

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРС ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАТТЕРНОВ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Загорулько Юрий Алексеевич

к.т.н., зав. лабораторией, e-mail: zagor@iis.nsk.su,

Боровикова Олеся Игнатьевна

м.н.с., e-mail: olesya@iis.nsk.su,

Загорулько Галина Борисовна

н.с., e-mail: gal@iis.nsk.su,

Шестаков Владимир Константинович

м.н.с., e-mail: shestakov@iis.nsk.su,

Институт систем информатики им. А.П. Ершова СО РАН,
630090 г. Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, 6.

Аннотация. В настоящее время онтологии стали самым популярным средством формализации и систематизации знаний. В связи с этим появилась потребность в технологии, позволяющей вовлекать в процесс построения онтологий специалистов в конкретных предметных областях. Для поддержки такой технологии в ИСИ СО РАН разрабатывается система автоматизированного построения онтологий научных предметных областей на основе паттернов онтологического проектирования. В статье представлен подход к разработке интернет-ресурса, поддерживающего использование таких паттернов при построении онтологий.

Ключевые слова: научная предметная область, онтология, паттерны онтологического проектирования, интернет-ресурс

Цитирование: Загорулько Ю.А., Боровикова О.И., Загорулько Г.Б., Шестаков В.К. Интернет-ресурс для поддержки использования паттернов онтологического проектирования // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2020. № 3 (19). С. 5-13. DOI: 10.38028/ESI.2020.19.3.001.

Введение. В связи с тем, что онтологии стали основным средством формализации и систематизации знаний в научных предметных областях (НПО), появилась потребность в методах и программных средствах, позволяющих привлекать к процессу построения онтологий не только инженеров знаний, но и специалистов в конкретных предметных областях. Однако существующие инструменты онтологического моделирования довольно трудны для освоения такими специалистами. Эффективным решением данной проблемы мог бы стать подход, поддерживающий создание онтологий из готовых блоков или фрагментов. В качестве таких блоков или фрагментов в последнее время применяются паттерны онтологического проектирования (Ontology Design Patterns или сокращенно – ODPs) [4, 10], представляющие собой описания проверенных на практике решений проблем онтологического моделирования.

В настоящее время создано и развивается несколько каталогов паттернов онтологического проектирования (ОП) [7, 9, 13, 14]. Наиболее представительный из них размещен на портале Ассоциации ODPA (Association for Ontology Design & Patterns) [7],

созданном в рамках проекта NeOn [12]. В данном каталоге представлена обширная коллекция известных на данный момент паттернов онтологического проектирования. Однако этот каталог обладает рядом недостатков. Во-первых, лишь небольшая часть представленных на нем паттернов пригодна для использования при разработке онтологий научных предметных областей. Во-вторых, для практического применения паттернов ОП в научных проектах требуется не только их систематизация, но и поддержка их совместного использования, а для этого требуются установление семантических связей между паттернами ОП и их детальное описание.

В ИСИ СО РАН разрабатывается система, поддерживающая автоматизированное построение онтологий научных предметных областей на основе паттернов ОП [4]. Для удобного доступа к паттернам ОП, входящим в эту систему, создается специализированный интернет-ресурс. В данной статье представлен подход к разработке такого интернет-ресурса.

1. Разработка онтологий на основе паттернов онтологического проектирования.

При разработке и пополнении онтологии в основном используются четыре типа паттернов ОП: структурные паттерны (Structural ODPs), паттерны содержания (Content ODPs), паттерны представления (Presentation ODPs) и лексико-синтаксические паттерны (Lexico-Syntactic ODPs).

Существует два вида *структурных паттернов*. Первые из них фиксируют способы решения проблем, вызванных ограничениями выразительных возможностей языков описания онтологий (логические паттерны или Logical ODPs), вторые – задают общую (модульную) структуру и вид онтологии (архитектурные паттерны или Architectural ODPs).

Паттерны содержания предназначены для описания типовых фрагментов онтологий, на основе которых могут строиться онтологии различных предметных областей.

Паттерны представления задают рекомендации (правила) по именованию и аннотированию элементов онтологии (соответственно Naming ODPs и Annotation ODPs), применение которых должно повысить читаемость онтологии, а также удобство и простоту ее использования.

Лексико-синтаксические паттерны задают отображения языковых структур в элементы (структуры) онтологии и применяются для автоматизации процесса построения (пополнения) онтологии на основе текстов на естественном языке.

В ИСИ СО РАН развивается подход к построению онтологий НПО [3], его особенностью является использование базовых онтологий, которые включают только самые общие сущности, не зависящие от конкретной предметной области. Большинство сущностей этих онтологий представлены паттернами содержания [15].

Для поддержки данного подхода разрабатывается система автоматизированного построения онтологий НПО на основе разнородных паттернов ОП (рис.1). Эта система включает следующие компоненты: репозиторий базовых онтологий; репозиторий разнородных паттернов ОП; набор языков и форматов, служащих для описания паттернов ОП разного назначения; словарь общенаучной и предметной лексики; редакторы паттернов и онтологий, предназначенные для специализации паттернов и построения онтологий конкретных НПО на основе базовых онтологий и паттернов.

В репозиторий базовых онтологий входят четыре онтологии, реализованные средствами языка OWL [6]: онтология научного знания, онтология научной деятельности, базовая онтология задач и методов, базовая онтология интернет-ресурсов.

Репозиторий паттернов ОП включает как паттерны, разработанные нами для представления научных знаний, так и паттерны ОП, представленные на портале Ассоциации ОДРА [7], пригодные для построения онтологий НПО.

В частности, в репозиторий включены паттерны содержания, служащие для задания таких понятий НПО, как *Объект исследования*, *Предмет исследования*, *Метод исследования*, *Раздел науки*, *Научный результат*, *Научная деятельность*, *Проект* и др.

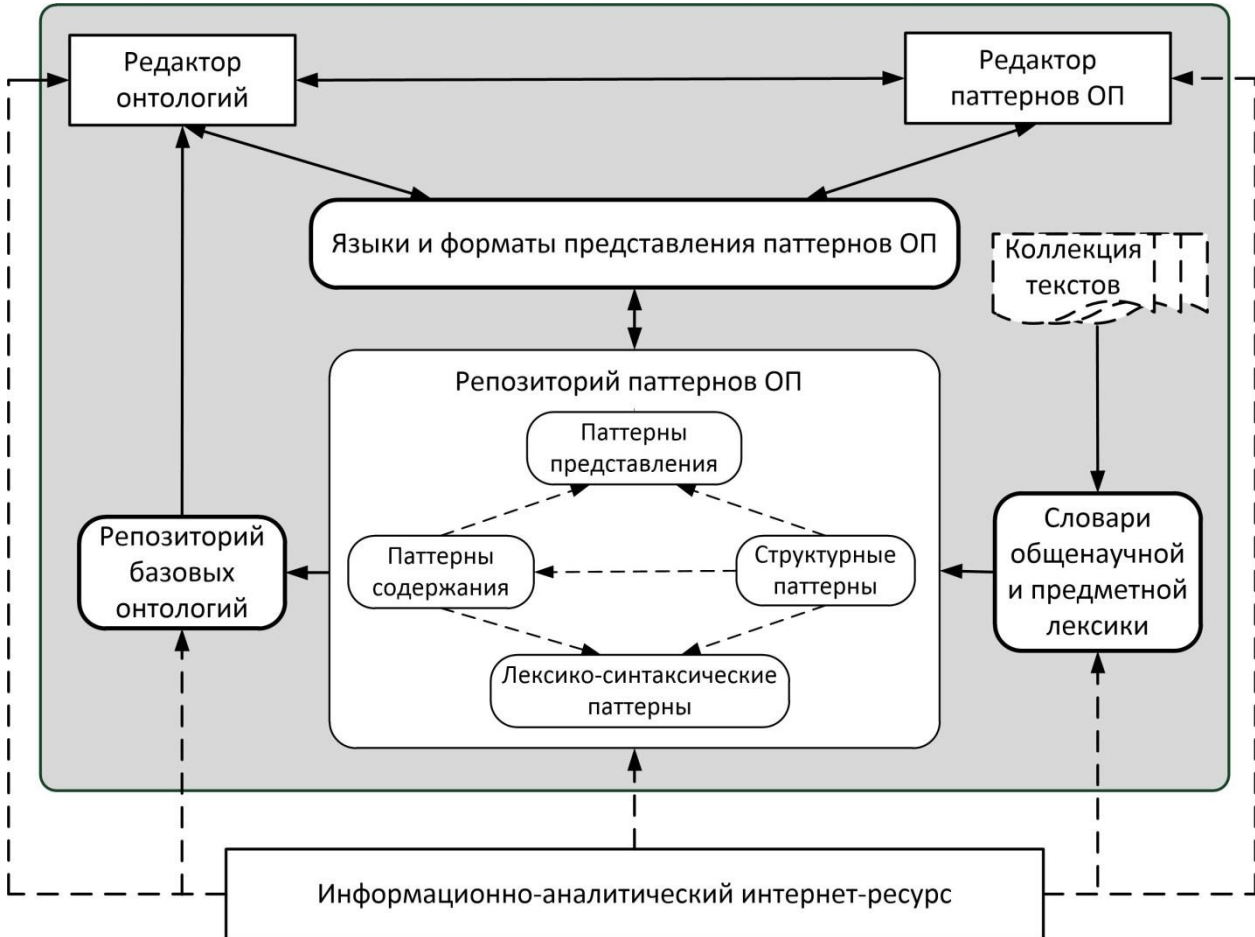


Рис. 1. Система автоматизированного построения онтологий НПО

В целом в репозиторий паттернов ОП входят паттерны четырех типов: структурные логические паттерны, паттерны содержания, паттерны представления и лексико-синтаксические паттерны. Первые три типа паттернов ОП реализованы на популярном языке спецификации онтологий OWL [6], для описания паттернов ОП четвертого типа используются специальные языки и форматы [2, 5].

Для обеспечения пользователя подробной информацией обо всех паттернах, входящих в эту систему, а также для их систематизации и поддержки совместного использования при построении онтологий НПО, создается информационно-аналитический интернет-ресурс (ИАИР). Его принципиальной особенностью является то, что он, в отличие от каталога ОДРА, строится на основе онтологии.

2. Онтология интернет-ресурса «Паттерны онтологического проектирования».

Онтология рассматриваемого интернет-ресурса служит как для формализации и систематизации знаний, данных и информационных ресурсов, относящихся к паттернам ОП, так и для организации содержательного доступа к ним. Данная онтология построена на базе

ранее разработанных в нашем коллективе онтологий научной деятельности и научного знания [3] и реализована средствами языка OWL.

Существенную часть онтологии образуют описания паттернов ОП, поэтому ядро этой онтологии составляют класс *Паттерн онтологического проектирования*, задающий основные свойства паттернов ОП, и его подклассы, служащие для представления различных типов паттернов ОП.

Описание свойств паттернов ОП выполняется на основе формата, предложенного на портале ассоциации ОДРА. В соответствии с ним в описание паттерна включаются сведения о его авторе и области применения, его текстовое описание, графическое представление, ссылки на другие паттерны, набор сценариев и примеров использования. Паттерн содержания дополнительно может снабжаться ссылками на паттерны, которые им специализируются, а также набором вопросов компетенции (Competency questions) [11].

Систематизация паттернов ОП, представленных в контенте ресурса, выполняется по разным основаниям: по типам решаемых проблем онтологического моделирования, их назначению, видам онтологии (формальная онтология, онтология верхнего уровня, предметная онтология и т.п.) и предметным областям.

Для систематизации паттернов ОП по типам решаемых проблем была взята за основу классификация, предложенная в исследовательском проекте NeOn [12]. Эта классификация включает уже упомянутые выше категории паттернов, а также паттерны соответствия (Correspondence ODPs) и паттерны логического вывода (Reasoning ODPs). При этом группа паттернов представления была дополнена нами паттернами визуализации.

Соответственно для представления различных типов паттернов вводятся такие классы, как *Структурный паттерн*, *Паттерн содержания*, *Паттерн представления* и др.

Онтология паттернов ОП включает также классы, служащие для представления дополнительной информации о разработанных паттернах ОП, в частности, о том, в рамках какой деятельности и для какой предметной области они были разработаны и где используются. Кроме того, онтология паттернов ОП позволяет описывать информацию об исследованиях, выполняемых в онтологическом инжиниринге с использованием паттернов, об информационных ресурсах, создаваемых и используемых в этих исследованиях, об ученых, сообществах, организациях, вовлеченных в процесс таких исследований, о публикациях, посвященных разработке и использованию паттернов. Для этих целей служат классы *Предметная область*, *Деятельность*, *Публикация*, *Событие*, *Персона*, *Организация*, *Информационный ресурс*, *Географическое место*, а также отношения «являетсяРезультатомДеятельности», «относитсяКПредметнойОбласти», «используетсяВДеятельности», «являетсяАвторомПаттерна», «описываетсяВПубликации», «представленНаРесурсе» и др.

С помощью онтологических связей «дополняет», «импортирует», «обобщает», «состоитИз», «специализирует» задаются операции [8] между паттернами содержания. С использованием этих связей выполняется настройка каждого паттерна на моделируемую НПО.

Для обеспечения систематизации и поиска информации о паттернах были введены отношения, связывающие разнородные паттерны. Так, отношение «использует» задает связь между паттерном содержания и структурным паттерном, «используется для представления» – связывает паттерн содержания с паттерном представления, «соответствует» – задает соответствие между лексико-синтаксическим паттерном и паттерном содержания.

3. Реализация интернет-ресурса. На основе описанной выше онтологии был разработан интернет-ресурс «Паттерны онтологического проектирования». При его создании была использована технология разработки интеллектуальных научных интернет-ресурсов (ИНИР) [3], которая предоставляет оболочку ресурса, набор упомянутых выше базовых онтологий и паттернов ОП, а также методику их использования. В состав оболочки также входит редактор данных [1], который поддерживает работу с паттернами ОП, а именно – предоставляет пользователю возможность пополнять онтологию конкретными сущностями на основе включенных в репозиторий структурных паттернов и паттернов содержания.

Как было сказано выше, данный интернет-ресурс входит в состав системы автоматизированного построения онтологий НПО и является своеобразным интеллектуальным справочником, систематизирующим на основе онтологии информацию, относящуюся к паттернам ОП, и предоставляющим к ней содержательный доступ.

The screenshot shows a web interface for 'ПАТТЕРНЫ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ'. The main content area displays the 'Свойства объекта' (Object Properties) for the 'Паттерн содержания' (Content Pattern) of 'Деятельность' (Activity). The properties table includes:

Название	Научная деятельность
Назначение	Паттерн предназначен для описания научной деятельности, проводимой в рамках научных исследований. Элементы описания паттерна представлены такими обязательными классами онтологии, как Объект исследования, Раздел науки, Организация, Персона, и соответствующими отношениями «исследует», «имеет направление», «организуется», «участник».
Квалификационные вопросы	Каково название научной деятельности? В рамках каких разделов науки ведется научная деятельность? Какие научные результаты получены при выполнении деятельности? Какие объекты исследуются в рамках научной деятельности? Кто участвует в деятельности? Какие организации привлечены к деятельности? Каково сокращенное название научной деятельности? Когда началась деятельность? Когда завершилась деятельность? В каких публикациях описана научная деятельность? На каких ресурсах представлена деятельность?

Below the table, the 'Связи объекта' (Object Relationships) section shows:

- используется В Деятельности** (used in Activity):
 - Деятельность: [Проект «Разработка интеллектуальных СППР в слабоформализованных предметных областях на основе сервис-ориентированного подхода и технологий Semantic Web»](#)
 - Деятельность: [Проект «Интеллектуальная поддержка решения задач на пета- и эксафлопсных суперЭВМ»](#)
- относится к предметной области** (related to subject area):
 - Область использования: [Научная предметная область](#)
- является результатом** (is a result of):
 - Деятельность: [Проект «Методы и средства автоматизированного построения онтологий научных предметных областей на основе системы разнородных паттернов онтологического проектирования»](#)

The footer contains the copyright notice '© ИСИ 2015–2020' and the funding information 'Ресурс разработан при финансовой поддержке РФФИ (проект №19-07-00762)'.

Рис. 2. Представление паттерна содержания «Научная деятельность» на интернет-ресурсе «Паттерны онтологического проектирования».

Пользователь может осуществлять навигацию по контенту интернет-ресурса, используя дерево (иерархию) классов онтологии, построенное на основе отношения «общее-частное». При этом он может выбирать объекты любого класса и «работать» с их описаниями. При выборе требуемого класса из дерева классов пользователю выдается список объектов выбранного класса. Информация о свойствах конкретного объекта и его

связях отображается в виде html-страницы. При этом объекты, связанные с рассматриваемым объектом, представляются на его странице в виде содержательных гиперссылок, по которым можно перейти к их детальному описанию.

На рис. 2 показана страница интернет-ресурса. В левой части страницы расположена иерархия классов онтологии паттернов ОП, а в правой части – описание паттерна содержания «Научная деятельность». Здесь представлено название паттерна, описано его назначение, приведены квалификационные вопросы, а также связи паттерна с предметными областями и проектами, в рамках которых он разрабатывался и использовался.

Графическое представление паттерна *Научная деятельность* показано на рис. 3.

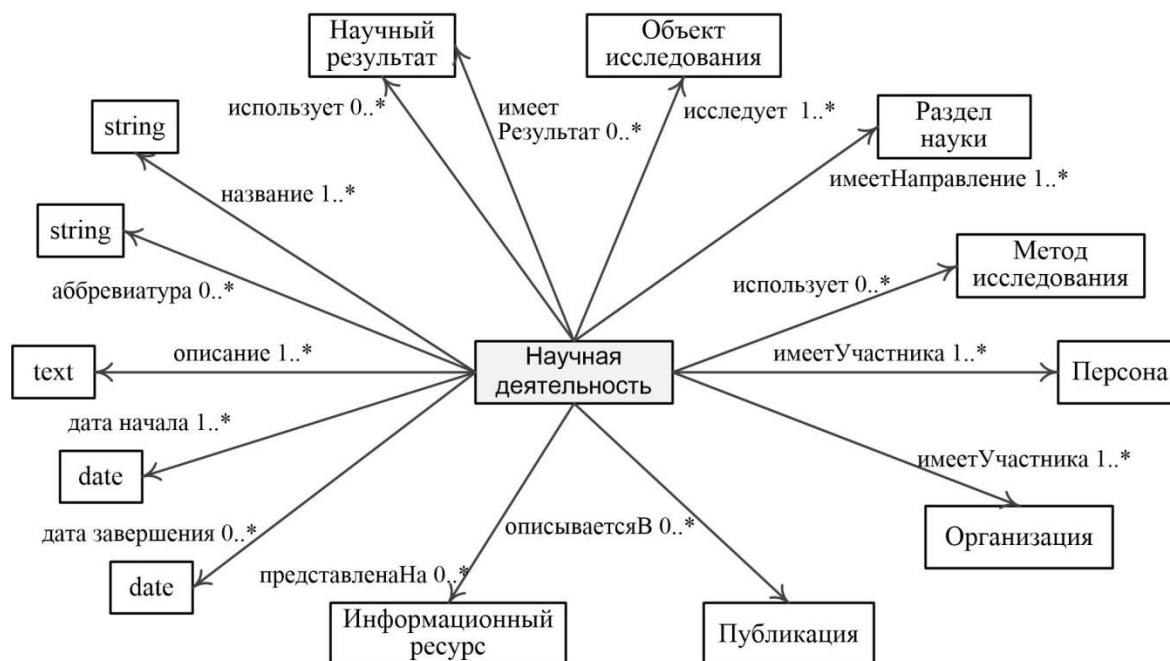


Рис. 3. Графическое представление паттерна содержания для описания научной деятельности

Заключение. В статье представлен подход к разработке интернет-ресурса «Паттерны онтологического проектирования». Данный ресурс предназначен для систематизации информации, относящейся к паттернам ОП, и обеспечения к ней содержательного доступа. Концептуальной основой данного ресурса является онтология паттернов ОП.

К настоящему времени создана пилотная версия интернет-ресурса, которая доступна по адресу <https://uniserv.iis.nsk.su/pattern/>.

Дальнейшие исследования по этой тематике будут направлены на пополнение контента интернет-ресурса информацией о новых паттернах онтологического проектирования, которые будут включаться в систему автоматизированного построения онтологий по мере их разработки.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 19-07-00762) и Министерства образования и науки республики Казахстан (грант № AP 05133546).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахмадеева И.Р., Серый А.С., Шестаков В.К. Некоторые особенности реализации платформы для построения информационно-аналитических интернет-ресурсов // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2017. № 3 (7). С. 168–175.

2. Большакова Е.И., Баева Н.В., Бордаченкова Е.А., Васильева Н.Э., Морозов С.С. Лексико-синтаксические шаблоны в задачах автоматической обработки текстов // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: Труды Международной конференции Диалог'2007. М.: Издательский центр РГГУ. 2007. С. 70–75.
3. Загорулько Ю.А., Загорулько Г.Б., Боровикова О.И. Технология создания тематических интеллектуальных научных интернет-ресурсов, базирующаяся на онтологии // Программная инженерия. 2016. № 2(7). С. 51–60.
4. Загорулько Ю.А., Боровикова О.И. Использование системы разнородных паттернов онтологического проектирования для разработки онтологий научных предметных областей // Программирование. 2020. № 4. С. 27–35.
5. Рабчевский Е.А. Автоматическое построение онтологий на основе лексико-синтаксических шаблонов для информационного поиска // Труды 11й Всерос. научной конференции «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции» — RCDL'2009. Петрозаводск. 2009. С. 69–77.
6. Antoniou G., Harmelen F. Web Ontology Language: OWL // Handbook on Ontologies. Berlin: Springer Verlag. 2004. Pp. 67–92.
7. Association for Ontology Design & Patterns. Режим доступа: <http://ontologydesignpatterns.org> (дата обращения 29.09.2020).
8. Blomqvist E., Hammar K., Presutti V. Engineering Ontologies with Patterns: The eXtreme Design Methodology // Ontology Engineering with Ontology Design Patterns. Studies on the Semantic Web. Hitzler, P., Gangemi, A., Janowicz, K., Krisnadhi, A., Presutti, V. (eds). Amsterdam: IOS Press, 2016. Vol. 25. P. 23–50. Режим доступа: <http://ebooks.iospress.nl/volumearticle/45577> (дата обращения 29.09.2020).
9. Dodds L., Davis I. Linked Data Patterns. 2012. Режим доступа: <http://patterns.dataincubator.org/book> (дата обращения 29.09.2020).
10. Gangemi A., Presutti V. Ontology Design Patterns // Handbook on Ontologies. Berlin: Springer. 2009. Pp. 221–243.
11. Karima N., Hammar K., Hitzler P. 2017. How to Document Ontology Design Patterns // Advances in Ontology Design and Patterns. Studies on the Semantic Web. IOS Press, Kobe, Japan. Vol. 32. Pp. 15–27. Режим доступа: <http://ebooks.iospress.nl/volumearticle/48704> (дата обращения 29.09.2020).
12. NeOn Project. Режим доступа: http://www.neon-project.org/nw/Welcome_to_the_NeOn_Project (дата обращения 29.09.2020).
13. Ontology Design Patterns (ODPs) Public Catalog. Режим доступа: <http://odps.sourceforge.net> (дата обращения 29.09.2020).
14. Shimizu C., Hirt Q., Hitzler P. MODL: A Modular Ontology Design Library. Режим доступа: <http://ceur-ws.org/Vol-2459/paper4.pdf> (дата обращения 29.09.2020).
15. Zagorulko Y., Borovikova O., Zagorulko G. Implementation of Content Patterns in the Methodology of the Development of Ontologies for Scientific Subject Domains // Kuznetsov S., Osipov G., Stefanuk V. (eds) Artificial Intelligence. RCAI 2018. Communications in Computer and Information Science, Springer, Cham. 2018. Vol. 934. Pp. 260–272.

INTERNET RESOURCE FOR SUPPORTING THE USE OF ONTOLOGY DESIGN PATTERNS

Yury A. Zagorulko

Dr., Head of Laboratory "Artificial Intelligence", e-mail: zagor@iis.nsk.su,

Olesya I. Borovikova

Junior Researcher, e-mail: olesya@iis.nsk.su,

Galina B. Zagorulko

Researcher, e-mail: gal@iis.nsk.su,

Vladimir K. Shestakov

Junior Researcher, e-mail: shestakov@iis.nsk.su,

A.P. Ershov Institute of Informatics Systems

Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

6, Acad. Lavrentjev pr., 630090, Novosibirsk, Russia.

Annotation. Currently, ontologies have become the most popular means for formalizing and systematizing knowledge. In this regard, there is a need for a technology that allows to involve specialists in specific subject areas in the process of building ontologies. To support this technology, A.P. Ershov Institute of Informatics Systems is developing a system for the automated construction of ontologies of scientific subject domains based on ontology design patterns. The paper presents an approach to the development of an Internet resource that supports the use of such patterns in the construction of ontologies.

Keywords: Scientific subject domain, ontology, ontology design patterns, ontology, ontological design patterns, Internet resource

References

1. Ahmadeeva I.R., Seryj A.S., Shestakov V.K. Nekotorye osobennosti realizacii platformy dlya postroeniya informacionno-analiticheskikh internet-resursov [Some features of implementation of the platform for building information-analytical Internet resources] // *Informacionnye i matematicheskie tekhnologii v nauke i upravlenii = Information and mathematical technologies in science and management*. 2017. № 3 (7). Pp. 168–175. (in Russian).
2. Bolshakova E.I., Baeva N.V., Bordachenkova E.A., Vasilieva N.E., Morozov S.S. Leksiko-sintaksicheskie shablony v zadachah avtomaticheskoy obrabotki tekstov [Lexicosyntactic patterns for automatic text processing] // *Kompjuternaja lingvistika i intellectual'nye tekhnologii: Trudy Mezhdunarodnoj konferentsii Dialog'2007*. M.: Izdatelskij tsentr RGGU. 2007. Pp. 70–75. (in Russian).
3. Zagorulko Yu.A., Zagorulko G.B., Borovikova O.I. Tekhnologija sozdaniya tematicheskikh intellektual'nykh nauchnykh internet-resursov, bazirujushhajasja na ontologii [Technology for building subject-based intelligent scientific internet resources based on ontology] // *Programmnaja inzhenerija = Software Engineering*. 2016. № 2. Pp. 51–60. (in Russian).

4. Zagorulko Yu.A., Borovikova O.I. Ispol'zovanie sistemy raznorodnykh patternov ontologicheskogo proektirovaniya dlya razrabotki ontologiy nauchnykh predmetnykh oblastej [Using a System of Heterogeneous Ontology Design Patterns to Develop Ontologies of Scientific Subject Domains] // Programirovanie = Programming and Computer Software. 2020. № 4. Pp. 27–35. (in Russian).
5. Rabchevsky E.A. Avtomaticheskoe postroenie ontologiy na osnove leksiko-sintaksicheskikh shablonov dlya informacionnogo poiska [Automatic ontology construction based on lexical-syntactic patterns for information retrieval] // Trudy XI Vserossijskoj nauchnoj konferentsii «Elektronnye biblioteki: perspektivnye metody i tekhnologii, elektronnye kolleksii» - RCDL'2009. Petrozavodsk. 2009. Pp. 69–77. (in Russian).
6. Antoniou G., Harmelen F. Web Ontology Language: OWL // Handbook on Ontologies. Berlin: Springer Verlag. 2004. Pp. 67–92.
7. Association for Ontology Design & Patterns. Available at: <http://ontologydesignpatterns.org>, accessed 29.09.2020
8. Blomqvist E., Hammar K., Presutti V. Engineering Ontologies with Patterns: The eXtreme Design Methodology // Ontology Engineering with Ontology Design Patterns. Studies on the Semantic Web. Hitzler, P., Gangemi, A., Janowicz, K., Krisnadi, A., Presutti, V. (eds). – Amsterdam: IOS Press. 2016. vol. 25. Pp. 23–50. Available at: <http://ebooks.iospress.nl/volumearticle/45577>, accessed 29.09.2020.
9. Dodds L., Davis I. Linked Data Patterns. 2012. Available at: <http://patterns.dataincubator.org/book>, accessed 29.09.2020.
10. Gangemi A., Presutti V. Ontology Design Patterns // Handbook on Ontologies. Berlin: Springer. 2009. Pp. 221–243.
11. Karima N., Hammar K., Hitzler P. 2017. How to Document Ontology Design Patterns // Advances in Ontology Design and Patterns. Studies on the Semantic Web. IOS Press, Kobe, Japan. vol. 32. Pp. 15–27. Available at: <http://ebooks.iospress.nl/volumearticle/48704>, accessed 29.09.2020.
12. NeOn Project. Available at: [http://www.neon-project.org/nw/Welcome to the NeOn Project](http://www.neon-project.org/nw/Welcome%20to%20the%20NeOn%20Project), accessed 29.09.2020.
13. Ontology Design Patterns (ODPs) Public Catalog. Available at: <http://odps.sourceforge.net>, accessed 29.09.2020.
14. Shimizu C., Hirt Q., Hitzler P. MODL: A Modular Ontology Design Library. Available at: <http://ceur-ws.org/Vol-2459/paper4.pdf>, accessed 29.09.2020.
15. Zagorulko Y., Borovikova O., Zagorulko G. Implementation of Content Patterns in the Methodology of the Development of Ontologies for Scientific Subject Domains // Kuznetsov S., Osipov G., Stefanuk V. (eds) Artificial Intelligence. RCAI 2018. Communications in Computer and Information Science, Springer, Cham. 2018. vol. 934. Pp. 260–272.