledge (part 2) .....124

*Information and communications technology*

**Press-release**

Resolution of XVI conference «Science. Philosophy. Religion» .....138

Guidelines for authors .....141

*А. И. Волков, заместитель генерального директора ЗАО «РДТЕХ», г. Москва,  
Anatoli.Volkov@rdtex.ru*

# Методологические и программно-технологические аспекты внедрения процессного управления в ИТ-компании

В работе рассмотрены методологические, технологические и организационные аспекты внедрения процессного управления в ИТ-компании. Показано, что при использовании процессного подхода важную роль играет моделирование бизнес-процессов. Сформулированы цели моделирования бизнес-процессов, требования к технологии моделирования и рассмотрены различные средства описания бизнес-процессов. Проведен анализ достоинств и недостатков имеющихся средств моделирования бизнес-процессов. Рассмотрены конкретные примеры внутренних процессов ИТ-компаний и сквозные процессы, которые «сшивают» деятельность отдельных процессов. Проиллюстрировано, как их оптимизация улучшает общую эффективность компании. Внесено предложение по развитию компании РДТЕХ на основе процессного подхода и сделан вывод, что применение процессного подхода позволяет сформировать новые эффективные механизмы управления, повысить управляемость компании, сократить издержки. В заключении сформулированы преимущества процессного подхода.

**Ключевые слова:** процессное управление, моделирование бизнес-процессов, средства описания бизнес-процессов, открытые данные, SADT, IDEF0, ARIS, Oracle, UML.

## Введение

Одна из основных тенденций в совершенствовании управления современными компаниями — внедрение процессного подхода [1, 2].

При использовании процессного подхода вертикальная структура управления компанией дополняется моделью. Такая модель имеет самостоятельное и важное значение для организации управления компанией, а также для процессов использования имеющихся средств автоматизации, объединяемых общей логикой работы. При этом непосредственное управление заменяется настройкой механизма выполнения процессов и контролем над метриками, характеризующими выполнение процессов. Это позволяет получить дополнительный положительный эффект в работе компании [3, 4].

## Цели моделирования бизнес-процессов

В качестве основных целей моделирования бизнес-процессов компании можно выделить следующие.

1. Предсказуемость и повторяемость всех аспектов работы компании.
2. Повышение управляемости в процессе работы компании.
3. Рационализация структуры управления и применения средств автоматизации компании.
4. Поступательное развитие компании — измеримость существенных параметров работы и возможность регулярной оценки позволяет оптимизировать работу компании.
5. Структурирование деятельности сотрудников и наличие числовой оценки для каждого процесса позволяет в процессе

реализации стратегии компании задавать новое направление развития, вовремя остановиться или свернуть в нужную сторону.

6. Тиражирование удачных практик взаимосвязанной деятельности сотрудников позволяет существенно повысить эффективность совместной работы. В интеллектуальной сфере апробированная, повторно выполняемая деятельность более предсказуема и требует меньших затрат.

Особенностью деятельности ИТ-компании является «виртуальность» и сложность продуктов и услуг. Как правило, продукты работы ИТ-компании — это инструменты для работы с информацией и сама информация в требуемой форме. Они имеют нематериальный характер, созданы для решения различных практических задач человека.

Изменчивость рынка требует быстрой адаптации к меняющимся условиям, поскольку появляются новые технологии и области их применения.

«Нематериальность» современных ИТ, быстрое совершенствование технических средств и коммуникаций, массовое тиражирование программно-технических платформ обеспечивают их быстрое развитие. ИТ-компания должна хорошо чувствовать состояние рынка и не отставать от конкурентов.

Существует проблема формирования компетенций, необходимых для освоения новых направлений деятельности и поддержания достигнутых компетенций на нужном уровне. Нужно накапливать знания компании в целом и ее сотрудников в форме, наиболее удобной для использования.

Компания должна формировать собственное «лицо», собственный позитивный имидж на рынке. Она должна быть известна как надежный и компетентный участник рынка, иметь позитивный и убедительный бэкграунд. Специализация ИТ-компании предполагает создание собственного портфеля востребованных рынком продуктов и услуг, выработку и тиражирование уникальных предложений.

В ИТ-компаниях, как правило, существуют сложности в управлении процессом продаж

и разработки услуг, что выражается в недостаточно ритмичной загрузке «производства» ИТ-компаний, необходимости оптимизации рабочего времени специалистов.

Наличие заказов на ИТ-рынке зависит от различных факторов, усложняющих планирование цикла продаж и производства. Например, существенная часть заказов формируется вследствие участия в тендерных процедурах, результаты которых не вполне предсказуемы.

Использование процессного подхода повышает уровень понимания перечисленных особенностей работы ИТ-компании и позволяет обеспечить более высокое качество управления, а следовательно, и рыночные преимущества для нее.

### Требования к технологии моделирования бизнес-процессов

Технология процессного управления часто используется и внутри ИТ-компаний для собственных целей и предлагается Заказчикам как один из ее продуктов. Рассмотрим требования к технологии моделирования бизнес-процессов (далее БП).

Применяемая технология должна предоставлять возможность полно и наглядно отражать БП. База данных объектов, используемых в моделировании, репозиторий системы должны обеспечивать наличие классификаторов для всех типов объектов в целях их развития и своевременной модернизации.

Каждая позиция классификатора должна быть подробно описана, чтобы однозначно восприниматься сотрудниками. Обычно репозиторий включает в себя и позволяет наглядно отображать на соответствующих диаграммах следующие основные классификаторы:

- организационная структура компании;
- должности и роли сотрудников;
- документы, используемые в компании;
- продукты и услуги компании и их структурированное описание.

Важным требованием к технологии моделирования является удобство ее воспри-

Традиционно технологии бизнес-моделирования развивались как средства, обеспечивающие единство языка, взаимодействия сотрудников, позволяющие понять, как функционирует предприятие в целом, и при необходимости детализировать интересующие бизнес-процессы до операционного уровня, подготовить регламенты работы предприятия, корпоративные стандарты.

Кроме того, унифицированные средства бизнес-моделирования позволяют предприятиям обмениваться опытом и воспринимать опыт использования типовых бизнес-решений, предлагаемый на рынке.

Дополнительный эффект от процесса моделирования БП ИТ-компания может быть получен при формировании репозитория объектов, используемых в процессе бизнес-моделирования. Такими объектами являются роли и должности сотрудников предприятия, справочник подразделений, используемые на предприятии документы и их подробные описания. Рассмотренные средства бизнес-моделирования в различной степени включают в себя функциональность репозитория объектов моделирования.

Программные средства позволяют осуществлять автоматизацию получения и ведения регламентирующих и нормативных документов.

С их помощью на основе модели процессов компании и преднастроенных шаблонов возможно получение различных документов, требуемых в процессе работы компании и ее сертификации на соответствие требованиям стандартов качества: регламентов выполнения работ, должностных инструкций, организационной структуры, ответственности подразделений и другие. Данные бизнес-моделирования используются также для решения задач автоматизации при внедрении процессного управления.

Технологии бизнес-моделирования также встраиваются непосредственно в программные системы, решающие специализированные прикладные задачи по управ-

лению предприятиями [13]: ERP, CRM, CAD/CAM и др.

На основе моделирования процессов осуществляется настройка и кастомизация средств автоматизации, а в случае реорганизации или оптимизации работы компании используются результаты ручного и машинного реинжиниринга автоматизированной на предприятии функциональности в модель бизнес-процессов.

При создании процессной модели можно выделить внутренние и сквозные бизнес-процессы ИТ-компания. Их разработка и применение имеют свои особенности.

Внутренние процессы — те, которые выполняются внутри подразделений, а сквозные — проходят через несколько подразделений или касаются всей компании.

Наиболее интересные примеры внутренних процессов компании следующие:

- организация продаж ИТ-компания в виде виртуальных специализированных компаний;
- учет особенностей рынка по требованиям к продуктам и организации продаж;
- разработка программного обеспечения с использованием новых технологий организации разработчиков и командной работы, например Jira, Agile.

Сквозные процессы «сшивают» деятельность отдельных процессов ИТ-компания, их оптимизация существенно влияет на общую эффективность компании. Примеры таких процессов:

- стратегическое планирование;
- разработка новых продуктов и услуг;
- продажи;
- документооборот;
- жизненный цикл многих услуг — тоже сквозной БП, формирующийся из выработанных в компании типовых элементов.

Проект, например, по разработке, продвижению и внедрению услуг с точки зрения менеджмента — это также сквозной бизнес-процесс. На уровне руководителя проекта БП по его выполнению включает в себя традиционное проектное управление.

В перспективе возникнет новое направление в развитии ИТ-инфраструктуры — «Открытые данные» [14]. Вероятно, свое место в их информационном содержании займут сведения по бизнес-моделированию и удачным практикам управления.

В процессе работы на рынке у компаний в сфере высоких технологий формируются типовые бизнес-процессы. Выявление эффективных практик и их тиражирование с использованием инфраструктуры открытых данных позволит всем заинтересованным компаниям реализовать собственные конкурентные преимущества, качественным образом изменить уровень автоматизации бизнеса. Это позволит повысить эффективность деятельности как в отдельных компаниях, так и в государстве в целом за счет тиражирования удачных бизнес-практик.

### **Развитие компании РДТЕХ на основе процессного подхода**

Рассмотренные выше основные положения процессного подхода легли в основу реорганизации компании РДТЕХ, которая в 2013 году перешла на использование концепции виртуальных предприятий.

Ключевые подразделения компании стали отдельными «предприятиями» с собственным бюджетом — центрами финансовой ответственности (ЦФО). Единые для компании бюджетные и регламентные подразделения оказывают сервисные услуги для всех входящих в группу компаний виртуальных предприятий.

Сформирован внутренний рынок РДТЕХ, измеряемый финансовыми и другими метриками. Выполняется учет фонда рабочего времени (ФРВ) сотрудников компании.

ЦФО фактически являются самостоятельными предприятиями. Вместо функционального имеется процессное представление их деятельности. Сформирован и развивается внутренний рынок взаимных услуг среди подразделений компании.

С внедрением процессного подхода появился новый уровень оценки эффективно-

сти работы подразделений. Рассмотрим использование концепции виртуальных предприятий более подробно.

Функционирование ЦФО оценивается в соответствии с финансовыми и нефинансовыми показателями. Эти показатели охватывают весь цикл работы ЦФО: маркетинг, продажи и производство.

Финансовое взаимодействие ЦФО осуществляется по внутренним ставкам, например для услуг бухгалтерии (в частности, имеется внутренняя ставка по обслуживанию одного сотрудника). На основе финансовых показателей сформирован полностью прозрачный механизм оборота средств внутри компании: кто получает деньги и на что тратит, в какую сумму это обходится компании.

Для стимулирования в нужном направлении функциональной деятельности ЦФО используется также учет нефинансовых показателей (метрики) работы коммерческих подразделений. Эти метрики позволяют всесторонне оценивать их основную деятельность. Применительно к менеджерам по продажам это следующие показатели:

- количество встреч с заказчиками;
- активность в маркетинге (тип мероприятия);
- количество — качество — результат;
- оценка эффективности проведенных мероприятий (в частности, количество клиентов на различных этапах «воронки продаж», получившейся в результате проведения мероприятия);
- ФРВ — показатели эффективности расходования рабочего времени;
- другие показатели.

В целом возможен комплексный анализ эффективности работы ЦФО на основе имеющегося массива значений метрик. У каждого ЦФО есть свои параметры работы: бюджетные, регламентные — для взаимодействия с другими подразделениями и деятельность на своем сегменте рынка.

Накопление значений метрик для каждого ЦФО ведется с помощью имеющихся программных средств и отслеживается сервисными службами.



*О. А. Жданович, канд. техн. наук, доцент Научно-исследовательского института химических реактивов и особо чистых химических веществ, г. Москва, oajan@inbox.ru*

*В. Ф. Корнюшко, докт. техн. наук, профессор, Заслуженный деятель науки Российской Федерации, заведующий кафедрой Информационных технологий Московского государственного университета тонких химических технологий им. М. В. Ломоносова, vfk256@mail.ru*

*И. С. Иванчук, аспирант кафедры Информационных технологий Московского государственного университета тонких химических технологий им. М. В. Ломоносова, vfk256@mail.ru*

*А. В. Костров, докт. техн. наук, Заслуженный деятель науки Российской Федерации, профессор Владимирского государственного университета имени А. Г. и Н. Г. Столетовых, akostrov@rambler.ru*

## Степень готовности системы управления бизнес-процессами к внедрению информационных технологий (методика оценки)

В статье поставлена задача оценки степени готовности системы управления бизнес-процессами к информатизации. Предложено отображать вербальные описания стадий зрелости множеством частных количественных критериев, для оценки значений которых предлагается проводить многокритериальную экспертизу. На основе многокритериальной экспертной оценки предложена обобщенная методика, позволяющая в единообразной форме оценивать степень готовности элементов системы управления бизнес-процессами к информатизации.

**Ключевые слова:** бизнес-процесс, уровень развития, стадия зрелости, экспертная оценка.

### Введение

**Б**изнес-процессы (БП) как объекты управления становятся все более сложными во всех сферах профессиональной деятельности как по составу, так и функционально. Это обусловлено прежде всего усложнением выполняемых в составе БП задач, расширением их круга, повышением уровня требований к качеству их исполнения, причем число требований — критериев качества — постоянно растет. Как следствие, необходимо постоянное совершенствование процессов и систем управления (СУ), которые были бы в состоянии адекватно обеспечить высокое качество выполнения БП. В основу современных СУ положены информационные технологии (ИТ). Однако даже высокоэффективные ИТ

не гарантируют успех управления, если СУ в целом не обладает достаточной степенью готовности для того, чтобы применять высокотехнологичные средства и процессы обработки информации (ОИ) [3, 6]. В настоящей статье предлагаются подход и обобщенная методика оценки степени готовности СУ к внедрению ИТ.

### Общая характеристика условий задачи оценки

На основании оценки роли и места ИТ в обобщенной модели СУ могут быть выделены три обобщенные составляющие: организация системы управления (ОСУ), система обработки информации (СОИ) и инфраструктура информационных технологий (ИИТ) — см. рис. 1 [4]. В самом деле,

при формировании СУ основной деятельностью (ОД) как совокупностью БП в составе СУ БП сначала определяется ОСУ — организационная схема и функциональная основа управления. При этом для обеспечения функций управления создается СОИ как производственный комплекс средств ОИ; СОИ, в свою очередь, базируется на ИИТ, представляющей собой технологическую базу ОИ, т. е. СУ.

Эти составляющие могут формироваться и развиваться независимо друг от друга. Однако их автономность кажущаяся. При изменениях в БП обычно требуются изменения в СОИ, которые, как правило, приводят и к изменениям в ИИТ. С другой стороны, некоторые локальные изменения в ИИТ могут изменить процессы в СОИ и далее — в ОСУ, локальные изменения в СОИ или в ОСУ влекут за собой изменения в других составляющих. Таким образом, в триаде составляющих СУ существуют взаимные связи, и вполне автономными они не являются.

Одним из основных признаков, определяющих степень готовности СУ к использованию ИТ, т. е. к информатизации, является уровень развития, или *стадии зрелости*, ее составляющих. При этом нужно учитывать, что стадии зрелости составляющих СУ могут быть различными, и это нужно учитывать. Так, если какая-то из составляющих отстает в своем развитии от других, на ее развитие необходимо обратить особое внимание и выделить соответствующие ресурсы: развитие всегда связано с инвестициями. К тому же при этом БП не действует на уровне своих возможностей, что тоже приносит потери. Если же какая-то из составляющих опережает другие, то она не будет использоваться в полной мере. Это влечет за собой связанные с ней неоправданные издержки и снижает эффективность процессов управления. Таким образом, целесообразно в составе СУ иметь согласованные по степени зрелости составляющие и целенаправленно управлять процессом их развития в отношении готовности к информатизации [4].

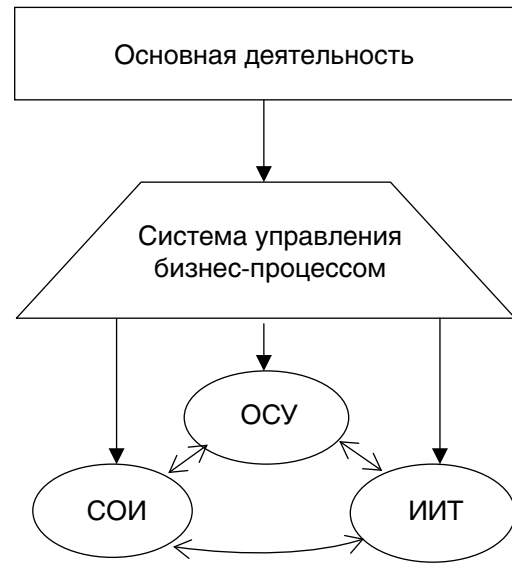


Рис. 1. Схема связей между составляющими системы управления

Для решения задачи управления необходимо корректно решать задачу оценки степени готовности. До настоящего времени в качестве основы такой оценки достаточно широко использовались классификации стадий зрелости соответственно по составляющим:

- ОСУ — *Software Engineering Institute (SEI)* университета Карнеги — Меллон [2];
- СОИ — Р. Л. Нолана, профессора Гарвардской высшей школы бизнеса [8];
- ИИТ — компании *Microsoft* под названием «*модель оптимизации инфраструктуры*» (*Infrastructure Optimization Model, IOM*) [7].

Данные классификации разработаны в разных условиях и включают различное число стадий, однако для их совместного применения целесообразно сформировать обобщенную методiku, которая здесь и приводится.

### Прямая экспертная оценка

Указанные классификации являются вербальными, т. е. все стадии зрелости всех составляющих СУ описаны наборами качественных характеристик тех или иных свойств, оценивая которые, можно сделать заключе-

О. А. Жданович, В. Ф. Корношко, И. С. Иванчук, А. В. Костров

ние о том, на какой стадии находится конкретная рассматриваемая составляющая. Ввиду качественного характера вербальных моделей в этих условиях естественным является использование экспертной оценки. Подход к экспертной оценке стадии зрелости представлен на рис. 2.

Здесь верхняя линия блоков — отображение *общей прямой экспертизы* (ОПЭ), при которой эксперт прямо называет имеющуюся, по его мнению, стадию зрелости составляющей, т. е. величину (номер стадии по классификации)  $X_{зо}$  — прямую экспертную оценку стадии зрелости на основе вербального описания. При этом важно подчеркнуть, что в сложных условиях, характерных для такой экспертизы, обычно достаточно сложно найти компетентного эксперта, оценка которого вызывает безусловное доверие. Степень доверия к экспертизе стараются повысить, как правило, проводя коллективную экспертизу, т. е. формируя группу экспертов по той или иной методике.

При этом можно учесть следующие математические основы метода [1].

Поскольку все эксперты оценивают одну и ту же величину — номер стадии зрелости, математическое ожидание оценки может быть определено как среднее арифметическое оценок экспертов, т. е.

$$S = \sum_{r=1}^N \frac{x_r}{N} = \frac{1}{N} \sum_{r=1}^N x_r, \quad (1)$$

где  $N$  — число экспертов,  $x_r$  — оценка  $r$ -го эксперта.

Поскольку  $x_r$  — случайные величины, оценка стадии  $S$  — тоже случайная величина; ее дисперсия характеризует точность оценки. В условиях, определяемых (1), дисперсия  $D[S]$  на основании теоремы сложения вероятностей определяется выражением

$$D[S] = \frac{1}{N^2} \sum_{r=1}^N D[x_r]. \quad (2)$$

Если принять, что дисперсия ошибки оценки  $D[x_r]$  у всех  $N$  экспертов одна и та же и равна  $D[x]$ , то в (2)

$$\sum_{r=1}^N D[x_r] = ND[x], \quad (3)$$

тогда (2) принимает следующий вид:

$$D[S] = \frac{1}{N^2} \cdot ND[x] = \frac{1}{N} D[x], \quad (4)$$

т. е. дисперсия ошибки коллективной оценки обратно пропорциональна числу участвующих в экспертизе экспертов. Соответственно среднеквадратическая ошибка оценки  $(\sigma[S])^2 = D[S]$  при  $(\sigma_x)^2 = D[x]$  будет определяться выражением

$$\sigma[S] = \sigma_x \frac{1}{\sqrt{N}}, \quad (5)$$

т. е. среднеквадратическая ошибка обратно пропорциональна корню квадратному из числа участвующих в экспертизе экспертов.

Таким образом, увеличивая число экспертов, можно повысить точность оценки степени готовности составляющей СУ к внедрению ИТ. Однако на практике использовать

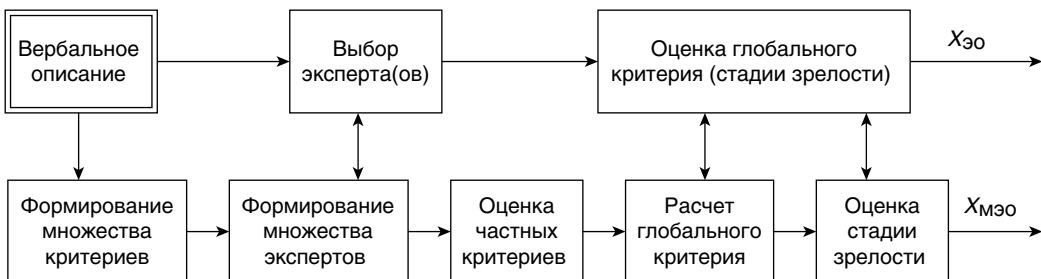


Рис. 2. Подход к экспертной оценке стадии зрелости

этот фактор бывает сложно, поскольку корпус экспертов, обладающих широким кругозором и значительным опытом, т. е. компетентных в вопросах информатизации отрасли, еще не вполне сформировался. К тому же для малого бизнеса немаловажную роль будет играть и стоимость проведения экспертизы с привлечением высокооплачиваемых экспертов.

**Многокритериальная экспертная оценка**

Для преодоления этого препятствия предлагается метод *многокритериальной экспертной оценки* (МКЭО), представленный на рис. 2 нижним рядом блоков. На основе вербального описания стадий зрелости предлагается ввести несколько количественных частных критериев [5], отражающих развитие того или иного качества системы от стадии к стадии. Значение каждого из критериев оценивается соответствующим профессиональным экспертом; на основании их оценок уже расчетным путем определяется некий глобальный критерий — *многокритериальная экспертная оценка* стадии зрелости  $X_{мэо}$ , значение которой дает стадию зрелости. Схема такой оценки приведена на рис. 3.

Математические основы метода даются выражениями, аналогичными (1) — (5). Здесь  $N$  будет отражать как число введенных частных критериев, так и число экспертов, привлеченных для участия в экспертизе. Точность экспертизы в данном подходе

повышается при увеличении числа частных критериев  $N$ , что характеризует соответственно более детальное отражение вербального описания множеством пусть и экспертно, но количественно оцениваемых величин.

Здесь важно подчеркнуть, что для экспертной оценки того или иного частного критерия значительно проще найти компетентного эксперта, т. е. узкого специалиста в рамках данного критерия, оценка которого не подвергается сомнению и от которого не требуется столь широкой эрудиции, которая требуется от эксперта при проведении общей прямой экспертизы.

Кроме того, метод МКЭО может оказаться и более точным по сравнению с методом ОПЭ. Допустим, что среднеквадратическая ошибка оценки в методе ОПЭ имеет ту же величину  $\sigma[X_{эо}]$ , что и ошибка узким специалистом одного из частных критериев  $\sigma_x$ , т. е.

$$\sigma[X_{эо}] = \sigma_x. \tag{6}$$

Поскольку при расчете обобщенного группового критерия  $X_{мэо}$  на основании *многокритериальной экспертной оценки* справедливо выражение (5), то

$$\sigma[X_{мэо}] = \sigma[S] = \frac{\sigma_x}{\sqrt{N}}. \tag{7}$$

Отсюда следует, что при принятом допущении (6) погрешность метода МКЭО снижается по сравнению с погрешностью метода ОПЭ обратно пропорционально корню

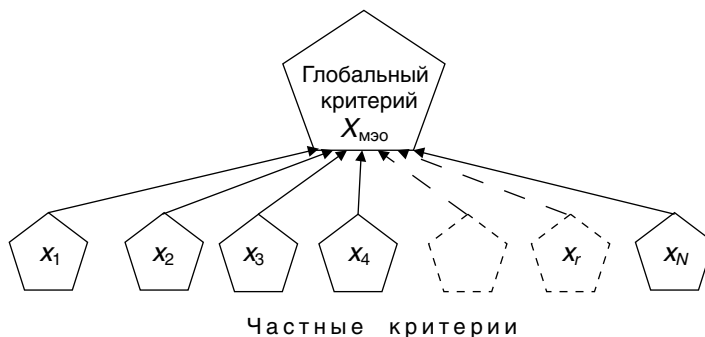


Рис. 3. Подход к экспертной оценке стадии зрелости — 1

О. А. Жданович, В. Ф. Корношко, И. С. Иванчук, А. В. Костров

квадратному из числа частных критериев. Поскольку обычно  $\sigma_x < \sigma[X_{\text{эо}}]$ , т. е. узкий специалист обычно способен дать более точную оценку частного критерия, нежели широкий специалист — общую оценку глобального критерия, то преимущество МКЭО над ПЭО будет еще выше.

Как было указано, при использовании метода МКЭО глобальный критерий  $X_{\text{мэо}}$  определяется расчетным путем, для чего могут использоваться различные математические подходы и методы. Как правило, целесообразно нормирование всех частных критериев по шкале глобального критерия с тем, чтобы корректно выполнялись все операции на множестве оценок частных критериев. Тогда, например, глобальный критерий может отражаться длиной вектора в пространстве, базис которого задается значениями частных критериев, т. е.

$$X_{\text{мэо}} = R_{\text{мэо}} = \sqrt{\sum_{k=1}^N (x_k^2)}. \quad (8)$$

Величина  $X_{\text{мэо}}$ , показатель стадии зрелости, является функцией частных критериев — переменных  $x_k$ ,  $k=1 \dots N$ . Для целенаправленного изменения показателя степени готовности  $X_{\text{мэо}}$  в том или ином направлении нужно адресно изменить какой-то или какие-то  $x_k$ ; выбор  $x_k$  — специальная задача, которая здесь не рассмат-

ривается. Если же число  $N$  очень велико, наглядность применения выражения (8), т. е. *одноуровневой оценки*, утрачивается. Тогда множество частных критериев можно разбивать на группы, например, на основании учета некоторой их общности. Соответствующая *двухуровневая схема* приведена на рис. 4.

Для каждой группы определяется обобщенный групповой критерий, например, по формуле

$$Gr_i = \sum_{\forall r} \alpha_r \cdot x_r, \quad (9)$$

где  $x_r$  — значения частных критериев, отнесенных к данной  $i$ -й группе;  $\forall r$  — символ, обозначающий суммирование всех обозначенных слагаемых в данной группе (их число в группах может быть различным);  $\alpha_r$  — весовые коэффициенты, характеризующие значимость критериев.

Во всех группах сумма весовых коэффициентов равна единице:

$$\sum_{\forall r} \alpha_r = 1. \quad (10)$$

В этих условиях глобальный критерий, определяющий степень готовности к информатизации, может находиться тоже в виде длины вектора  $G$  в пространстве, базисом которого являются значения групповых критериев  $Gr_i$ , по формуле

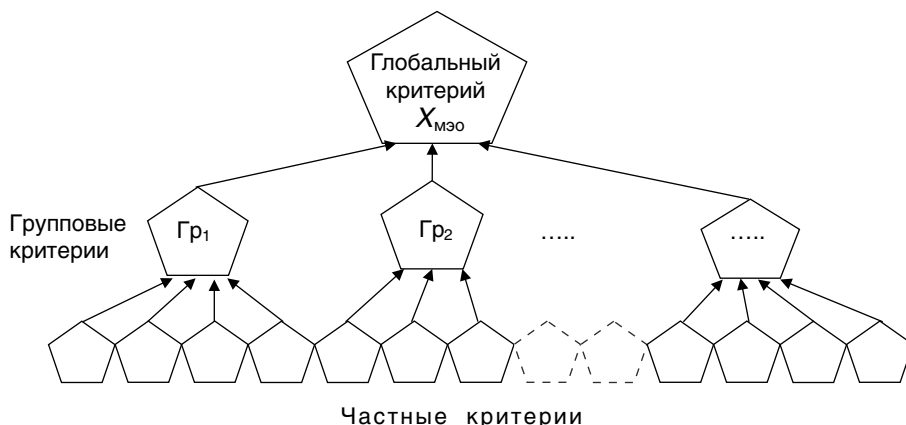


Рис. 4. Подход к экспертной оценке стадии зрелости — 2

Степень готовности системы управления бизнес-процессами к внедрению информационных технологий (методика оценки)

$$G = \sqrt{\sum_{\forall i} \Gamma p_i^2}. \quad (11)$$

Здесь  $\forall i$  обозначает суммирование по всем групповым критериям; при больших  $N$  наглядность такого глобального критерия будет выше, чем при расчете непосредственно по выражению (8).

### Методика оценки степени готовности

Таким образом, может быть предложена следующая обобщенная методика оценки степени готовности системы управления БП к информатизации по составляющим на основе метода многокритериальной экспертной оценки, опирающаяся на подходы, представленные рис. 1–4 и выражениями (1)–(11). В зависимости от оценки значения количества частных критериев  $N$  «маршрут» процесса проведения оценки разветвляется в стороны одноуровневой или двухуровневой оценки.

В составе методики можно выделить следующие этапы.

- На основе вербального описания стадий готовности в соответствующей классификации тем или иным методом вводится множество частных критериев, наиболее полно отражающее свойства составляющей СУ БП.

- Привлекается множество экспертов для оценки значений множества частных критериев.

- Каждый критерий оценивается соответствующим экспертом.

- Оценивается число частных критериев  $N$ .

- При малом  $N$  по выражению (8) расчетным путем определяется значение глобального критерия.

- При большом  $N$  множество частных критериев распределяется по группам с учетом вербального описания.

- В каждой группе определяются весовые коэффициенты частных критериев.

- Для каждой группы расчетным путем определяется значение обобщенного группового критерия.

- Расчетным путем по выражению (11) определяется значение глобального критерия.

- По значению глобального критерия определяется степень готовности рассматриваемой составляющей СУ БП к информатизации.

Блок-схема методики представлена на рис. 5.

Описание методики в стандарте *IDEF0*, или ее системная модель, приводится ниже в общем виде. Контекстная диаграмма (рис. 6) достаточно очевидна; можно только подчеркнуть, что при оценке стадии зрелости фиксируются также значения не только глобального критерия, но и частных критериев: анализ этих значений позволяет определить, какую роль играет каждый из частных критериев при формировании итоговой оценки уровня развития рассматриваемой составляющей СУ.

*IDEF0*-диаграмма, отражающая декомпозицию первого уровня, приведена на рис. 7; *IDEF0*-диаграмма, отражающая декомпозицию второго уровня для блока «Формировать модель оценки зрелости», — на рис. 8. Аналогично выглядит декомпозиция и для других блоков модели.

### Заключение

В статье поставлена задача формирования оценки степени готовности системы управления бизнес-процессами к информатизации на основе вербальных классификаций стадий зрелости составляющих: инфраструктуры информационных технологий, службы обработки информации и организации системы управления. Предложено отображать вербальные описания исходных классификаций стадий зрелости множеством частных количественных критериев, для оценки значений которых предлагается проводить многокритериальную экспертизу. На основе многокритериальной экспертной оценки предложена обобщенная методика, позволяющая в единообразной форме оценивать степень готовности разнородных со-