

Программная инженерия

Пр 1
2014
ИН

Учредитель: Издательство "НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"

Издается с сентября 2010 г.

Редакционный совет

Садовничий В.А., акад. РАН, проф. (председатель)
Бетелин В.Б., акад. РАН, проф.
Васильев В.Н., чл.-корр. РАН, проф.
Жижченко А.Б., акад. РАН, проф.
Макаров В.Л., акад. РАН, проф.
Михайленко Б.Г., акад. РАН, проф.
Панченко В.Я., акад. РАН, проф.
Стемпковский А.Л., акад. РАН, проф.
Ухлинов Л.М., д.т.н., проф.
Федоров И.Б., акад. РАН, проф.
Четверушкин Б.Н., акад. РАН, проф.

Главный редактор

Васенин В.А., д.ф.-м.н., проф.

Редколлегия:

Авдошин С.М., к.т.н., доц.
Антонов Б.И.
Босов А.В., д.т.н., доц.
Гаврилов А.В., к.т.н.
Гуриев М.А., д.т.н., проф.
Дзегеленок И.И., д.т.н., проф.
Жуков И.Ю., д.т.н., проф.
Корнеев В.В., д.т.н., проф.
Костюхин К.А., к.ф.-м.н., с.н.с.
Липаев В.В., д.т.н., проф.
Махортов С.Д., д.ф.-м.н., доц.
Назирова Р.Р., д.т.н., проф.
Нечаев В.В., к.т.н., доц.
Новиков Е.С., д.т.н., проф.
Нурминский Е.А., д.ф.-м.н., проф.
Павлов В.Л.
Пальчунов Д.Е., д.ф.-м.н., проф.
Позин Б.А., д.т.н., проф.
Русakov С.Г., чл.-корр. РАН, проф.
Рябов Г.Г., чл.-корр. РАН, проф.
Сорокин А.В., к.т.н., доц.
Терехов А.Н., д.ф.-м.н., проф.
Трусов Б.Г., д.т.н., проф.
Филимонов Н.Б., д.т.н., с.н.с.
Шундеев А.С., к.ф.-м.н.
Язов Ю.К., д.т.н., проф.

Редакция

Лысенко А.В., Чугунова А.В.

Журнал издается при поддержке Отделения математических наук РАН, Отделения нанотехнологий и информационных технологий РАН, МГУ имени М.В. Ломоносова, МГТУ имени Н.Э. Баумана, ОАО "Концерн "Сириус".

СОДЕРЖАНИЕ

Кознов Д. В., Кудрявцев Д. В., Григорьев Л. Ю., Гагарский Р. К., Романовский К. Ю. Архитектура средств графического бизнес-моделирования в технологии ОРГ-Мастер.	3
Болотова С. Ю. Реализация многопоточности в релевантном LP-выводе.	12
Сирота А. А., Титов К. А. Архитектура распределенной информационной системы для поддержки технологий создания цифровых водяных знаков.	19
Афонин С. А., Гаспорянц А. Э. Разрешение неоднозначности авторства публикаций при автоматической обработке библиографических данных.	25
Ефанов Д. В., Роцин П. Г. Вопросы реализации мандатной модели многоуровневого разграничения доступа в графической системе.	29
Язов Ю. К., Сердечный А. Л. К разработке методов количественного оценивания эффективности ложных информационных систем.	33
Иванова К. Ф. Оценка объединенного множества решений задачи на основе интервальной модели Леонтьева.	40

Журнал зарегистрирован

в Федеральной службе

по надзору в сфере связи,

информационных технологий

и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации

ПИ № ФС77-38590 от 24 декабря 2009 г.

Журнал распространяется по подписке, которую можно оформить в любом почтовом отделении (индексы: по каталогу агентства "Роспечать" — 22765, по Объединенному каталогу "Пресса России" — 39795) или непосредственно в редакции.

Тел.: (499) 269-53-97. Факс: (499) 269-55-10.

Http://novtex.ru/pi.html E-mail: prin@novtex.ru

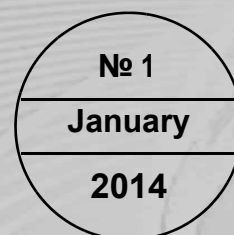
Журнал включен в систему Российского индекса научного цитирования.

Журнал входит в Перечень научных журналов, в которых по рекомендации ВАК РФ должны быть опубликованы научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.

© Издательство "Новые технологии", "Программная инженерия", 2014

SOFTWARE ENGINEERING

PROGRAMMAYA INGENERIA



Published since September 2010

Editorial Council:

SADOVNICHY V. A., Dr. Sci. (Phys.-Math.), Acad. RAS (*Head*)
 BETELIN V. B., Dr. Sci. (Phys.-Math.), Acad. RAS
 VASIL'EV V. N., Dr. Sci. (Tech.), Cor.-Mem. RAS
 ZHIZHENKO A. B., Dr. Sci. (Phys.-Math.), Acad. RAS
 MAKAROV V. L., Dr. Sci. (Phys.-Math.), Acad. RAS
 MIKHAILENKO B. G., Dr. Sci. (Phys.-Math.), Acad. RAS
 PANCHENKO V. YA., Dr. Sci. (Phys.-Math.), Acad. RAS
 STEMPKOVSKY A. L., Dr. Sci. (Tech.), Acad. RAS
 UKHLINOV L. M., Dr. Sci. (Tech.)
 FEDOROV I. B., Dr. Sci. (Tech.), Acad. RAS
 CHETVERTUSHKIN B. N., Dr. Sci. (Phys.-Math.), Acad. RAS

Editor-in-Chief:

VASENIN V. A., Dr. Sci. (Phys.-Math.)

Editorial Board:

AVDOSHTIN V. V., Cand. Sci. (Tech.)
 ANTONOV B. I.
 BOSOV A. V., Dr. Sci. (Tech.)
 GAVRILOV A. V., Cand. Sci. (Tech.)
 GURIEV M. A., Dr. Sci. (Tech.)
 DZEGELENOK I. I., Dr. Sci. (Tech.)
 ZHUKOV I. YU., Dr. Sci. (Tech.)
 KORNEEV V. V., Dr. Sci. (Tech.)
 KOSTYUKHIN K. A., Cand. Sci. (Phys.-Math.)
 LIPAEV V. V., Dr. Sci. (Tech.)
 MAKHORTOV S. D., Dr. Sci. (Phys.-Math.)
 NAZIROV R. R., Dr. Sci. (Tech.)
 NECHAEV V. V., Cand. Sci. (Tech.)
 NOVIKOV E. S., Dr. Sci. (Tech.)
 NURMINSKIY E. A., Dr. Sci. (Phys.-Math.)
 PAVLOV V. L.
 PAL'CHUNOV D. E., Dr. Sci. (Phys.-Math.)
 POZIN B. A., Dr. Sci. (Tech.)
 RUSAKOV S. G., Dr. Sci. (Tech.), Cor.-Mem. RAS
 RYABOV G. G., Dr. Sci. (Tech.), Cor.-Mem. RAS
 SOROKIN A. V., Cand. Sci. (Tech.)
 TEREKHOV A. N., Dr. Sci. (Phys.-Math.)
 TRUSOV B. G., Dr. Sci. (Tech.)
 FILIMONOV N. B., Dr. Sci. (Tech.)
 SHUNDEEV A. S., Cand. Sci. (Phys.-Math.)
 YAZOV YU. K., Dr. Sci. (Tech.)

Editors — LYSENKO A. V., CHUGUNOVA A. V.

CONTENTS

Koznov D. V., Kudryavtsev D. V., Grigoriev L. Yu., Gagarskii R. K., Romanovskii K. Yu. An Architecture of Visual Modeling Tool of ORG-Master Toolset	3
Bolotova S. Yu. Multi-threaded Relevant LP-inference Implementation	12
Sirota A. A., Titov K. A. The Architecture of Distributed Information System to Support the Digital Watermarking Technology	19
Afonin S. A., Gaspariants A. E. Scientific Article Authorship Disambiguation for Automated Bibliographic Records Processing	25
Efanov D. V., Roschin P. G. Implementation Issues of Mandatory Multilevel Access Control Model in Graphical System	29
Yazov Y. K., Serdechnyy A. L. By the Development of Quantitative Methods of Effectiveness Honeynets Evaluation	33
Ivanova K. F. Estimation of the United Solution Set of an Interval Leontjev's Model	40

Information about the journal is available online:
<http://novtex.ru/pi.html>, e-mail: prin@novtex.ru

Д. В. Кознов¹, канд. физ.-мат. наук, доц., e-mail: dkoznov@yandex.ru,

Д. В. Кудрявцев^{1, 2}, канд. техн. наук, доц., вед. консультант,

Л. Ю. Григорьев², ген. директор, Р. К. Гагарский³, ген. директор,

К. Ю. Романовский¹, канд. физ.-мат. наук, ст. препод.,

¹ Санкт-Петербургский государственный университет,

² "Бизнес Инжиниринг Групп", г. Санкт-Петербург,

³ ООО "Когнитивные Финансовые Технологии", г. Санкт-Петербург

Архитектура средств графического бизнес-моделирования в технологии ОРГ-Мастер¹

Моделирование архитектуры предприятий (Enterprise Architecture Management, EAM) является областью исследований и одновременно практической деятельностью, которая направлена на структуризацию и преобразование структуры и функций бизнес-компаний на основе единого целостного подхода. ОРГ-Мастер является российским EAM-средством, имеющим 15-летнюю успешную историю развития и использования. В данной работе представлена архитектура средств визуального моделирования пакета ОРГ-Мастер, состоящая из следующих компонентов: внутренние редакторы — для визуального моделирования в рамках пакета ОРГ-Мастера; внешние редакторы — средства для разработки "легковесных" графических редакторов на базе Microsoft Visio для работы с заказчиками в рамках конкретных консалтинговых проектов; набор полноценных графических редакторов, используемых в различных проектах без изменений; графические отчеты — технология для разработки диаграммных отчетов, автоматически генерируемых по модели ОРГ-Мастера и предназначенных для презентативных задач; импорт из других визуальных средств.

Ключевые слова: архитектура предприятия, моделирование архитектуры предприятия, онтологический инжиниринг, онтологии, бизнес-процессы, предметно-ориентированное моделирование, визуальное моделирование, модельно-ориентированная разработка, DSM-подход, интеллект-карты, карты памяти, и-карты

D. V. Koznov, D. V. Kudryavtsev, L. Yu. Grigoriev, R. K. Gagarskii, K. Yu. Romanovskii

An Architecture of Visual Modeling Tool of ORG-Master Toolset

Enterprise Architecture Management (EAM) is a growing area, which supports enterprise transformations and provides business-IT alignment. ORG-Master is a Russian EAM tool, which is successfully applied in Russian industry during last 15 years. The paper presents of ORG-Master visual modeling tool architecture, which consists of the following parts: internal editors (for visual modeling inside of ORG-Master); external editors (to support of lightweight customer-oriented graphical notations); graphical reports (read only visual models, which can be automatic generated under ORG-Master model); import.

Keywords: enterprise architecture, enterprise architecture modeling, enterprise architecture management, EAM, EAM tools, DSM, domain-specific modeling, mind map, concept map, BPMN, business processes

¹ Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 12-01-00415-а.

Введение

В настоящее время бизнес-организациям необходимо постоянно развиваться, чтобы своевременно реагировать на изменения рынка, среды и технологий. Для проведения соответствующих изменений принято выделять так называемую архитектуру предприятия (Enterprise Architecture, EA), отражающую его устройство. Эта архитектура предназначена для анализа, проектирования изменений и, собственно, реализации самих изменений предприятия [1–3]. Для моделирования EA (Enterprise Architecture Modeling, EAM) и дальнейшей работы с этими моделями применяют специальные программные средства — инструменты управления архитектурой предприятия (EAM tools) [4, 5]. Они активно используют визуальное моделирование, т. е. "чертежи, позволяющие точно изображать хорошо структурированную информацию в понятной форме" [6], и, следуя традиции программной инженерии, для их разработки создаются различные графовые нотации. Данная область в настоящий момент активно развивается, о чем свидетельствует, например, отчет Gartner Group за 2012 г. [7].

В России в течение последних 15 лет активно развивается и используется программно-методический комплекс ОРГ-Мастер, предназначенный для предоставления сервисов российским предприятиям в области моделирования EA [8–17]. ОРГ-Мастер ориентирован не только на создание процессных моделей, но также и на разработку целостных моделей всего бизнеса компании на основании ее ключевых компетенций. Особенностью ОРГ-Мастера является использование таблично-диалогового способа представления информации, а также простого и гибкого языка моделирования. Эти средства при необходимости сочетают со средствами визуального моделирования, что позволяет не только рисовать "красивые картинки" для начальства, но также оперативно разрабатывать детальные модели бизнеса, отделяя уровень внутреннего (т. е. рабочего) представления информации от внешнего, презентационного, предназначенного для клиентов [12].

В связи с тем, что визуальное моделирование в ОРГ-Мастере не используется как ведущее средство работы с информацией, возникает необходимость в специальной концепции, которая бы определяла место диаграмм в процессе разработки проектов по созданию архитектур бизнес-предприятий (далее — EA-проектов). Также необходимо максимально ясно описать различные сценарии использования визуальных средств: диаграммы должны встраиваться в процесс разработки архитектуры предприятия, а средства для их поддержки — максимально "бесшовно" интегрироваться с базовым EAM-пакетом.

В данной работе предложена архитектура средств визуального моделирования, удовлетворяющая этим требованиям. Ее основными составляющими являются следующие компоненты: внутренние редакторы — для моделирования в рамках пакета ОРГ-Мастер; внешние редакторы — технология разработки "легковесных" графических редакторов на базе Microsoft Visio для конкретных EA-проектов, а также набор полноценных графических редакторов, используемых в различных проектах без изменений; графические отчеты — технология разработки диаграммных отчетов, автоматически генерируемых по модели; инструменты импорта из других средств моделирования. Представлена пилотная реализация данной архитектуры на базе известной графической среды Microsoft Visio.

Программно-методический комплекс ОРГ-Мастер

Опишем технологические аспекты ОРГ-Мастера — язык моделирования, программные средства и основной сценарий использования. Детали методологии читатели могут найти в работах [8–13].

Язык моделирования ОРГ-Мастер подробно изложен в работах [13–17]² и является компактным средством для создания иерархических моделей с большим числом связей и не очень большим числом атрибутов. Именно это требуется при создании EA-моделей, так как вся информация, характеризующая бизнес-компанию, является сильно связанной, и в то же время архитектурная модель не подразумевает большого числа атрибутов у отдельных сущностей. Архитектурная модель не является ни репозиторием предприятия, ни схемой базы данных некоторой информационной системы. Последнее связано с тем, что параллельно с такой моделью на предприятии обычно существуют различные базы данных — сотрудников, клиентов, заказов и т. д. Например, архитектурная модель может содержать организационную структуру предприятия — все подразделения и их связи, а также возможные должности сотрудников. Но в ней не будут указаны такие атрибуты, как ФИО сотрудника, телефон, домашний адрес и пр., также не будет в ней и записей о конкретных сотрудниках. Отметим, что в язык моделирования ОРГ-Мастера не входят понятия предметной области EA, такие как функциональная система, бизнес-компетенция и пр. (последние входят в различные расширения языка).

² В работе [13] этот язык называется "Формализованный язык описания модели организации (ORLAN)", в работе [14] — "Язык классификаторов и проекций для наполнения баз знаний", в работе [15] — "ORG-Master metamodeling language". В дальнейшем будем называть этот язык так же как в данной работе.

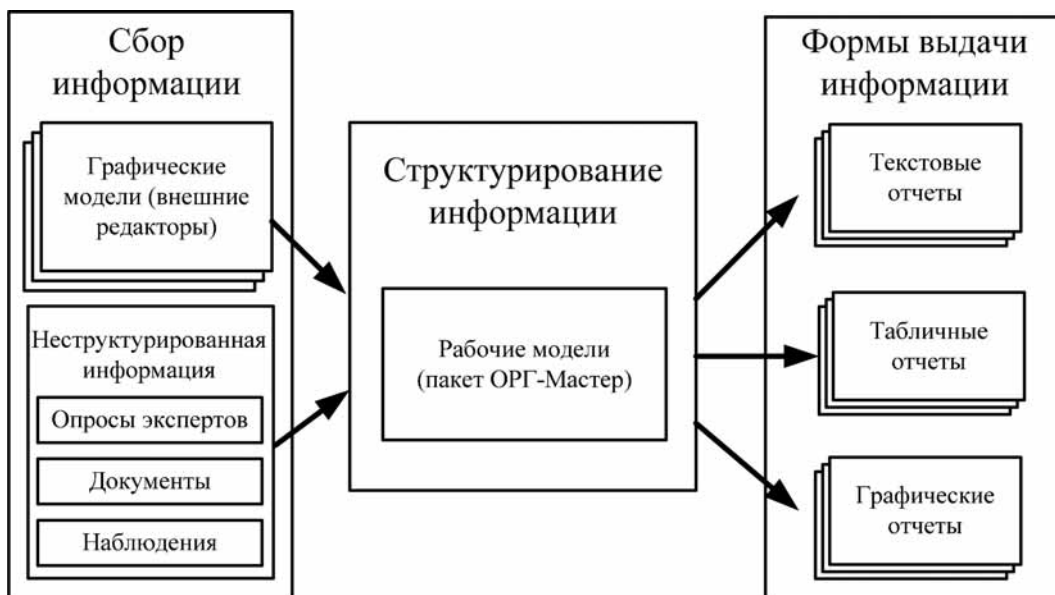


Рис. 1. Базовый сценарий использования ОРГ-Мастера

Программные средства ОРГ-Мастера состоят из базового средства моделирования и набора дополнительных утилит. Базовое средство включает в себя репозиторий моделей и среду для удобной работы с этим репозиторием, а также генератор отчетов в форматах Microsoft Word, Excel, HTML, средства для импорта данных из различных источников и процедуры слияния двух версий моделей, а также другие сервисные функции.

Рассмотрим подробно главный сценарий использования ОРГ-Мастера. Для того чтобы собрать информацию о предприятии в рамках ЕА-проекта, аналитикам приходится много общаться с работниками предприятия, изучать различные рабочие документы, а также непосредственно наблюдать за работой предприятия. Бывает также, что первичное осмысление и формализация этой информации уже проведены аналитиками компании — тогда данная информация, как правило, представлена в виде набора диаграмм (в российских компаниях для этого используется в большинстве случаев средство Microsoft Visio). Далее вся эта информация вводится в пакет ОРГ-Мастер и должным образом структурируется. После этого создается итоговое представление информации в терминах различного вида отчетов. Последние могут формироваться в итоговые отчетные документы, но могут также выкладываться на специальный портал. На рис. 1 представлена схема этого процесса. Отметим, что процесс является итеративным, поэтому ОРГ-Мастер, во-первых, поддерживает автоматические пере-

ходы с этапа на этап, а во-вторых, обеспечивает циклическую разработку, т. е. синхронизацию различных активов с сохранением информации, которая внесена в одно представление и отсутствует в другом.

Пакет Microsoft Visio как платформа разработки графических средств

Существует большое число технологий для разработки графических средств (так называемые DSM-платформы [18]). Можно упомянуть инициативу сообщества Eclipse Modeling Project, объединяющую около 100 открытых проектов в области моделирования, в том числе такие зрелые технологии, как GMF, EMF, GEF [19]. Широко известна также среда разработки MetaEdit+ [20], главными идеологами которой являются Steven Kelly и Juha-Pekka Tolvanen (университет Ювяскюля, Финляндия), которые на настоящий момент являются, пожалуй, главными идеологами и популяризаторами DSM-подхода³. Отметим также пакет QReal [22–24], развиваемый в Санкт-Петербургском государственном университете и являющийся идейным продолжением более ранних проектов в области визуального моделирования Real/RTST++ [25] и RTST [26], имеющих большую историю успешных применений, уходящую еще во

³ Отметим прежде всего монографию [21], которая на сегодняшний день является самым полным источником о различных аспектах реализации и промышленного использования предметно-ориентированных решений.

времена СССР и закрытых военных разработок.⁴ Обзоры DSM-платформ на русском языке можно найти в работах [18, 27].

В рассматриваемом проекте в качестве DSM-платформы были выбраны пакеты Microsoft Visio и Microsoft Visual Studio. Этот выбор был обусловлен следующими причинами.

- Большинство пользователей графических средств технологии ОРГ-Мастер — менеджерский состав средних и крупных российских бизнес-компаний — знают Visio или хотя бы слышали о нем. Этот пакет легко доступен (входит в состав Microsoft Office) и имеет большое число нотаций и решений для самых разных областей деятельности. Кроме того, существует много свободно распространяемых надстроек для Visio. Наконец, можно легко создать в Visio свой собственный графический редактор. В силу всего вышесказанного решения, созданные на основе этого пакета, не вызывают у пользователей боязни и первичного отторжения, что очень важно при реализации ЕА-проектов.

- Visio является удобным, многофункциональным и зрелым пакетом, созданные на его основе графические редакторы наследуют много важных и необходимых для работы функций, таких как готовый пользовательский интерфейс (палитра, главное меню и пр.), рабочая область с настраиваемыми свойствами, автоматическим увеличением в случае выхода за границу листа, многофункциональная и настраиваемая печать и т. д.

- Пакет содержит удобные средства для разработки расширений — как для быстрого создания простых редакторов (с помощью настроек и встроенного скриптового языка VBA), так и для более серьезных решений с помощью открытого программного интерфейса и специальных средств связи с Microsoft Visual Studio (в частности, приложения, создаваемые с помощью Visual Studio, имеют возможность "видеть" важнейшие события Visio и реагировать на них).

⁴ Отметим, что многие программные средства и, в частности, ЕАМ-пакеты, такие как Mega [30] и ARIS [31], обладают развитыми средствами расширения — т. е. их можно надстраивать и дорабатывать. Однако не будем вносить такие средства в список DSM-платформ, так как, во-первых, их использование ограничено предметной областью, а во-вторых, они реализуют конкретный метод в рамках этой области. Нас же интересуют средства, которые позволяют реализовать собственные решения в нужной предметной области. Так, все упомянутые DSM-платформы могут использоваться как в области разработки ПО, так и в ЕА-проектах, а также во многих других областях (за исключением, быть может, MetaEdit+ [20], который нацелен на разработку визуальных решений именно в области разработки ПО и поддерживает средства для разработки генераторов кода по моделям и другие специфические черты).

Предыдущий опыт авторов по использованию Visio [28, 29] послужил дополнительным аргументом в выборе Microsoft Visio в качестве DSM-платформы.

Описание архитектуры

ОРГ-Мастер не использует диаграммы в качестве базовых средств моделирования. В качестве последних используется таблично-диалоговое моделирование, и, таким образом, визуальные средства должны быть подходящим образом интегрированы с ними⁵. При этом они оказываются существенно различными — по назначению, по функциональным возможностям, а также по способам интеграции с пакетом ОРГ-Мастер. Представим средства, каждое из которых подробно рассматривается в следующих разделах.

- Внутренние редакторы — являются частью поставки базовых средств моделирования базового ЕАМ-пакета (в данном случае — ОРГ-Мастера), используются для выборочного создания фрагментов моделей (установление связей, просмотр модели и ее фрагментов и т. д.).

- Внешние редакторы — предназначены для клиентов, обеспечивают удобство ввода информации в ОРГ-Мастер, могут дорабатываться для нужд конкретного ЕА-проекта; возможно создание новых внешних редакторов.

- Графические отчеты — конечные диаграммные отчеты для заказчика (для вставки в отчетные документы или выгрузки на web-портал).

- Средства импорта из других визуальных средств (Visio, СMap [32] и пр.).

Внутренние редакторы

Данные редакторы встроены в ОРГ-Мастер и предназначены для удобства редактирования и просмотра модели аналитиками. Важно, что они предоставляют средства для работы с моделью ОРГ-Мастера в терминах базового языка — классификаторов, проекций и т. д., и не касаются бизнес-расширений

⁵ Решение REAL-IT, предоставляющее средства автоматизированной разработки приложений интенсивной работы с данными и поддерживающее широкий спектр генерационных возможностей, также основывается не на визуальном моделировании, а на таблично-диалоговом задании исходных данных для генерации [33–35]. И так же как ОРГ-Мастер, REAL-IT частично использует визуальные модели, например, для создания схем баз данных. Так что можно говорить о специфической парадигме моделирования, когда визуальные модели сосуществуют с моделями не визуальными, т. е. визуализируется только та информация о системе, с которой удобно работать в таком виде. С остальной информацией работа происходит с помощью тщательно спроектированного диалогового интерфейса. В этом случае репозиторий с моделью выступает в виде обычной базы данных, для которой разработан специальный оконный пользовательский интерфейс.

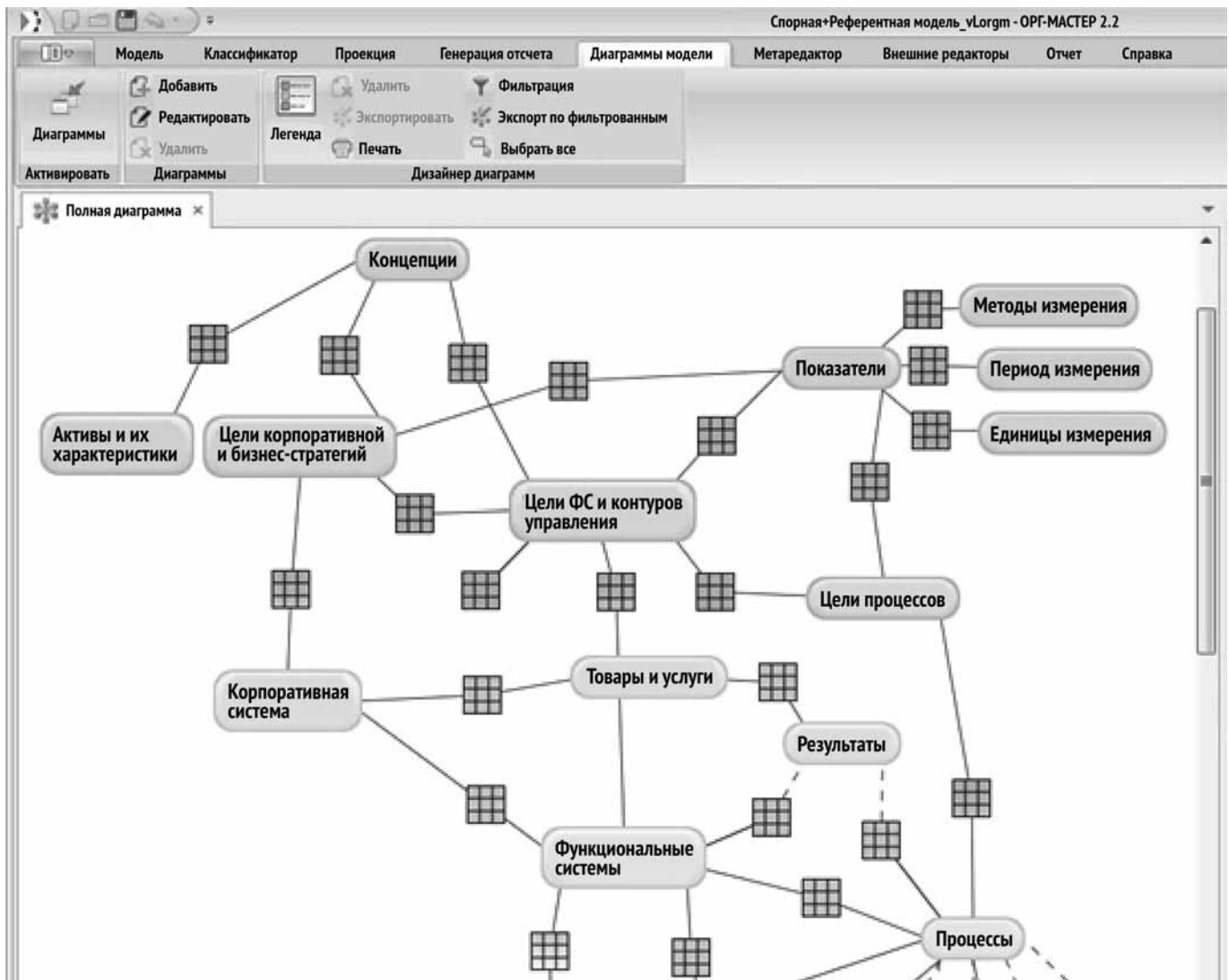


Рис. 2. Пример внутреннего редактора — редактор модели

(документов, процессов, ценностей и т. д.). Эти редакторы предназначены для локального использования, т. е. их место в пакете ОРГ-Мастер, а также в процессе моделирования, строго определено: их используют для визуализации той информации, которую удобно так представлять в процессе разработки модели. Число и функциональные возможности таких редакторов ограничены ввиду неграфической концепции моделирования. Кроме того, их разработка является достаточно трудоемкой в силу невозможности (ввиду лицензионных соглашений и интеграционных проблем) использовать Microsoft Visio и другие DSM-платформы.

В настоящий момент реализован один внутренний редактор — редактор модели, который позволяет создавать и просматривать структуру модели в ОРГ-

Мастере в терминах классификаторов и проекций (пример представлен на рис. 2).

Внешние редакторы

Основная задача внешних редакторов заключается в гибкой поддержке различных графических нотаций, необходимость в которых возникает в связи с определенным ЕА-проектом или серией проектов. Ввиду отсутствия стандартизации в данной области, а также в силу ее большой вариативности, надобность в поддержке новых нотаций возникает часто.

Для решения этой задачи пойдем по пути создания гибкой технологии для быстрой реализации новых графических нотаций. Выделим два следующих источника возникновения новых нотаций:

- клиенты (работники бизнес-компаний, для которых выполняются ЕА-проекты), имеющие при-

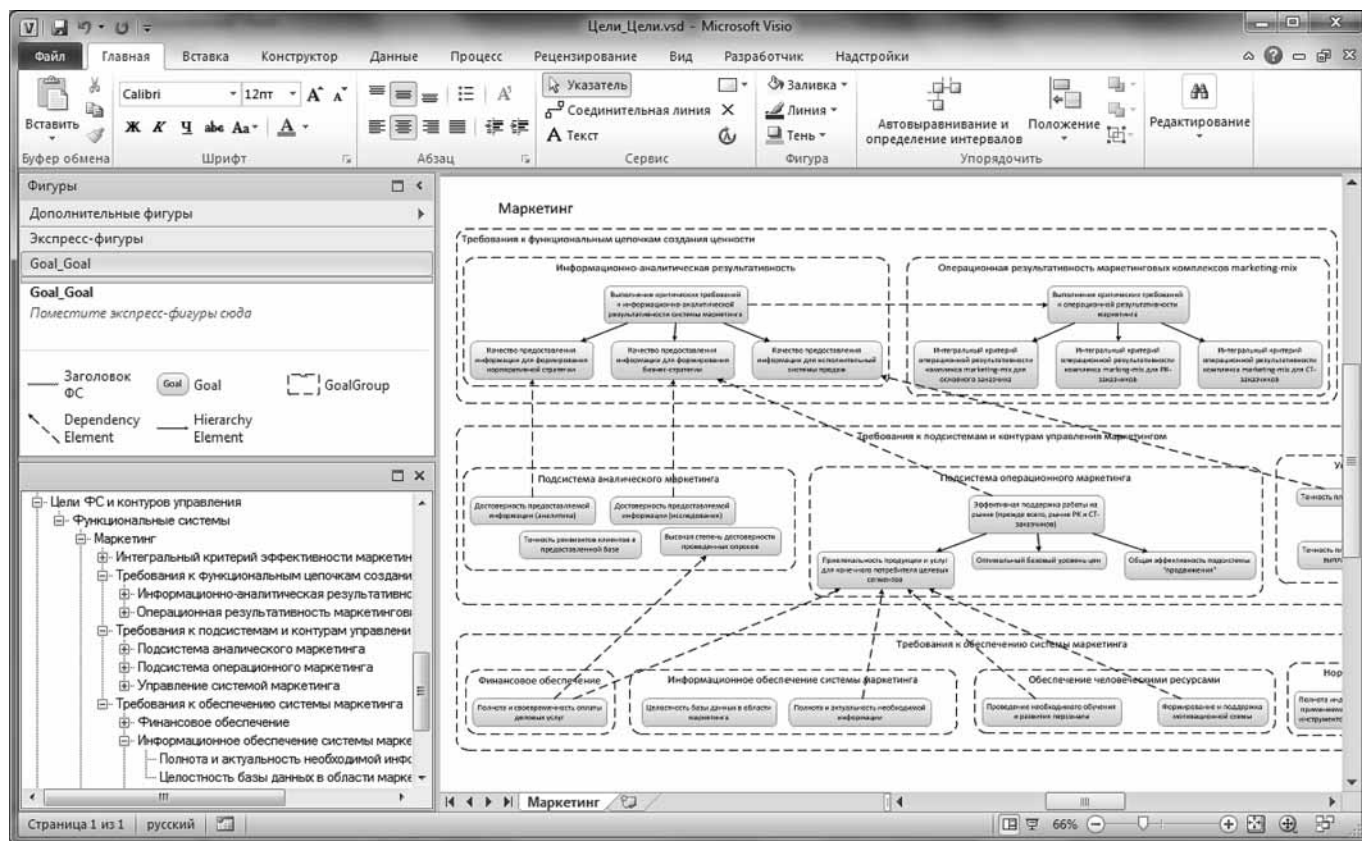


Рис. 3. Пример внешнего редактора — редактора стратегий

страстия к определенным графическим нотациям и отдельным Visio-палитрам; более того, такие клиенты часто предоставляют аналитикам большое число уже готовых диаграмм в Visio и хотят продолжать дальнейшую работу над формализацией бизнес-архитектуры своей компании в Visio в рамках этих нотаций;

- развитие методологии ОРГ-Мастера, что важно ввиду того, что область EA является молодой и бурно развивающейся; в связи с чем общепризнанных стандартов, в частности, в области моделирования, почти нет.

Внешние редакторы разделим на две группы: стандартные, которые используют в разных EA-проектах и доводят до состояния законченных продуктов; редакторы, предназначенные для отдельного EA-проекта, которые используют базовые функциональные возможности Visio и создаются на основе повторно используемых компонентов. Внешние редакторы не должны предоставлять пользователям дополнительных функций, кроме тех, которые дает Visio и повторно используемые активы, это важно, так как иначе разработка такого графического редактора рискует оказаться сопоставимой по затратам с тем проектом, для которого он предназна-

чается: число специфических функций для произвольного графического редактора необозримо.

При разработке архитектуры внешних графических редакторов был сформулирован ряд следующих исходных требований.

- Внешний редактор и ОРГ-Мастер должны поддерживать двустороннюю циклическую разработку модели. Это требование стало следствием пожеланий заказчиков о том, что клиенты, получая внешний редактор, должны также получить и некоторый каркас модели ОРГ-Мастера, т. е. контекст моделирования. Таким образом, они должны моделировать не с "чистого листа". Далее, требовалось также поддержать генерацию из внешнего редактора в ОРГ-Мастер — клиентские модели должны стать достоянием опытных аналитиков, отвечающих за создание итоговой модели и дальнейших, следующих из нее, артефактов. Наконец, во многих случаях оказалось полезным поддерживать двустороннюю (клиенты/аналитик) работу с моделью через внешние редакторы, т. е. чтобы клиенты видели (в виде диаграмм) изменения в модели, которые сделали аналитики, и аналитики в свою очередь могли бы получать несколько последовательных версий моделей от клиентов (также в виде диаграмм). Это и есть полноценная циклическая

разработка, как это определено в работе [36]. Механизм циклической разработки, реализованный во внешних редакторах ОРГ-Мастера, был опробован авторами при создании редактора онтологий [29]⁶.

- Было необходимо реализовать браузер модели ОРГ-Мастера, который был бы доступен во всех внешних редакторах и позволял бы выбирать элементы из модели для размещения на диаграмме при помощи перетаскивания мышью.

- Последнее, естественное ограничение — разрабатываемое авторами решение было предназначено для интеграции только с ОРГ-Мастером, т. е. формат репозитория и средства программного доступа были фиксированы.

Отметим, что рассматриваемая архитектура не охватывает ряд важных вопросов, например, типовые окна для заполнения текстовых атрибутов элементов на диаграмме, средства декомпозиции больших моделей и т. д. Авторы планируют реализовать эти функциональные возможности для стандартных внешних редакторов.

На данный момент авторами реализованы три внешних редактора:

- карты стратегий, предназначенные для моделирования стратегий бизнес-компании (пример на рис. 3);
- диаграмма процессов (нотация предложена авторами);
- нотация "процесс—процесс—результат", предназначенная для верхнеуровневого взгляда на взаимодействующие процессы (нотация предложена авторами).

Графические отчеты

Графический отчет — это диаграмма, автоматически сгенерированная по модели ОРГ-Мастера в соответствии с определенной нотацией. Такие диаграммы предназначаются для включения в итоговый пакет документации по ЕА-проекту, а также могут использоваться при разработке порталного решения с описанием такой архитектуры. Таким образом, модификации данных диаграмм ограничены — они либо вообще не должны меняться и используются *as is*, либо может изменяться только их внешний вид. Последнее важно, так как они предназначаются для клиентов и должны быть красивыми, а автоматическая раскладка может этого не обеспечить, и поэтому требуется "ручная" доводка. Кроме того, в случае, когда диаграммы достаточно сложны (например, диаграммы бизнес-процессов в нотации BPMN), то их автоматическая раскладка затруднена в принципе.

⁶ Про разные варианты понимания пользовательского функционала для поддержки циклической разработки в современных UML-пакетах см. работу [39].

Однако как только разрешается менять "вручную" внешний вид автоматически сгенерированных диаграмм, сразу же становится необходима синхронизация этих диаграмм с моделью ОРГ-Мастера. Дело в том, что часто бывает трудно с первого раза создать окончательную версию графического отчета — после того как он создан, приходится тратить значительные усилия на улучшение его внешнего вида (раскладка, шрифты надписей и пр.), выявляются всякие мелочи в модели, которые нужно исправить и т. д. Когда соответствующий фрагмент модели представлен в графическом виде, становятся очевидными (как аналитиками, так и заказчику) недоработки и ошибки — от погрешностей русского языка в наименованиях модельных сущностей (здесь сущности, в отличие от идентификаторов сущностей ПО, часто имеют длинные названия, состоящие из нескольких слов), до пропущенных сущностей и других видов ошибок. Все эти изменения нужно вносить в исходную модель в ОРГ-Мастере, по которой были сгенерированы графические отчеты. Если после этого графические отчеты сгенерировать повторно, то будет потеряна вся сделанная прежде работа по украшению этих диаграмм.

В данный момент поддерживается генерация графических отчетов в двух форматах: SVG (для использования диаграмм в порталных решениях), а также в формате Visio. Для последних поддерживается односторонняя синхронизация с моделями ОРГ-Мастера, необходимость которой была только что аргументирована. Подчеркнем, что эта синхронизация только в одну сторону, т. е. предполагается, что изменять модель посредством создания новых сущностей в графических отчетах нельзя⁷. Это предохраняет от того, чтобы вместо графических отчетов разрабатывать полноценные графические редакторы (в одном из ЕА-проектов, где использовались излагаемые в статье идеи, число нотаций, которые понадобились заказчику и которые были реализованы в виде графических отчетов, составило девять — создать в рамках одного ЕА-проекта столько же графических редакторов было бы слишком трудоемко).

На рис. 4 (см. третью сторону обложки) представлен пример графического отчета из проекта по разработке архитектуры деятельности правительства города Москвы, в котором технология ОРГ-Мастер и ряд решений, представленных в данной работе, активно ис-

⁷ Аналогичное решение было реализовано в проекте по поддержке концептуального проектирования при разработке визуальных языков, в рамках которого были проинтегрированы следующие продукты: Visio, Microsoft DSL Tools и Word [37]. Во всех трех продуктах можно было по-разному представлять метамодель нового визуального языка, в том числе в виде табличного документа в Word, но менять модель из Word не разрешалось — эти изменения, во-первых, не попадали в два оставшихся продукта, во-вторых, они терялись и в самом Word при синхронизации с Visio и Microsoft DSL Tools.

пользовалась [38]. На рис. 4 (см. третью сторону обложки) представлена контекстная диаграмма городского процесса "Передача земельного участка из собственности города Москвы в федеральную собственность". Данная диаграмма показывает, какую информацию и из каких ресурсов получает процесс, какую информацию и куда процесс передает, к какой сфере ведения и государственной функции относится процесс, а также кто отвечает за выполнение процесса. Раскладка данной диаграммы выполнена автоматически, без дополнительной "ручной" доводки⁸.

Импорт из других визуальных средств

Предложенные выше средства решают не все потребности в моделировании, которые встречаются в ЕА-проектах. Выделим еще два случая, когда требуются дополнительные средства — они, по мнению авторов, не могут быть сведены к описанным выше.

Во-первых, часто клиентов удается убедить перейти на средства моделирования, поддерживаемые ОРГ-Мастером, и не использовать далее свои собственные нотации, в рамках которых они начали работу по описанию своей компании до начала ЕА-проекта с ОРГ-Мастером. Но при этом есть некоторое число созданных клиентами диаграмм (и часто это число велико), информацию из которых хотелось бы перенести в формирующуюся модель в ОРГ-Мастере. В большинстве случаев клиенты рисовали свои диаграммы в Visio и использовали какую-нибудь палитру, поставляемую прямо с продуктом.

Во-вторых, при моделировании очень удобно использовать нотации типа Mind Maps/Concept Maps⁹ [32, 40], для которых существует много удобных, хорошо себя зарекомендовавших и широко распространенных программных средств, например, обзор средств Mind Map можно найти в работах [41, 42]. При этом сценарии использования таких средств могут сильно варьироваться — от конспектирования аналитиком бесед с клиентом в виде Mind Map-диаграммы, до создания развернутых концептуальных карт, задающих структуру целевой модели в ОРГ-Мастере (такой вариант использования дополнительных нотаций описан в работе [29]). Все такие диаграммы хотелось бы уметь автоматически переносить в ОРГ-Мастер, поэтому

⁸ Диаграмма взята с внутреннего портала департамента информационных технологий города Москвы, в разработке которого использовалось решение, представленное в данной статье. Всего в данном проекте было сгенерировано около 5000 графических отчетов, которые в совокупности с таблицами и обычным текстом составили контент данного портала.

⁹ Существует несколько вариантов русского перевода термина Mind Map — карты памяти, интеллект-карты, и-карты; Concept Map обычно переводится как концептуальные карты.

очень полезно иметь функцию импорта из этих средств. В настоящий момент авторами реализован только настраиваемый импорт из Microsoft Visio.

Важно отметить, что импорт не предназначен для поддержки синхронизации (в отличие от графических отчетов, которые могут поддерживать одностороннюю синхронизацию, или внешних редакторов, которые поддерживают двухстороннюю синхронизацию) и выполняет задачу разового переноса информации из разных источников в ОРГ-Мастер. Если, тем не менее, синхронизация нужна, то в случае с Visio нужно создавать соответствующий внешний редактор. В других же случаях такое решение может оказаться затруднительным, прежде всего в части реализации экспорта изменений из ОРГ-Мастера в сторонние средства в виду трудностей с возможностями программных интерфейсов таких средств (как правило, это касается средств программной отрисовки, но часто и online-доступа к элементам модели); Visio в данном случае является исключением и поддерживает соответствующие функциональные возможности.

Заключение

Представленная архитектура пока не реализована полностью, однако для каждой ее части уже создан и частично опробован в реальных проектах соответствующий набор программных средств. Ниже представлены дальнейшие направления развития данной архитектуры.

- Разработка средств слияния моделей: адаптация существующих алгоритмов слияния деревьев и XML-файлов, реализация удобного пользовательского интерфейса (в качестве примера см. реализацию известного алгоритма слияния XML-файлов 3DM в рамках Интернет-сервиса Comapping [43, 44]).
- Перевод средств моделирования бизнес-процессов ОРГ-Мастера на стандарт в этой области BPMN [45]¹⁰.
- Активная практическая апробация всех аспектов концепции с их исправлением, доработкой и дальнейшим развитием. По мнению авторов, подобные концепции могут быть только плодом интенсивной практической работы в реальных проектах.

¹⁰ Например, в России одним из самых известных приверженцев стандартов как в IT-образовании, так и в IT в целом является проф. А. Н. Терехов (см., например, его работу [46]). По мнению авторов, он совершенно прав, так как стандарты аккумулируют положительный опыт, полученный в науке и производстве. Однако есть и другие точки зрения — дискуссию о стандартизации в области разработки ПО см. в работе [47]. Авторы считают, что стандарты в IT нужно использовать (обязательно!), но не бояться их исправлять и дополнять, применяя в конкретных ситуациях. Эта точка зрения высказывается одним из авторов в работе [48] применительно к преподаванию в сфере IT.

Список литературы

1. Данилин А., Слосаренко А. Архитектура и стратегия. "Инь" и "Янь" информационных технологий предприятия. М.: Интернет-Университет Информационных Технологий. 2005. 504 с.
2. Зиндер Е. З. Архитектура предприятия в контексте бизнес-реинжиниринга // *Intelligent Enterprise*. 2008. Ч. 1. № 4. С. 46; Ч. 2. № 7. С. 183.
3. Op't Land M., Proper E., Waage M., Cloo J., Steghuis C. *Enterprise Architecture: Creating Value by Informed Governance*. Berlin: Springer-Verlag, 2009. 146 p.
4. Калянов Г. Н. Архитектура предприятия и инструменты ее моделирования // *Автоматизация в промышленности*. 2004. № 7. С. 9–12.
5. Buckl S. 7 EAM tools: State-of-the-Art [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.hpi.uni-potsdam.de/hirschfeld/teaching/past/itua12/media/Itua12_07_EAMTools.pdf, свободный. Яз. англ. (дата обращения 02.09.2013).
6. Ross D. T. Structured Analysis (SA): A Language for Communicating Ideas // *IEEE Transactions Software Engineering*. 1977. V. 3, № 1. P. 16–34.
7. Bittler R. S. *Magic Quadrant for Enterprise Architecture Tools*. Gartner, 2012. G00234030. 28 p.
8. Менеджмент по нотам: технология построения эффективных компаний / Под ред. Л. Ю. Григорьевой. М.: Альпина Паблишерз, 2010. 694 с.
9. Григорьев Л. Ю., Кудрявцев Д. В. Организационное проектирование на основе онтологий // *Научно-технические ведомости СПбГПУ. Сер. "Информатика. Телекоммуникации, Управление"*. 2012. № 1 (140). С. 22–27.
10. Kudryatsev D. V., Grigoriev L. Y., Kislova V. V., Zablotsky A. V. Using ORG-Master for knowledge based organizational change // *Information Theories & Applications*. 2006. V. 13, N 2. P. 131–139.
11. Kudryatsev D. V., Grigoriev L. Y. Ontology-based business architecture engineering technology // *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, Vol. 213: New Trends in Software Methodologies, Tools and Techniques. Amsterdam: IOS Press, 2011. P. 233–252.
12. Grigoriev L., Kudryatsev D. Non-diagrammatic method and multi-representation tool for integrated architecture and business process engineering // *Proceedings of 15th IEEE Conference on Business Informatics (CBI 2013)*. Vienna, Austria. 15–18 July, 2013. Danvers: IEEE Computer Society Conference Publishing Services (CPS), 2013. P. 258–263.
13. Кудрявцев Д. В. Разработка моделей и методов обработки знаний в области организационного проектирования на основе онтологий: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.01; 05.13.11. Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. СПб. 2009.
14. Григорьев Л. Ю., Заблочкин А. А., Кудрявцев Д. В. Технология наполнения баз знаний онтологического типа // *Научно-технические ведомости СПбГПУ. Сер. "Информатика. Телекоммуникации. Управление"*. 2012. № 3 (150). С. 27–36.
15. Grigoriev L., Kudryatsev D. ORG-Master: Combining Classifications, Matrices and Diagrams in the Enterprise Architecture Modeling Tool // *Proceedings of the 4th Conference on Knowledge Engineering and Semantic Web, October 7–9, 2013*. Communications in Computer and Information Science (CCIS) Series, Springer, 2013. P. 250–258.
16. Кудрявцев Д. В., Кознов Д. В., Григорьев Л. Ю. Новые возможности языка моделирования ОРГ-Мастер // *Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики*. 2013. № 6 (86). С. 79–85.
17. Григорьев Л. Ю., Кудрявцев Д. В., Кознов Д. В. Обзор языка моделирования ОРГ-Мастер // *Системное программирование*. 2013. Т. 8, № 1. Принято к печати.
18. Павлинов А. А., Кознов Д. В., Перегудов А. Ф., Бугайченко Д. Ю., Казакова А. С., Чернячик Р. И., Иванов А. Н. О средствах разработки проблемно-ориентированных визуальных языков // *Системное программирование*. 2006. Т. 2, № 1. С. 116–141.
19. Сорокин А. В., Кознов Д. В. Обзор Eclipse Modeling Project // *Системное программирование*. 2010. Т. 5, № 1. С. 6–32.
20. MetaEdit+. URL: <http://www.metacase.com/>
21. Kelly S., Tolvanen J.-P. *Domain-Specific Modeling: Enabling Full Code Generation*. John Wiley & Sons, 2008. 340 p.
22. Терехов А. Н., Брыксин Т. А., Литвинов Ю. В., Смирнов К. К., Никандров Г. А., Иванов В. Ю., Такун Е. И. Архитектура среды визуального моделирования QReal // *Системное программирование*. 2009. Т. 4. С. 172–197.
23. Осечкина М. С., Брыксин Т. А., Литвинов Ю. В., Кириленко Я. А. Поддержка жестов мышью в Meta-CASE-системах // *Системное программирование*. 2010. Т. 5, № 1. С. 52–75.
24. Терехов А. Н., Брыксин Т. А., Литвинов Ю. В. QReal: платформа визуального предметно-ориентированного моделирования // *Программная инженерия*. 2013. № 6. С. 11–19.
25. Terekhov A. N., Romanovskii K. Yu., Koznov D. V., Dolgov P. S., Ivanov A. N. RTST++: Methodology and CASE Tool for the Development of Information Systems and Software for Real-Time systems // *Programming and Computer Software*. 1999. V. 25, N 5. P. 276–281.
26. Терехов А. Н. RTST — технология программирования встроенных систем реального времени. Записки семинара кафедры системного программирования "Case-средства RTST++". 1998. С. 3.
27. Сухов А. О. Инструментальные средства создания визуальных предметно-ориентированных языков моделирования // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 4. С. 848–852.
28. Кознов Д. В., Перегудов А. Ф., Бугайченко Д. Ю., Чернячик Р. И., Казакова А. С., Павлинов А. А. Визуальная среда проектирования систем телевизионного вещания // *Системное программирование*. 2006. Т. 2, № 1. С. 142–168.
29. Кознов Д. В. Предметно-ориентированное визуальное решение для сбора и упорядочивания информации при разработке информационной Web-системы // *Компьютерные инструменты в образовании*, 2013. Принято к печати.
30. MEGA Studio User Guide. 2-nd Edition (November 2011). MEGA International. 114 p.
31. Каменова М., Громов А., Ферапонтов М., Шматалюк А. Моделирование бизнеса. Методология ARIS. Практическое руководство. М.: Весть-Мета Технология, 2001. 333 с.
32. SMap. URL: <http://smap.ihmc.us/download/>
33. Иванов А. Н. Технологическое решение Real-IT: создание информационных систем на основе визуального моделирования // *Системное программирование*. 2005. Т. 1. № 0. С. 89–100.
34. Иванов А. Н., Стригун С. С. Технологическое решение Real-IT: автоматизированная разработка пользовательского интерфейса информационных систем // *Системное программирование*. 2005. Т. 1, № 0. С. 124–147.
35. Иванов А. Н. Механизм поддержки циклической разработки ИС в рамках модельно-ориентированного подхода // *Системное программирование*. 2005. Т. 1, № 0. С. 101–123.
36. Sendall S. and Küster J. Taming Model Round-Trip Engineering // *Proceedings of Workshop on Best Practices for Model-Driven Software Development*. 2004. P. 1–10.
37. Кознов Д. В., Иванов А. Н., Мишкин А. И., Залевский Я. И. Поддержка концептуального моделирования при разработке визуальных языков с использованием Microsoft DSL TOOLS // *Системное программирование*. 2009. Т. 4. С. 104–127.
38. Костырко А., Кудрявцев Д., Григорьев Л., Кислова В., Жулин А., Сиянтулина Л., Ермаков Р. Моделирование комплексов городского хозяйства для системного развития ИКТ города // *Сборник трудов конференции "Инженерия знаний и технологии семантического веба — 2012"*, 1–9 октября, 2012. Санкт-Петербург, Россия. СПб: СПбГУ ИТМО, 2012. С. 81–88.
39. Холтыгина Н. А., Кознов Д. В. Обзор реализации механизма циклической разработки диаграмм классов и программного кода в современных UML-средствах // *Системное программирование*. 2010. Т. 5, № 1. С. 76–94.
40. Гаврилова Т. А., Лешева И. А., Кудрявцев Д. В. Использование моделей инженерии знаний для подготовки специалистов в области информационных технологий // *Системное программирование*. 2012. Т. 7, № 1. С. 90–105.
41. The Mind Mapping Software Blog. URL: <http://mindmapping.typepad.com/>
42. Koznov D., Pliskin M. Computer-Supported Collaborative Learning with Mind-Maps // *Communications in Computer and Information Science*. 2008. V. 17. CCIS. P. 478–489.
43. Кознов Д. В., Ларчик Е. В., Плискин М. М., Артамонов Н. И. О задаче слияния карт памяти (Mind Maps) при коллективной разработке // *Программирование*. 2011. Т. 37, № 6. С. 56–66.
44. Ларчик Е. В., Кознов Д. В., Плискин М. М. Реализация механизма слияния карт памяти (Mind Maps) в продукте Comapping // *Системное программирование*. 2011. Т. 6, № 1. С. 6–25.
45. Business Process Model and Notation (BPMN). Version 2.0. OMG. January 2011. 538 p.
46. Терехов А. А., Терехов А. Н. Computing Curricula: software engineering и российское образование // *Открытые системы. СУБД*. 2006. № 8. С. 61–66.
47. Henderson-Sellers B., Ralyté J. Situational Method Engineering: State-of-the-Art Review // *Journal of Universal Computer Science*. 2010. V. 16, N 3. P. 424–478.
48. Кознов Д. В. Методика обучения программной инженерии на основе карт памяти // *Системное программирование*. 2008. Т. 3, № 1. С. 121–140.