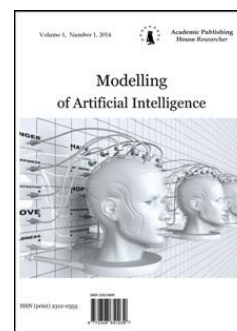


Copyright © 2015 by Academic Publishing House *Researcher*

Published in the Russian Federation
Modeling of Artificial Intelligence
Has been issued since 2014.
ISSN: 2312-0355
Vol. 6, Is. 2, pp. 82-89, 2015

DOI: 10.13187/mai.2015.6.82

www.ejournal11.com

UDC 004.031.42:65.011.56

Constructing Domain model for Scientific Activity Management System

¹ Aleksei A. Korobko² Anna V. Korobko

¹ Institute of Computational Modelling of the Siberian Branch of the RAS (ICM SB RAS), Russian Federation

660036, Krasnoyarsk, 50, bil. 44, Akademgorodok

Programmer engineer

E-mail: agok@icm.krasn.ru

² Institute of Computational Modelling of the Siberian Branch of the RAS (ICM SB RAS), Russian Federation

660036, Krasnoyarsk, 50, bil. 44, Akademgorodok

PhD (technical sciences), scientist

E-mail: lynx@icm.krasn.ru

Abstract

Main requirements to typical system for scientific activity management are described in the paper. The reasons of the Model Driven Architecture usage for the typical system constructing are presented. Original meta-metamodel is suggested. Domain (real-word) relational data model for metadata storage is described. The proposed model is embodied in Scientific Activity Management System for ICM SB RAS.

Keywords: scientific activity results, web-system, ad-hoc data consolidation, model driven architecture, dynamic generating user interface, relational data model.

Введение

В условиях реорганизации институтов Российской академии наук актуальна задача автоматизация учета и анализа результатов научной деятельности. Постоянное изменение системы оценки качества работы научных учреждений привело к тому, что на рынке информационных технологий нет готовых решений способных автоматизировать процесс управления научной деятельностью [1, 2].

Решить проблемы, связанные с вводом новых критериев оценки результативности, либо добавлением показателей учёта деятельности в смежных областях можно путем создания настраиваемой на меняющиеся потребности пользователей (адаптивной) типовой системы автоматизации учёта результатов научной деятельности. Типовая система должна обеспечивать ведение, хранение, аналитическую обработку данных о результатах научной деятельности, а также динамическое расширение тематического наполнения.

Наиболее перспективный подход, позволяющий достичь нужного уровня адаптируемости типовой информационной системы, – технология Model Driven Architecture (MDA) [3]. Специалистами ИВМ СО РАН на основе модельно-ориентированного подхода построена система учета результатов научной деятельности [4]. Концептуальное ядро системы представлено управляющей моделью (мета-метамоделью). Управляющая модель содержит описание основных объектов научной деятельности и виды связей между ними.

В статье предложено формальное описание концептуальной мета-метамоделю научной деятельности в терминах теории множеств. Описан процесс построения прикладной модели типовой системы учета результатов научной деятельности, на основе концептуальной модели предметной области. Представлен порядок автоматической генерации пользовательского интерфейса на основе метаданных прикладной модели.

Прикладная модель типовой системы

Технология MDA основывается на построении абстрактной метамоделю управления, обмена метаданными (моделями) и задании способов их трансформации в поддерживаемые технологии программирования [3]. Классическая четырёхуровневая архитектура моделирования включает: мета-метамоделю (M3), модель языка моделирования [5]; метамоделю (M2), метамоделю различных специфических областей приложения; модель (M1), метаданные; пользовательские данные (M0), экземпляры концептов определённых на уровне M1 [6]. Модели M3 и M2 представляют абстрактный уровень разработки программного обеспечения. Начиная со слоя моделей (M1), расположены модели прикладного уровня.

Мета-метамоделю системы учета результатов научной деятельности содержит описание двух основных классов объектов: класс «Объект научной деятельности» и класс «Атрибут научной деятельности» (Рис. 1). Обозначим множество объектов класса «Объект научной деятельности» как N . Объекты класса «Атрибут научной деятельности» описываются тройкой $F=(A, T, D)$, где A – наименование атрибута, T – обозначает имя специализированного типа атрибута, D – флаг темпоральности атрибута. Создание самостоятельного класса «Атрибут научной деятельности» позволяет исключить дублирование общих свойств объектов, представляющих сложные (неатомарные) объекты реального мира, облегчая процесс модификации метамоделю системы. Мета-метамоделю содержит также дополнительный класс «Тип научной активности», экземпляры этого класса описывают основные направления оценки эффективности научной деятельности. Обозначим множество объектов класса «Тип научной активности» как G .

В рамках мета-метамоделю задан ряд отношений, определяющий связи между экземплярами (объектами) классов модели. Между объектами научной деятельности определены два вида отношений, «Вложенность» и «Зависимость». Одно-многочленное отношение «Вложенность» – φ , задано на множестве N , $\varphi \subseteq N \times N$. Отношение φ обладает следующими свойствами: антирефлексивность, асимметричность, транзитивность. Отношение предназначено для задания организационной иерархии объектов научной деятельности. Одно-многочленное отношение «Зависимость», обозначим его, как χ , задано на множестве N , $\chi \subseteq N \times N$. Отношение позволяет связывать объекты друг с другом, реализуя различные функциональные взаимодействия. Много-многочленное соответствие между объектами и атрибутами научной деятельности – «Обладание», обозначим как θ , где $\theta \subseteq N \times F$. Одно-многочленное соответствие между объектами и типами научной активности – «Группировка», обозначим как ψ , где $\psi \subseteq N \times G$. Введенные обозначения задают формальную модель уровня M3 для типовой системы учета результатов научной деятельности.

В соответствии с рекомендациями консорциума, занимающегося разработкой и продвижением объектно-ориентированных технологий и стандартов (Object Management Group, OMG), на рисунке 1 представлено графическое описание управляющей модели в нотации UML для типовой системы учёта научной деятельности, обеспечивающее сквозную спецификацию (нотацию) в моделях абстрактного уровня. Классы UML диаграммы представляют описанные выше множества объектов предметной области и порядок их взаимодействия.

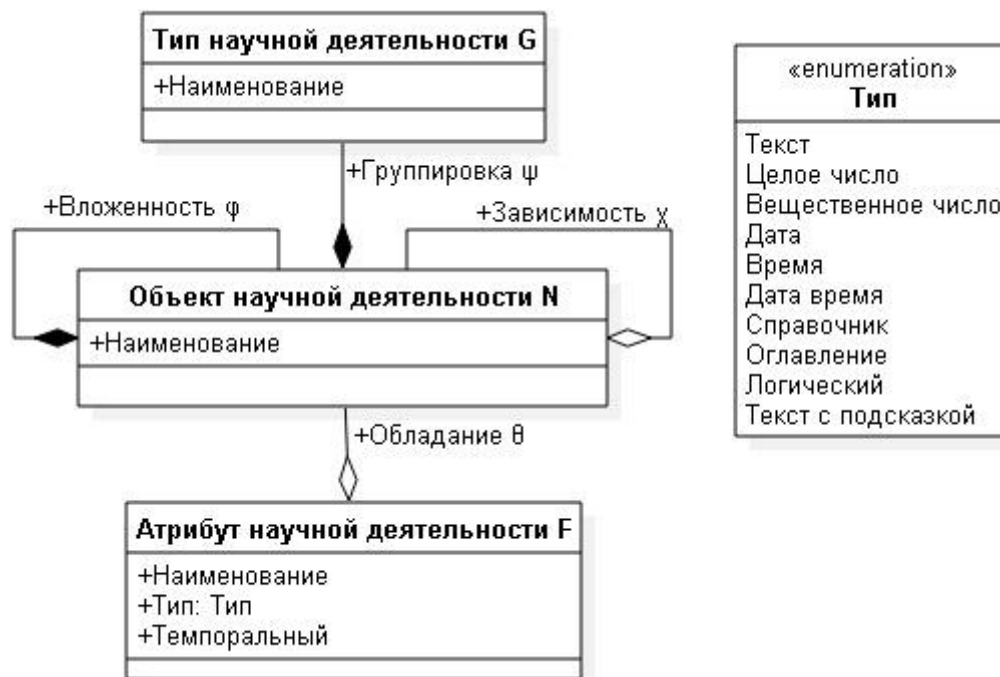


Рис. 1. Мета-мета-модель (M3)

Исходя из спецификации заданной в UML мета-мета-модели M3, на уровне метамоделей M2 строятся объектные модели, описывающие интересные нас аспекты предметной области. В соответствии с формальной моделью M3, на уровне M2 происходит формирование (наполнение) множеств N , F , G и определение конкретных пар объектов находящихся в отношениях φ , χ , θ и ψ .

В рамках автоматизации процесса учёта результатов научной деятельности ИВМ СО РАН, построена мета-модель (управляющая модель) публикационной активности (Рис. 2), проектной деятельности, научных мероприятий и др.

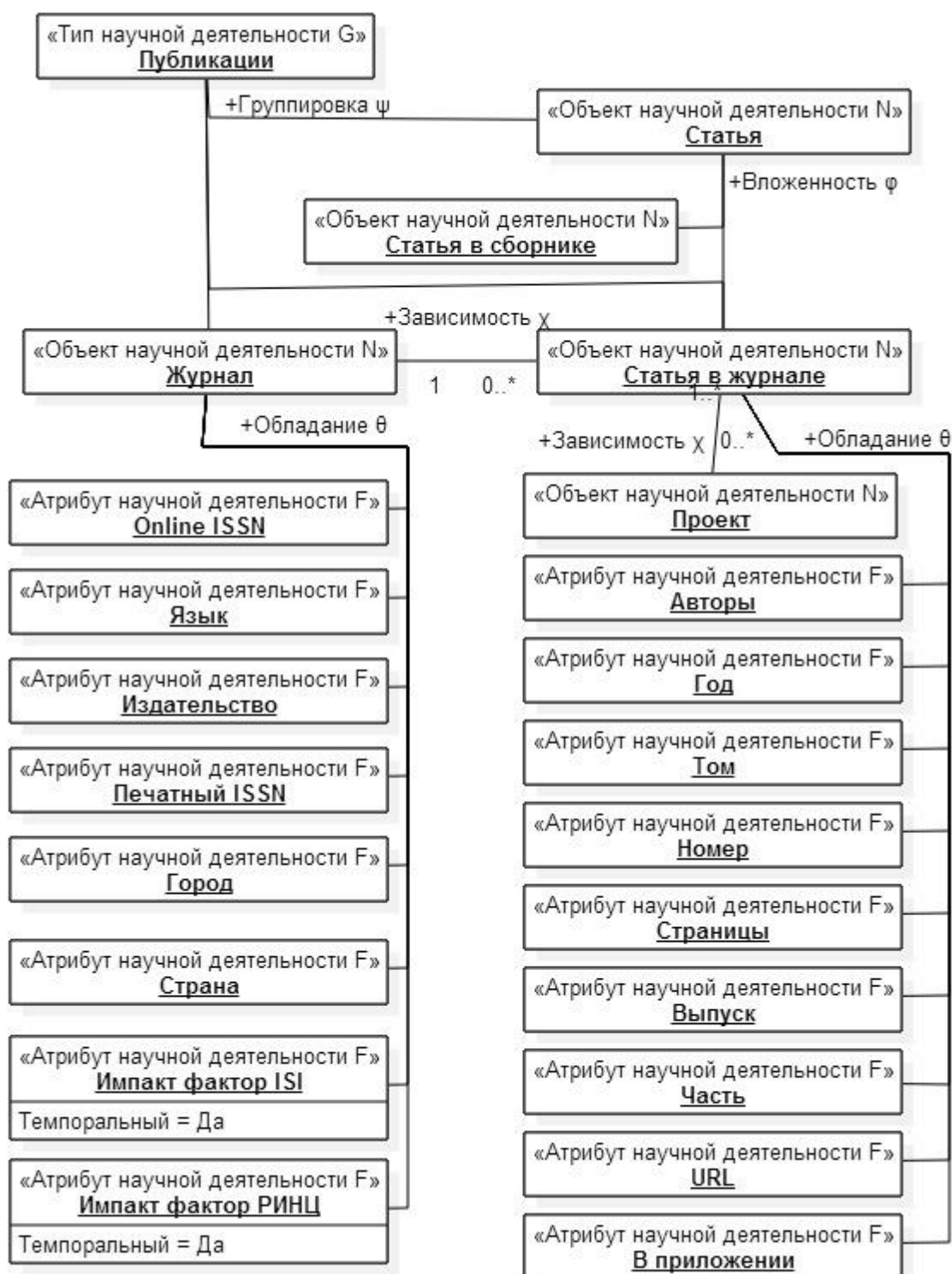


Рис. 2. Метамодел публикационной активности (M2)

Основываясь на мета-метамоделе M3, строится реляционная модель метаданных (Рис. 3), которая является частью прикладной модели уровня M1. Поскольку M1 – это прикладной уровень, реляционная модель реализована в выбранной СУБД и наполнена данными об объектах, описанных на уровне M2.

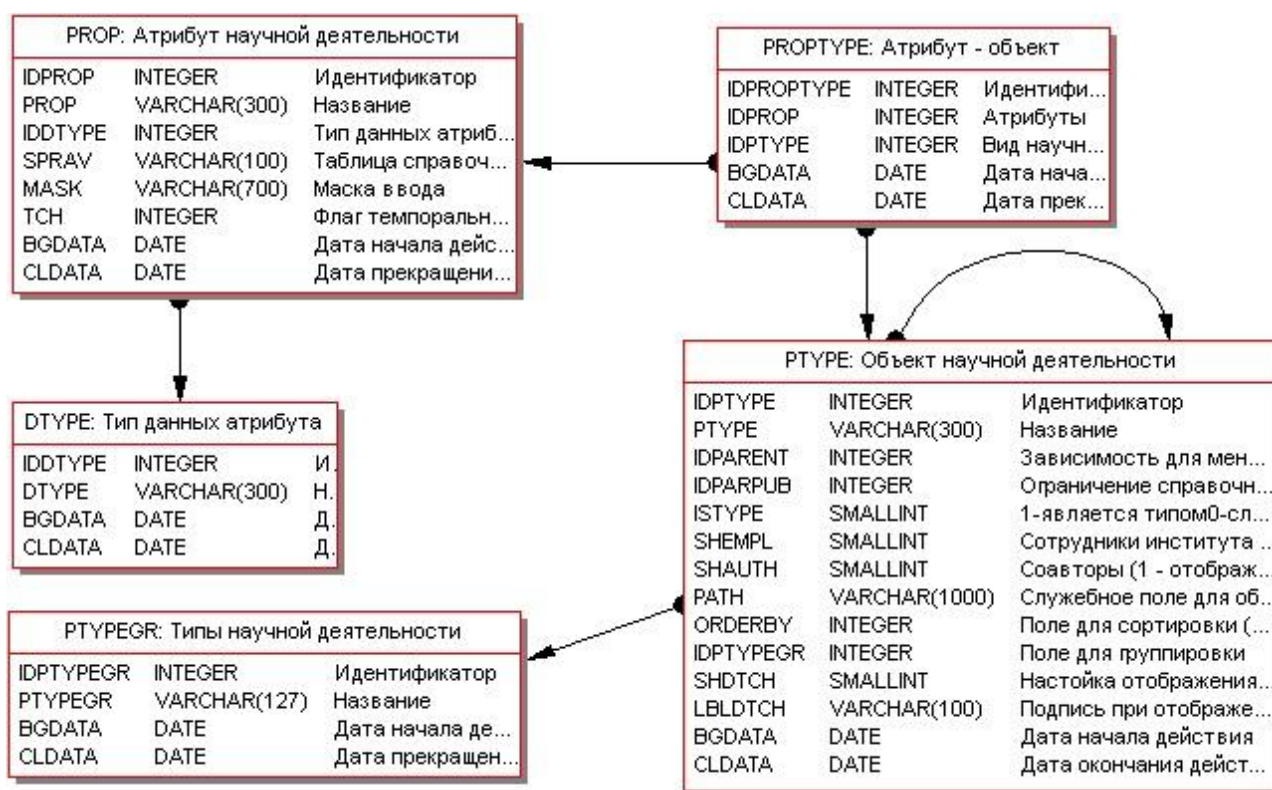


Рис. 3. Реляционная модель метаданных

Каждому множеству объектов формальной мета-метамодели ставится в соответствие таблица реляционной модели. В таблице наряду с описанными на уровне М3 свойствами объектов хранится служебная информация, используемая при построении интерфейса пользователя. Одно-многозначные отношения хранятся в базе в виде внешних ключей, а много-многозначные отношения в виде таблиц-связей. К реляционной модели метаданных относятся таблицы: PTYPE, объекты научной деятельности; PTYPEGR, типы научной активности; PROTYPE, таблица связи атрибутов и объектов; PROP, атрибуты научной деятельности; DTYPE, типы данных атрибутов.

Множество объектов класса «Объект научной деятельности» (N) хранятся в таблице PTYPE, которая согласно М3 содержит обязательное поле наименования объекта (PTYPE). Информация об отношениях хранится во внешних ключах: «Вложенность» (φ) в поле IDPARENT; «Зависимость» (χ) в поле IDPARPAB. Экземпляры класса «Тип научной активности» (G) хранятся в таблице PTYPEGR, а соответствие – ψ , между типами и объектами хранится в поле IDPTYPEGR таблицы PTYPE.

Объекты класса «Атрибут научной деятельности» хранятся в таблице PROP, и поскольку они описываются тройками ($F=(A, T, D)$), таблица PTYPE содержит три обязательных поля: наименование – PROP (A), тип – IDPTYPE (T) и флаг темпоральности – TCH (D). Тип данных атрибута может принимать значения только из заданного списка, он реализован в виде внешнего ключа связывающего таблицу PTYPE со справочником DTYPE. Много-многозначное соответствие между объектами и атрибутами научной деятельности – «Обладание» (θ) реализовано в виде таблицы связи PROTYPE.

В таблицах разработанной реляционной модели наряду с обязательными полями, наличие которых продиктовано мета-метамоделью М3, созданы также дополнительные служебные поля, необходимые для динамической настройки системы, в том числе формирования интерфейса (Рис. 4).

Система учёта научной деятельности: Публикации

Монография Издание Статья Автореферат Учебные материалы Публикация в материалах Препринт

Статья в журнале

Название: Краевые условия в методе конечных элементов для уравнений Навье-Стокса

Авторы: Шайдуров В.В. Щепановская Г.И. Якубович М.В.

Журнал: Образовательные ресурсы и технологии

Год: 2014

Том:

Номер: 1(4)

Страницы: 162-170

doi:

Выпуск:

Часть:

URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=21164460>

В приложении:

Проекты:

Фильтровать Отчёт Очистить Сохранить Сохранить как новую Удалить

Рис. 4. Интерфейс редактирования объекта «Статья в журнале»

На рисунке 4 представлен интерфейс редактирования объекта «Статья в журнале». Данный интерфейс сгенерирован автоматически на основании метаданных содержащих информацию о метамодели М2 (Рис. 2). Редактор содержит (включает) интерфейсные элементы соответствующие:

- обязательным полям («Наименование»);
- объектам множества F , находящимся в отношении θ со статьёй в журнале, принадлежащей множеству N («Авторы», «Год», «Том», «Номер», «Страницы», «Выпуск», «Часть», «URL», «В приложении»);
- объектам множества N , находящимся в отношении χ со статьёй в журнале, принадлежащей множеству N («Журнал», «Проект»).

Выбор элемента управления при генерации интерфейса основывается на специализированном типе атрибута T объекта множества F (поле редактирования, раскрывающийся список, флаговая кнопка). Обязательное поле наименования объекта реализовано как поле редактирования. Отношения θ между объектами реализованы в виде раскрывающихся списков с возможностью множественного выбора.

Использование метаданных для формирования интерфейса системы за счёт исключения этапа перекодирования позволяет существенно снизить время адаптации системы к меняющимся потребностям пользователей. Функционал системы обеспечивает возможность управления пользовательским интерфейсом в режиме реального времени, за счет редактирования прикладной модели.

Заключение

Предложенная реляционная модель хранения метаданных системы учёта научной деятельности представляет логическую основу для дальнейшего развития прикладной типовой системы автоматизации работы научных организаций. Использование предложенной прикладной модели в ядре системы позволяет формировать обоснованные, опирающиеся на первичные данные оценки эффективности научной организации. С другой стороны, использование предложенной модели делает ядро гибким, хорошо адаптируемым к постоянному расширению системы оценки качества.

Система учета результатов научной деятельности, использующая предложенную прикладную модель, внедрена и успешно используется в Институте вычислительного моделирования СО РАН с 2011 года. База данных системы хранит информацию о почти 2000 объектах научной деятельности, сгруппированных по основным тематическим разделам.

Примечания:

1. Говорков А. С. Автоматизация организационно-управленческих аспектов научной деятельности вуза // Университетское управление: практика и анализ. 2009. № 6 (64). С. 13–18.
2. Тихонов А.Н., Столяров Д.Ю. Использование автоматизированных систем управления деятельностью российских вузов // Научно-методический журнал «Информатизация образования и науки». 2010. №15. С.88-102.
3. Paige R. F., Hartman A., & Rensink A. (Eds.) (2009). Model Driven Architecture – Foundations and Applications: 5th European Conference, ECMDA-FA 2009, Enschede, The Netherlands, June 23-26, 2009. Proceedings. (Lecture Notes in Computer Science; Vol. 5562). Springer. 10.1007/978-3-642-02674-4.
4. Коробко А.А., Коробко А.В. Структура системы анализа научной деятельности // Материалы конференции «Проблемы информатизации региона». Красноярск. 2011. С. 131-135.
5. Seidewitz E. What Models Mean // IEEE Software. 2003. Vol. 20, No. 5. P.26-32.
6. Atkinson C., Kühne T. Model-Driven Development: A Metamodeling Foundation (Spec. issue on Model-Driven Development) // IEEE Software. 2003. Vol. 20, No. 5. P.36-41.

References:

1. Govorkov A. S. Avtomatizatsiya organizatsionno-upravlencheskikh aspektov nauchnoi deyatel'nosti vuza // Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz. 2009. № 6 (64). S.13–18.
2. Tikhonov A.N., Stolyarov D.Yu. Ispol'zovanie avtomatizirovannykh sistem upravleniya deyatel'nost'yu rossiiskikh vuzov // Nauchno-metodicheskii zhurnal «Informatizatsiya obrazovaniya i nauki». 2010. №15. S.88-102.
3. Paige R. F., Hartman A., & Rensink A. (Eds.) (2009). Model Driven Architecture – Foundations and Applications: 5th European Conference, ECMDA-FA 2009, Enschede, The Netherlands, June 23-26, 2009. Proceedings. (Lecture Notes in Computer Science; Vol. 5562). Springer. 10.1007/978-3-642-02674-4.
4. Korobko A.A., Korobko A.V. Struktura sistemy analiza nauchnoi deyatel'nosti // Materialy konferentsii «Problemy informatizatsii regiona». Krasnoyarsk. 2011. S. 131-135.
5. Seidewitz E. What Models Mean // IEEE Software. 2003. Vol. 20, No. 5. P.26-32.
6. Atkinson C., Kühne T. Model-Driven Development: A Metamodeling Foundation (Spec. issue on Model-Driven Development) // IEEE Software. 2003. Vol. 20, No. 5. P.36-41.

УДК 004.031.42:65.011.56

**Построение прикладной модели системы учёта результатов
научной деятельности**

¹ Алексей Александрович Коробко

² Анна Владимировна Коробко

¹ Институт вычислительного моделирования Сибирского отделения РАН (ИВМ СО РАН),
Российская Федерация
660036, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Академгородок, д.50, стр. 44
Инженер-программист
E-mail: agok@icm.krasn.ru

² Учреждение Российской академии наук Институт вычислительного моделирования
Сибирского отделения РАН (ИВМ СО РАН), Российская Федерация
660036, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Академгородок, д.50, стр. 44
Кандидат технических наук, научный сотрудник
E-mail: lynx@icm.krasn.ru

Аннотация. В работе описаны основные требования, предъявляемые к типовой системе учёта результатов научной деятельности. Обоснован выбор технологии Model Driven Architecture для реализации типовой системы. Описана управляющая мета-мета-модель. Предложена прикладная реляционная модель хранения метаданных. Структура предложенной модели реализована при создании системы учета результатов научной деятельности в ИВМ СО РАН

Ключевые слова: результаты научной деятельности, веб-система, оперативный сбор данных, модельно-ориентированный подход, динамическая генерация пользовательского интерфейса, реляционная модель данных.