

УДК 004.8
DOI 10.25205/1818-7900-2019-17-1-72-81

Разработка ядра онтологической модели, настраиваемой под предметную область

Ч. А. Найданов

*Новосибирский государственный университет
Новосибирск, Россия*

Аннотация

Статья посвящена разработке ядра онтологической модели в виде программной системы, настраиваемой под конкретную предметную область. Работа основана на теоретико-модельном подходе к представлению знаний. Для представления знаний используются фрагменты атомарных диаграмм алгебраических систем и нечеткие модели. Программная система разбита на модули. Базовые модули реализуют функциональность, необходимую для любой онтологической модели. Например, проверку на непротиворечивость хранящихся знаний. Расширение функциональности происходит через создание новых модулей и их добавление в систему. В работе приведен обзор существующих программных решений в области разработки онтологий и онтологических моделей. Описана структура ядра онтологической модели, приведена архитектура программного решения.

Ключевые слова

теоретико-модельные методы, онтологическая модель, прецедентная модель, проектирование СППР, представление знаний

Для цитирования

Найданов Ч. А. Разработка ядра онтологической модели, настраиваемой под предметную область // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. 2019. Т. 17, № 1. С. 72–81. DOI 10.25205/1818-7900-2019-17-1-72-81

Development of an Ontological Model Core Customizable for a Specific Subject Domain

Ch. A. Naydanov

*Novosibirsk State University
Novosibirsk, Russian Federation*

Abstract

The article is devoted to the development of an ontological model core in the form of a software system customizable for a specific subject domain. The work is based on the theoretical-model approach to the knowledge representation. Knowledge in the system is represented using a fuzzy models and fragments of atomic diagrams of algebraic systems. The architecture of software system is modular. Base modules implement the functionality necessary for any ontological model. For example, consistency checking of stored knowledge. The functionality is extendable through creating and adding new modules to the system. The paper provides an overview of existing software solutions in the development of ontologies and ontological models. The structure of the core of the ontological model is described, the architecture of the software solution is given.

Keywords

model-theoretical methods, ontological model, case model, DSS design, knowledge representation

For citation

Naydanov Ch. A. Development of an Ontological Model Core Customizable for a Specific Subject Domain. *Vestnik NSU. Series: Information Technologies*, 2019, vol. 17, no. 1, p. 72–81. (in Russ.) DOI 10.25205/1818-7900-2019-17-1-72-81

© Ч. А. Найданов, 2019

Введение

При создании современных систем поддержки принятия решений возникает задача моделирования реальности. Часто в качестве инструмента для моделирования используются онтологические модели. Создание для каждой новой предметной области онтологической модели является трудоемкой задачей.

В данной работе описывается разработка ядра онтологической модели, настраиваемой под конкретную предметную область. Ядро онтологической модели состоит из семи модулей: базы знаний, модуля сбора информации, модуля обработки информации, модуля визуализации, модуля аналитической обработки, модуля порождения новых знаний и модуля конвертации.

Онтологический подход к моделированию предметных областей

Современным интеллектуальным системам для работы необходима некоторая формализация реального мира. Одним из видов такой формализации является построение онтологической модели. Прежде чем перейти к онтологической модели следует остановиться на понятии онтологии. В инженерии знаний под онтологией понимают общее описание основных понятий предметной области и того, как они между собой связаны. Для более конкретного описания предметной области используется онтологическая модель. Она содержит информацию об отдельных объектах, событиях и процессах предметной области. Вся информация записывается в терминах, заданных онтологией [1].

Среди отечественных исследований, посвященных онтологическому моделированию, можно выделить следующие работы.

Коллективом под руководством Д. Е. Пальчунова была разработана программная система «Diagnostic Panel» [2], предназначенная для помощи врачам в постановке диагноза и составлении плана лечения пациента. В основе «Diagnostic Panel» лежит онтологическая модель предметной области «Деформации позвоночника и дегенеративные заболевания позвоночника». Представление знаний, извлеченных из текстов естественного языка, осуществлено на основе прецедентного подхода. Прецедентный подход, в свою очередь, основан на теоретико-модельных методах формализации предметных областей. Знания, представленные в системе, обрабатываются с использованием методов анализа формальных понятий.

В работах [3–5] коллектив под руководством А. С. Клещева предложил подход к формализации медицинских предметных областей при помощи онтологий. В рамках данного подхода решение (предполагаемый диагноз) представлено в виде набора истинных гипотез и соответствующих причинно-следственных связей, описывающих все наблюдаемые признаки. На основе исследования была разработана онтология общей медицинской диагностики, онтология офтальмологии, база знаний заболеваний и лекарственных средств [6–8].

В настоящее время много работ публикуется на тему совместного применения логического вывода и онтологий. В работе [9] описана программная система, помогающая экспертам предметной области в поиске противоречий в онтологии. В основе разработанной программной системы лежит машина логического вывода. В [10] было проведено исследование на тему использования логического вывода и онтологий для решения задач кризисного управления и реагирования. В представленной программной системе для построения цепочек рассуждений использовалась машина логического вывода и онтология на языке OWL DL. В работе [11] логический вывод применяется для нахождения смысловых ошибок в документах сети Интернет. В исследовании [12] машина логического вывода применяется для проверки согласованности онтологической модели.

Теоретико-модельный подход

Для разработки ядра онтологической модели был выбран теоретико-модельный подход к представлению знаний, в частности 4-уровневая структура представления знаний [13–15].

В выбранном подходе знания представляются в виде четырех уровней:

- 1) онтология;
- 2) общие знания;
- 3) прецеденты;
- 4) вероятностные знания.

Данный подход позволяет, в первую очередь, интегрировать знания, извлеченные из разных источников с различным уровнем достоверности и авторитетности и, во-вторых, при порождении новых знаний использовать всю информацию, от единичных фактов до знаний о связях между понятиями предметной области. Более подробное описание использования теоретико-модельного подхода к построению онтологических моделей содержится в работах [13; 14]. В статьях рассматриваются проблемы представления знаний, разработки методов интеграции знаний, извлеченных из разных источников, и порождения новых знаний. Решение было представлено на примере построения онтологической модели предметной области «Деформации позвоночника и дегенеративные заболевания позвоночника» на основе интеграции знаний, представленных в различных медицинских документах: Международной классификации болезней, справочниках по лекарствам, нормативных документах Минздрава, монографиях и статьях по данной области медицины, историях болезней пациентов.

В статье [16] представлен теоретико-модельный подход к извлечению знаний из текстов естественного языка, а именно знаний о смысле ключевых понятий заданной предметной области. Для этого используются разработанные ранее методы представления знаний, извлеченных из текстов, в виде набора конечных фрагментов атомарных диаграмм алгебраических систем, методы интеграции атомарных диаграмм и порождения таким способом нового онтологического знания, ранее в явном виде не сформулированного.

В работе [17] рассматривается задача нахождения ассоциативных правил с использованием теоретико-модельных методов, анализа формальных понятий, аксиоматизируемых классов, создания онтологической модели.

Построение ядра онтологической модели

Предложена концепция ядра онтологической модели в виде программной системы, настраиваемой под конкретную предметную область.

При создании программной системы используется модульный подход: вся функциональность модели разделена на модули; для каждого модуля описан интерфейс, который он должен реализовывать; расширение функциональности происходит путем добавления нового модуля к системе. Данный подход позволяет разработать набор базовых модулей, применимых в любой онтологической модели независимо от предметной области. Функциональная расширяемость через добавление новых модулей позволяет адаптировать ядро онтологической модели к конкретной предметной области.

Программная система состоит из семи модулей:

- 1) база знаний;
- 2) модуль сбора информации;
- 3) модуль обработки информации;
- 4) модуль визуализации;
- 5) модуль аналитической обработки;
- 6) модуль порождения новых знаний;
- 7) модуль конвертации.

Реализация модулей 5–7 планируется в дальнейшем.

База знаний

Модуль «База знаний» представляет собой 4-уровневую онтологическую модель и хранилище источников. Вся информация перед добавлением в онтологическую модель помещается в хранилище источников. После каждого извлечения и добавления знаний в онтологическую модель исходный источник копируется в хранилище, сохраняются данные о его достоверности и новизне.

Для формализации знаний в онтологической модели был выбран язык логики описания (DL), в частности фрагмент логики SROIQ – логика ALCI, не содержащая символа импликации, иерархии ролей и ограничений мощности. В программной системе модель представлена в виде файлов в формате OWL 2.

Хранилище источников представлено в виде таблицы реляционной базы данных (в качестве базы данных использовалась PostgreSQL). В таблице хранится следующая информация об источнике:

- file – ссылка на файл;
- source – url адрес источника;
- source_type – вид источника (полуструктурированный сайт / owl файл / rdf файл / xml файл);
- format – формат (текст / owl / rdf / xml),
- knowledge_type – знания какого вида можно извлечь из источника (онтологические / общие знания / прецеденты);
- status – состояние источника (загружен / обработан / источник обновился, но не загружен);
- update_period – период обновления файла;
- updated_at – дата последнего обновления файла.

Модуль сбора информации

В различных задачах инженерии знаний часто возникает ситуация, когда предметная область представлена текстами естественного языка. Такая ситуация часто встречается в бизнес-анализе, при организации поиска информации, извлечении знаний из Интернета, определении точного смысла предложений, описании контекста и т. д. Сначала мы имеем текст естественного языка, описывающий данную предметную область. На основе этого текста мы получаем теорию предметной области. Согласно теории предметной области мы строим модель предметной области. Модуль сбора информации и модуль обработки информации предназначены для выполнения данной задачи в полуавтоматическом режиме.

Модуль сбора информации предназначен для наполнения хранилища источников неструктурированной и структурированной информацией из внешних источников. Модуль выполняет следующие функции:

- сбор текстовых и медийных данных из Интернета (сайты / социальные сети);
- подключение к сторонним базам данных;
- Подключение к сторонним онтологиям в формате owl, rdf;
- сбор данных из внутренних информационных систем;
- сбор информации, полученной от пользователя, путем ручного ввода.

Модуль обработки информации

Здесь содержатся подключаемые подмодули для извлечения знаний из хранилища источников и их добавления в онтологическую модель. Для каждого из источников следует реализовать свой подмодуль. Все подмодули имеют единый интерфейс. Для текстов на естественном языке существует в виде подмодуля алгоритм обработки естественного языка.

Модуль визуализации

Данный модуль предназначен для визуализации для пользователя знаний из онтологической модели. В частности, в виде графа, таблицы, отчета. Визуализация в виде графа представлена средствами редактора Protégé.

Модуль аналитической обработки

Модуль аналитической обработки предназначен для хранения онтологической модели в согласованном и непротиворечивом состоянии. Модуль реализует следующие функции:

- логический вывод;
- проверка на непротиворечивость;

Модуль порождения новых знаний

Данный модуль предназначен для порождения новых вероятностных и оценочных знаний. Работа содержащихся в этом модуле алгоритмов основана на интеграции уже имеющихся знаний, представленных в онтологической модели. Реализует модуль следующие функции:

- кластеризация знаний;
- классификация знаний;
- выявление зависимостей;
- поиск закономерностей.

Модуль конвертации

С помощью алгоритмов, содержащихся в данном модуле, можно переводить формулы логики описания, описывающие онтологические знания, в формулы логики предикатов; конвертировать OWL-файлы в формат RDF. В системе представлены следующие виды конвертации:

- из OWL в RDF;
- из RDF в OWL;
- из OWL в Логику описания;
- из Логики описания в OWL;
- из Логики предикатов в Логику описания;
- из Логики описания в Логику предикатов;
- из OWL в Логику предикатов;
- из Логики предикатов в OWL.

Заключение

В работе был предложен подход к разработке ядра онтологической модели в виде программной системы, настраиваемой под конкретную предметную область. Было проведено исследование основных методов и способов создания онтологических моделей. На основе исследования в качестве основного подхода разработки был выбран теоретико-модельный подход.

Программная система разбита на функциональные модули. Каждый модуль решает одну поставленную задачу. С помощью добавления новых модулей можно расширять функциональность программной системы. Базовые модули позволяют решать задачи общие для всех предметных областей: проверка на непротиворечивость, логический вывод новых знаний из существующих, классификация и кластеризация данных.

В дальнейшем планируется:

- 1) завершить реализацию модуля аналитической обработки, модуля порождения новых знаний и модуля конвертации;
- 2) к базовым модулям добавить модуль преобразования текстов естественного языка во фрагменты атомарных диаграмм и модуль пополнения базы знаний при помощи запросов к поисковым системам.

Список литературы / References

1. **Пальчунов Д. Е.** Моделирование мышления и формализация рефлексии. I: Теоретико-модельная формализация онтологии и рефлексии // *Философия науки*. 2006. № 4 (31). С. 62–99.
Palchunov D. E. Modeling of reasoning and formalization of reflection I: Modelling of thinking and formalization of reflection. *Filosofiya nauki*, 2006, no. 4 (31), p. 86–144. (in Russ.)
2. **Пальчунов Д. Е., Яхьяева Г. Э., Ясинская О. В.** Программная система, осуществляющая case-based reasoning для диагностирования заболеваний позвоночника // *Сибирский научный медицинский журнал*. 2016. Т. 36, № 1. С. 97–104.
Palchunov D., Yakhyayeva G., Yasinskaya O. Software system for the diagnosis of the spine diseases using case-based reasoning. *The Siberian Scientific Medical Journal*, 2016, vol. 36, iss. 1, p. 97–104. (in Russ.)
3. **Клещев А. С., Шалфеева Е. А.** Содержание системного анализа при автоматизации интеллектуальной деятельности на уровне отрасли // *Материалы IV Междунар. науч.-техн. конф. «Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2014)»*. Минск, 2014. С. 285–290.
Kleshev A. S., Shalfeyeva E. A. System analysis contents for intelligent activity automation at branch level, In: Proc. of the IV Conf. “Open Semantic Technologies for Intelligent Systems 2014 (OSTIS-2014)”. Minsk, BSUIR Publ., 2014, p. 285–290. (in Russ.)
4. **Клещев А. С., Москаленко Ф. М., Черняховская М. Ю.** Модель онтологии предметной области «Медицинская диагностика». Ч. 1: Неформальное описание и определение базовых терминов // *НТИ. Серия 2*. 2005. № 12. С. 1–7.
Kleshev A. S., Moskalenko F. M., Chernyakhovskaya M. Yu. Ontology model of domain “Medical diagnostics”. Part 1. Informal description and definition of basic terms. *Nauchno-tehnicheskaya informatsiya. Seriya 2*, 2005, vol. 12, p. 1–7. (in Russ.)
5. **Клещев А. С., Москаленко Ф. М., Черняховская М. Ю.** Модель онтологии предметной области «Медицинская диагностика». Ч. 2: Формальное описание причинно-следственных связей, причин значений признаков и причин заболеваний // *НТИ. Серия 2*. 2006. № 2. С. 19–30.
Kleshev A. S., Moskalenko F. M., Chernyakhovskaya M. Yu. Ontology model of domain “Medical diagnostics”. Part 2. Formal description of causal links, reasons of feature values and reasons of diseases. *Nauchno-tehnicheskaya informatsiya. Seriya 2*, 2006, vol. 2, p. 19–30. (in Russ.)
6. **Грибова В. В., Петряева М. В., Федорищев Л. А., Черняховская М. Ю.** Формализация методов исследования в офтальмологии для компьютерных диагностических тренажеров // *Материалы III Междунар. науч.-практ. конф. «Высокие технологии, фундаментальные и прикладные исследования в физиологии и медицине»*. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. Т. 2. С. 191–195.
Gribova V. V., Petryayeva M. V., Fedorischev L. A., Chernyakhovskaya M. Yu. Formalization of Examination Method in Ophthalmology for Computer Diagnostic Simulators. In: Proc. of the III International scientific-practical conference “High Technologies, Basic and Applied Researches in Physiology and Medicine”. St. Petersburg, Polytechnical Uni. Publ., 2012, vol. 2, p. 191–195. (in Russ.)

7. **Грибова В. В., Окунь Д. Б., Черняховская М. Ю.** Онтология и модель онтологии предметной области «Медикаментозное лечение» // Информатика и системы управления. 2015. № 2 (44). С. 70–79.
Gribova V. V., Okun D. B., Chernyakhovskaya M. Yu. Ontology and ontology model of domain “Medication treatment”. *Informatika i sistemy upravleniya*, 2015, vol. 2 (44), p. 70–79. (in Russ.)
8. **Черняховская М. Ю.** Формирование баз наблюдений на основе онтологии медицины // Информатика и системы управления. 2009. № 4 (22). С. 198–200.
Chernyakhovskaya M. Yu. Formation of observation database based on medicine ontology. *Informatika i sistemy upravleniya*, 2009, vol. 4 (22), p. 198–200. (in Russ.)
9. **Meilicke C., Stuckenschmidt H.** A Reasoning-Based Support Tool for Ontology Mapping Evaluation. University of Mannheim, 2008.
10. **Shen H., Hu J., Zhao J., Dong J.** Ontology-based Modeling of Emergency Incidents and Crisis Management. Shanghai, Shanghai Jiao Tong University, 2010.
11. **Gutierrez F., Dou D., Fickas S., Griffiths G.** Online Reasoning for Ontology-Based Error Detection in Text. University of Oregon, 2014.
12. **Hoehndorf R., Dumontier M.** A common layer of interoperability for biomedical ontologies based on OWL EL. *Bioinformatics*, 2011, vol. 27, no. 7, p. 1001–1008. DOI 10.1093/bioinformatics/btr058
13. **Найданов Ч. А., Пальчунов Д. Е., Сазонова П. А.** Теоретико-модельные методы интеграции знаний, извлеченных из медицинских документов // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. 2015. Т. 13, № 3. С. 29–41.
Naidanov C. A., Palchunov D. E., Sazonova P. A. Model-theoretic methods of integration of knowledge extracted from medical documents. *Vestnik NSU. Series: Information Technologies*, 2015, vol. 13, no. 3, p. 29–41. (in Russ.)
14. **Найданов Ч. А., Пальчунов Д. Е., Сазонова П. А.** Разработка автоматизированных методов предупреждения рисков возникновения критических состояний, основанных на анализе знаний, извлеченных из историй болезней пациентов // Сибирский научный медицинский журнал. 2016. Т. 36, вып. 1. С. 105–113.
Naidanov C. A., Palchunov D. E., Sazonova P. A. Development of automated methods for reducing the risk of critical conditions, based on the analysis of medical records. *The Siberian Scientific Medical Journal*, 2016, vol. 36, iss. 1, p. 105–113.
15. **Naydanov Ch., Palchunov D., Sazonova P.** Development of automated methods for the prevention of risks of critical conditions, based on the analysis of the knowledge extracted from the medical histories. In: Proc. of the International Conference on Biomedical Engineering and Computational Technologies (SIBIRCON / SibMedInfo – 2015). Novosibirsk, 2015, p. 47–52.
16. **Корсун И. А., Пальчунов Д. Е.** Теоретико-модельные методы извлечения знаний о смысле понятий из текстов естественного языка // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. 2016. Т. 14, № 3. С. 34–48.
Korsun I. A., Palchunov D. E. Model-Theoretic Methods of Extraction of Knowledge on the Meaning of Concepts from the Natural Language Texts. *Vestnik NSU. Series: Information Technologies*, 2016, vol. 14, no. 3, p. 34–48. (in Russ.)
17. **Долгушева Е. В., Пальчунов Д. Е.** Теоретико-модельные методы порождения знаний о предпочтениях абонентов мобильных сетей // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. 2016. Т. 14, № 2. С. 5–16.
Dolgusheva E. V., Palchunov D. E. Model-theoretic methods of generation of knowledge about mobile subscribers’ preferences. *Vestnik NSU. Series: Information Technologies*, 2016, vol. 14, no. 2, p. 5–16. (in Russ.)
18. **Leuf B., Cunningham W.** The Wiki Way: Quick Collaboration on the Web. AddisonWesley Professional, 2001, 464 p.

19. **Suchanek F. M., Kasneci G., Weikum G.** YAGO: A Core of Semantic Knowledge Unifying WordNet and Wikipedia, In Proc. of the 16th International Conference on World Wide Web (Banff, Alberta, Canada, May 8–12, 2007). WWW'07. New York, ACM Press, 2007, p. 697–706.
20. **Shibaki Y., Nagata M., Yamamoto K.** Constructing Large-Scale Person Ontology from Wikipedia. In: Proc. of the 2nd Workshop on «Collaboratively Constructed Semantic Resources». Coling, 2010, p. 1–9.
21. **Jie Bao, Paul R. Smart, Nigel R. Shadbolt, Dave Braines.** A Controlled Natural Language Interface for Semantic Media Wiki Using the Rabbit Language, Workshop on Controlled Natural Language, 2009.
22. Hepp M., Bachlechner D., Siorpaes K. Harvesting Wiki Consensus – Using Wikipedia Entries as Ontology Elements. In: Proc. of the First Workshop on Semantic Wikis – From Wiki to Semantics, Annual European Semantic Web Conference (ESWC 2006), 2006, p. 124–138.
23. **Cui G. Y., Lu Q., Li W. J., Chen Y. R.** Corpus Exploitation from Wikipedia for Ontology Construction. In: Proc. of the 6th International Language Resources and Evaluation (LREC 2008). Marrakech, 2008, p. 2125–2132.
24. **Рабчевский Е. А.** Автоматическое построение онтологий на основе лексико-синтаксических шаблонов для информационного поиска // Тр. XI Всерос. науч. конф. «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции». Петрозаводск, 2009. С. 69–77.
Rabchevskii E. A. Automatic ontology construction based on lexical and syntactic patterns for information retrieval, In Proc. of the 11th Scientific Conference “Digital Libraries: Advanced Methods and Technologies, Digital Collections”. Petrozavodsk, 2009, p. 69–77.
25. **Найханова Л. В.** Методы и модели автоматического построения онтологий на основе генетического и автоматного программирования: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Красноярск, 2008. 36 с.
Naikhanova L. V. Methods and models of automatic construction of ontologies based on genetic and automata programming, Extended Abstract of Doctoral (Techn.) Dissertation. Krasnoyarsk, 2008, 36 p. (in Russ.)
26. **Мозжерина Е. С.** Автоматическое построение онтологии по коллекции текстовых документов. СПб., 2011.
Mozzherina E. S. Automatic construction of ontologies from collections of text documents. St. Petersburg State University, 2011. (in Russ.)
27. **Flanagan K., Stevens R., Pocock M., Lee P., Wipat A.** Ontology for genome comparison and genomic rearrangements. University of Newcastle upon Tyne, 2004.
28. **Пальчунов Д. Е.** Моделирование мышления и формализация рефлексии. Ч. 2: Онтологии и формализация понятий // Философия науки. 2008. № 2 (37). С. 62–99.
Palchunov D. E. Modeling of reasoning and formalization of reflection II: Ontologies and formalization of concepts. *Filosofiya nauki*, 2008, no. 2 (37), p. 62–99 (in Russ.)
29. **Пальчунов Д. Е.** Решение задачи поиска информации на основе онтологий // Бизнес-информатика. 2008. № 1 (3). С. 3–13.
Palchunov D. E. The solution of the problem of information retrieval based on ontologies. *Bisnes-informatika*, 2008, no. 1, p. 3–13 (in Russ.)
30. **Palchunov D. E.** Virtual catalog: the ontology-based technology for information retrieval. In: Knowledge Processing and Data Analysis. LNAI 6581. Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag, 2011, p. 164–183.
31. **Пальчунов Д. Е., Яхьяева Г. Э.** Нечеткие алгебраические системы // Вестник НГУ. Серия: Математика, механика, информатика. 2010. Т. 10, № 3. С. 76–93.

- Palchunov D. E., Yakhyaeva G. E.** Fuzzy algebraic systems. *Vestnik NGU. Series: Mathematics, Mechanics, Informatics*, 2010, vol. 10, no. 3, p. 75–92.
32. **Пальчунов Д. Е., Яхьяева Г. Э.** Нечеткие логики и теория нечетких моделей // Алгебра и логика. 2015. Т. 54, № 1. С. 109–118.
Palchunov D. E., Yakhyaeva G. E. Fuzzy logic and the theory of fuzzy models. *Algebra and Logic*, 2015, vol. 54, no. 1, p. 74–80. (in Russ.)
33. **Махасоева О. Г., Пальчунов Д. Е.** Автоматизированные методы построения атомарной диаграммы модели по тексту естественного языка // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. 2014. Т. 12, № 2. С. 64–73.
Makhasoeva O. G., Palchunov D. E. Semi-automatic methods of a construction of the atomic diagrams from natural language texts. *Vestnik NSU. Series: Information Technologies*, 2013, vol. 12, no. 2, p. 64–73. (in Russ.)
34. **Palchunov D., Yakhyaeva G., Yasinskaya O.** Software system for the diagnosis of the spine diseases using case-based reasoning. In: Proc. of the International Conference on Biomedical Engineering and Computational Technologies (SIBIRCON / SibMedInfo-2015). Novosibirsk, 2015, p. 150–155.
35. **Пальчунов Д. Е., Яхьяева Г. Э., Ясинская О. В.** Применение методологии онтологического моделирования для задач диагностирования заболеваний позвоночника // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. 2015. Т. 13, № 3. С. 42–51.
Palchunov D. E., Yakhyaeva G. E., Yasinskaya O. V. Application of model-theoretic methods and ontological modeling to automate the diagnosis of diseases. *Vestnik NSU. Series: Information Technologies*, 2015, vol. 13, no 3, p. 42–51. (in Russ.)
36. **Palchunov D., Yakhyaeva G., Dolgusheva E.** Conceptual Methods for Identifying Needs of Mobile Network Subscribers, In: Proc. of the Thirteenth International Conference on Concept Lattices and Their Applications. Moscow, 2016, p. 147–160.
37. **Капустина А. И., Пальчунов Д. Е.** Разработка онтологической модели тарифов и услуг сотовой связи, основанной на логически полных определениях понятий // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. 2017. Т. 15, № 2. С. 34–46. DOI 10.25205/1818-7900-2017-15-2-34-46
Kapustina A. I., Palchunov D. E. The development of ontological model of tariffs and services of mobile operator, based on logically complete definitions of concepts. *Vestnik NSU. Series: Information Technologies*, 2017, vol. 15, no. 2, p. 34–46. (in Russ.) DOI 10.25205/1818-7900-2017-15-2-34-46
38. **Ненасева Е. О., Пальчунов Д. Е.** Разработка автоматизированных методов преобразования предложений естественного языка в бескванторные формулы логики предикатов // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. 2017. Т. 15, № 3. С. 49–63. DOI 10.25205/1818-7900-2017-15-3-49-63
Nenasheva E. O., Palchunov D. E. Semi-Automated Methods of Transforming Sentences from Natural Language into Quantifier-Free Formulas of Predicate Logic. *Vestnik NSU. Series: Information Technologies*, 2017, vol. 15, no. 3, p. 49–63. (in Russ.) DOI 10.25205/1818-7900-2017-15-3-49-63.
39. **Капустина А. И., Пальчунов Д. Е.** Разработка онтологической модели тарифов и услуг сотовой связи // Материалы Всерос. конф. с междунар. участием «Знания – Онтологии – Теории» (ЗОНТ-2017). Новосибирск, 2017. Т. 1. С. 172–178.
Kapustina A. I., Palchunov D. E. Development of an ontological model of tariffs and communication services, In: Proc. of the All-Russia Conference with International participation “Knowledge – Ontology – Theories” (KONT-2017). Novosibirsk, 2017, vol. 1, p. 172–178. (in Russ.)
40. **Корсун И. А., Пальчунов Д. Е.** Методы извлечения и формального представления онтологических знаний из текстов естественного языка // Материалы Всерос. конф. с меж-

дунар. участием «Знания – Онтологии – Теории» (ЗОНТ-2017). Новосибирск, 2017. Т. 2. С. 21–25.

Korsun I. A., Palchunov D. E. Methods of extraction and formal representation of ontological knowledge from natural language texts. In: Proc. of the All-Russia Conference with International participation “Knowledge – Ontology – Theories” (KONT-2017). Novosibirsk, 2017, vol. 2, p. 21–25. (in Russ.)

41. **Пальчунов Д. Е.** Поиск и извлечение знаний: порождение новых знаний на основе анализа текстов естественного языка // *Философия науки*. 2009. № 4 (43). С. 70–90.
Palchunov D. E. Knowledge search and production: creation of new knowledge on the basis of natural language text analysis. *Filosofiya nauki*, 2009, no. 4 (43), p. 70–90. (in Russ.)
42. **Власов Д. Ю., Пальчунов Д. Е., Степанов П. А.** Автоматизация извлечения отношений между понятиями из текстов естественного языка // *Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии*. 2010. Т. 8, № 3. С. 23–33.
Vlasov D. Yu., Palchunov D. E., Stepanov P. A. Automation of extraction of relations between concepts from the natural language texts. *Vestnik NSU. Series: Information Technologies*, 2010, vol. 8, no. 3, p. 23–33. (in Russ.)
43. **Пальчунов Д. Е., Степанов П. А.** Применение теоретико-модельных методов извлечения онтологических знаний в предметной области информационной безопасности // *Программная инженерия*. 2013. № 11. С. 8–16.
Palchunov D. E., Stepanov P. A. The use of model-theoretic methods for extracting ontological knowledge in the domain of information security. *Programnaya ingeneriya*, 2013, no. 11, p. 8–16. (in Russ.)
44. **Palchunov D. E., Yakhyeva G. E.** Application of Boolean-valued models and FCA for the development of ontological model of the domain of mobile network. *CEUR Workshop Proceedings*, 2017, vol. 1921, p. 77–87.
45. **Palchunov D. E., Tishkovskaya S.V., Tishkovsky D. E., Yakhyeva G. E.** Combining Logical and Statistical Rule Reasoning and Verification for Medical Applications. In: Proc. International Multi-Conference on Engineering, Computer and Information Sciences (SIBIRCON 2017). Novosibirsk, 2017, p. 309–313.
46. **Яхьяева Г. Э., Карманова А. А., Ершов А. А., Савин Н. П.** Вопросно-ответная система для управления информационными рисками на основе теоретико-модельной формализации предметных областей // *Информационные технологии*. 2017. Т. 23, № 2. С. 97–106.
Yakhyeva G. E., Karmanova A. A., Ershov A. A., Savin N. P. Question-Answering System for Managing of the Information Risks Based on Model-Theoretic Formalization of the Object Domains. *Information Technologies*, 2017, vol. 23, no. 2, p. 97–106. (in Russ.)

*Материал поступил в редколлегию
Received
19.09.2018*

Сведения об авторе / Information about the Author

Найданов Чимит Антонович, аспирант факультета информационных технологий Новосибирского государственного университета (ул. Пирогова, 1, Новосибирск, 630090, Россия)

Chimit A. Naydanov, Graduate Student, Faculty of Information Technologies, Novosibirsk State University (1 Pirogov Str., Novosibirsk, 630090, Russian Federation)

naydanov.fit@yandex.ru