

$$X^{obs} = HX + \eta, \quad (2)$$

где η – вектор ошибок наблюдений.

Основное преимущество метода 3D-VAR на практике состоит в возможности прямого усвоения радиолокационных и спутниковых наблюдений. Стоит отметить, что для практической реализации технологии в оперативной работе необходимо накопить достаточный объем прогнозов модели, что даст возможность корректного расчета фоновых ошибок и построения матрицы [5].

Для предварительной оценки работы технологии усвоения радиолокационных данных были выбраны случаи фиксации доплеровским метеорологических Минск-2 сильных ливневых осадков и гроз на территории Республики Беларусь в 2017 г. В работе приводится сравнение параметров статистической оценки результатов прогнозов системы мезомасштабного прогнозирования WRF с усвоенными радиолокационными данными и без усвоения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Инатова, В. М., Шутяев, В. П.* «Алгоритмы и задачи ассимиляции данных для моделей динамики атмосферы и океана. Научно-образовательный курс». [Электронный ресурс]. URL: <https://mipt.ru/education/chaix/mathematics/upload/99f/algsaasimulation.pdf>.
2. *Wang, H., Huang, X.-Y., Xu, D. and Liu, J.* (2014) A scale-dependent blending scheme for WRFDA: impact on regional weather forecasting. *Geoscientific Model Development*, 7, 1819–1828. <https://doi.org/10.5194/gmd-7-1819-2014>.
3. *Gustafsson, N., Janjic, T., Schraff, C., et al.* Survey of data assimilation methods for convective-scale numerical weather prediction at operational centres. *Q J R Meteorol Soc.* 2018;144:1218–1256. <https://doi.org/10.1002/qj.3179>
4. *Skamarock, W. C., et al.* A description of the Advanced Research WRF Version 3: NCAR Techn. Note/ ed.: Skamarock W.C. et al. Boulder: National Center for Atmospheric Research, 2008. – 125 p.
5. *Ballard, S. P., Li, Z., Simonin, D. and Caron, J.-F.* Performance of 4D-Var NWP-based nowcasting of precipitation at the Met Office for summer 2012 // *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society.* – 2016. –No. 142. – P. 472–487. <https://doi.org/10.1002/qj.2665>.

ПИЛОТНАЯ ОНТОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ БИБЛИОГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

PILOT ONTOLOGICAL MODEL OF BIBLIOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM

В. А. Иванюкович, В. В. Белая
U. Ivaniukovich, V. Belaya

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова,
г. Минск, Республика Беларусь
u.ivaniukovich@gmail.com*

Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

Предлагается создать онтологическую модель, описывающую термины и понятия в области ядерных наук и технологий, на базе тезауруса Международной ядерной информационной системы ИНИС. Основная задача, на которую ориентирована модель, – улучшение инструментов обработки входных данных и поиска информации в хранилищах системы с использованием браузеров. Онтологическая модель может быть использована и для решения других задач, связанных с обработкой ядерной информации.

It is proposed to create an ontological model describing terms and concepts in the field of nuclear science and technologies, which is based on the thesaurus of the International Nuclear Information System (INIS). The model is focused on improving of the input data processing as well as increasing efficiency information retrievals in the data store at using of browsers. The ontological model can be used also to solve other problems related to the processing of nuclear information.

Ключевые слова: онтология, предметная область, ядерные науки, ядерные технологии, тезаурус, библиографические информационные системы, ИНИС

Keywords: ontology, subject field, nuclear sciences, nuclear technologies, thesaurus, subject categories, bibliographical information systems, INIS

Онтология, или формальное описание терминов и понятий предметной области и отношений между ними, набирает популярность и расширяет сферу использования в информатике. Онтология является мощным инструментом искусственного интеллекта и все чаще используется в различных информационных технологиях (интернет, поисковые системы и т. п.), а также специалистами в предметных областях для формального описания терминов и отношений между ними. Например, очень удобны онтологии для описания содержания учебных дисциплин

и в целом образовательного процесса (учебные программы дисциплин, учебные планы специальности и т. п.). При этом в логически связанную систему можно собрать описание учебного процесса кафедры, факультета или всего университета. Другой пример – современный стандарт обмена, управления и интеграции электронной медицинской информации HL7 предусматривает создание и использование онтологий в медицинских информационных системах для структурирования данных и обмена ими. Стандарт является обязательным при разработке медицинских информационных систем и широко используется при создании новых медицинских приложений. Эффективно использование онтологий и для сбора, интеграции и обработки тематических данных, имеющих разную структуру и терминологию [1–3].

В исследовании рассматривается возможность применения онтологий для повышения эффективности использования библиографических информационных систем на примере Международной ядерной информационной системы ИНИС Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ). ИНИС – это одна из первых тематических библиографических информационных систем, которая действует с 1970 г. Членами системы являются около 150 государств и международных организаций. Она предоставляет доступ к информации о более чем 4,3 млн публикаций по вопросам мирного использования ядерной науки и технологий. Хранилище ИНИС содержит библиографические записи и полнотекстовые документы, опубликованные через традиционные коммерческие издательские каналы и через некоммерческие источники, включая научно-технические отчеты, материалы конференций, информацию о патентах и диссертации. Специалисты ИНИС разработали и поддерживают в актуальном состоянии многоязычный тезаурус на английском, арабском, испанском, китайском, немецком, русском, французском и японском и языках, содержащий около 30 000 терминов с описанием связей между ними, которые используются для обработки входных данных и для поиска по хранилищу данных [4]. Тезаурус ИНИС является ценным информационным ресурсом, содержащим унифицированную терминологию по ядерной тематике и согласованный перевод терминов на перечисленные выше языки. Применяемый механизм описания текстовой информации и поиска данных обеспечивает эффективную и корректную работу с информацией.

При разработке онтологической модели предметной области, охватывающей сферу деятельности МАГАТЭ (а это все аспекты ядерной науки и технологий, воздействие ионизирующего излучения на живые организмы и окружающую среду, ядерная и радиационная безопасность, ядерная медицина, астрономия, нанотехнологии и пр. [5]), за основу может быть взята структура тезауруса ИНИС. Пример описания дескрипторов в тезаурусе приведен на рис. 1.

РАДИАЦИОННАЯ МЕДИЦИНА	ЭКОСИСТЕМЫ
UF радиодиагностика	UF биогеоценоз
BT1 медицина	UF биоценоз
NT1 радиология	UF сообщества (экологические)
NT2 биомедицинская радиография	UF экологические сообщества
NT3 ионографическое изображение	UF энергетические бюджеты
NT3 остеоденситометрия	NT1 водные экосистемы
NT3 ренография	NT2 заболоченные земли
NT3 флюороскопия	NT3 болота
NT2 лучевая терапия	NT3 топь
NT3 брахитерапия	NT1 земные экосистемы
NT4 радиоэмболизация	NT2 болота
NT3 метод радиационного последствия	NT2 пастбищные земли
NT3 наружная дистанционная лучевая терапия	NT2 саванны
NT3 нейтронная терапия	<i>RT</i> азотный цикл <i>RT</i> биология
NT4 нейтрон-захватная терапия	<i>RT</i> биосфера
NT3 радиоиммунотерапия	<i>RT</i> взаимоотношения хищник-жертва
NT3 радиотерапия под контролем к	<i>RT</i> видовое разнообразие
<i>RT</i> гамма-камеры	<i>RT</i> динамика популяций
<i>RT</i> диагностика	<i>RT</i> круговорот минеральных веществ
<i>RT</i> клиренс	<i>RT</i> лесной опад
<i>RT</i> методы диагностики	<i>RT</i> миграция радиоизотопов
<i>RT</i> методы меченых атомов	<i>RT</i> окружающая среда
<i>RT</i> меченые соединения	<i>RT</i> пестициды
<i>RT</i> позитронные камеры	<i>RT</i> популяции
<i>RT</i> радиоизотопное сканирование	<i>RT</i> почвы
<i>RT</i> радиоизотопы	<i>RT</i> природные охраняемые территории
<i>RT</i> радиофармацевтические препараты	<i>RT</i> пути распространения вредных выбросов в окружающей среде
<i>RT</i> сцинтиллогграфия	<i>RT</i> радиоэкологическая концентрация
	<i>RT</i> сельское хозяйство
	<i>RT</i> серный цикл
	<i>RT</i> углеродный цикл
	<i>RT</i> фрагментация сред обитания
	<i>RT</i> экологическое равновесие
	<i>RT</i> экология

Рисунок 1 – Фрагмент тезауруса ИНИС

Тезаурус содержит около 20 тыс. дескрипторов (разрешенных терминов) с тремя типами связей – преференциальная (индикатор *UF* указывает на используемые синонимы), родовая (индикаторы *BT* и *NT* указывают на расширяющие и сужающие термины) и ассоциативная (индикатор *RT* указывает на близкие по смыслу термины) и около 10 тыс. неразрешенных к использованию терминов, вместо которых через связи предлагаются дескрипторы-синонимы.

В основе большинства онтологий лежат классы, которые соответствуют терминам и понятиям предметной области. В нашем случае в качестве классов могут выступать дескрипторы, которые являются корнем в иерархии, а также дескрипторы, которые имеют с ним родовые и ассоциативные связи и, следовательно, также присутствуют в тезаурусе в качестве корня в соответствующем им описании. Тогда для каждого класса будут созданы надклассы (если есть для него расширяющие понятия (с индикаторами *BT*) и подклассы, если есть сужающие понятия (с индикаторами *NT*). Для рассматриваемого примера описания дескрипторов, изображенного на рис. 1, будут созданы классы ЭКОСИСТЕМЫ и РАДИАЦИОННАЯ МЕДИЦИНА с указанием отношений с другими дескрипторами по родовым связям с индексами *BT* и *NT*, и ассоциативным связям с индексами *RT*. При этом каждый последующий в иерархии подкласс описывает более конкретное понятие, чем вышестоящий. Это может быть использовано для уточнения поисковых команд при работе с хранилищем базы данных (пример приведен ниже). Очевидно, что в большинстве случаев в такой структуре только нижние в иерархии классы будут иметь экземпляры классов.

Для описания свойств классов и их экземпляров в онтологии используются слоты. В нашей модели для описания дескрипторов при помощи слотов можно создать отношения, заданные преференциальными и ассоциативными связями. Однако, возможно, что для решения некоторых задач удобнее дескрипторы с индикаторами *RT* занести в отдельный класс.

Представляется полезным включение в онтологию данных о всех 49 предметных категориях ИНИС, в которых дано подробное описание всех предметных разделов информационной системы [5]. Один из вариантов решения этой проблемы – создание слотов множественной мощности, которые будут указывать с какими категориями может использоваться дескриптор.

Как отмечалось выше, современные библиографические информационные системы позволяют проводить поиск данных по различным критериям. Тем не менее запросы пользователей информационных систем и развитие информационных технологий ставят ряд задач, которые требуют совершенствования механизмов обработки и поиска данных. Некоторые из таких задач, например, интеграция поиска в различных хранилищах при помощи применяемых в интернете поисковых систем или подбор поисковых терминов, могут быть решены при помощи онтологической модели предметной области и использования компьютерных технологий, основанных на онтологиях. Онтологическое описание дает возможность выбирать релевантные поисковые термины обращаясь к дескрипторам, собранным в тезаурусе информационной системы. Пример алгоритма, предлагающего поисковые термины, показан на рис. 2. Начать поиск публикаций по радиоактивному загрязнению болотных систем можно используя два дескриптора – «Радиоактивное загрязнение поверхности» и «Болота». Для расширения поиска по первому дескриптору предлагаются дополнительные свободные термины (которые не являются дескрипторами и указаны в слоте *UF*) «радиоактивное загрязнение» и «радиоактивное загрязнение почвы», по второму – «трясина». Свойства, описанные в слоте *RT*, приводят к родственным классам «Поверхностные воды» и «Топь», к которым добавляется класс «Рогоз». Таким образом, в дополнение к первым двум поисковым терминам предлагаются шесть дополнительных релевантных. При необходимости цепочку связей можно продолжить, получая новые данные для поиска.

Предлагаемая модель построения предметно-ориентированной онтологии допускает без каких-либо проблем и ограничений использование таких распространенных языков описания онтологий, как язык для семантических утверждений OWL (Web Ontology Language), разработанный по стандарту консорциума WWW, или язык формата обмена знаниями KIF (Knowledge Interchange Format) и др., которые допускают использование редакторов онтологий.

Онтологическая модель позволяет также вести одновременный поиск информации в информационных системах, созданных по разным алгоритмам, используя одни и те же поисковые термины и команды. Еще одна актуальная задача, которая может быть решена на основе онтологий, – это изменение формата хранения данных при переходе на новые технологии, например, из кода ASCII в Unicode, который позволяет вводить и предоставлять пользователям не только текстовую информацию, но и символьные выражения любой сложности – математические формулы, химические символы и структуры, а также китайские, арабские и другие тексты, что существенно повышает привлекательность технологий работы с данными.

Онтологическая модель предметной области может быть использована во многих технологиях обработки данных, особенно для подготовки слабо структурированной информации, такой как человеческий язык, к компьютерной обработке. Однако создание такой модели – долгий и дорогостоящий процесс, требующий привлечения не только высококвалифицированных специалистов в информационных технологиях, но и в предметной области. Очень важно, чтобы разрабатываемая модель была достаточно гибкой и полной, позволяла решать не только сегодняшние задачи, но проблемы и задачи, которые будут возникать в будущем. Кроме того, модель должна быть «привлекательной» с точки зрения возможности ее использования различными программными приложениями и специалистами, работающими в аналогичных или родственных областях.

Создание онтологической модели – это итеративный процесс, который предполагает улучшение модели при обнаружении возникших проблем или при уточнении и изменении задач, которые стоят перед разработчиками. Предлагаемая онтологическая модель предназначена для создания более совершенной системы обработки входной информации, а также поиска информации с использованием браузеров или специальных поисковых программ.

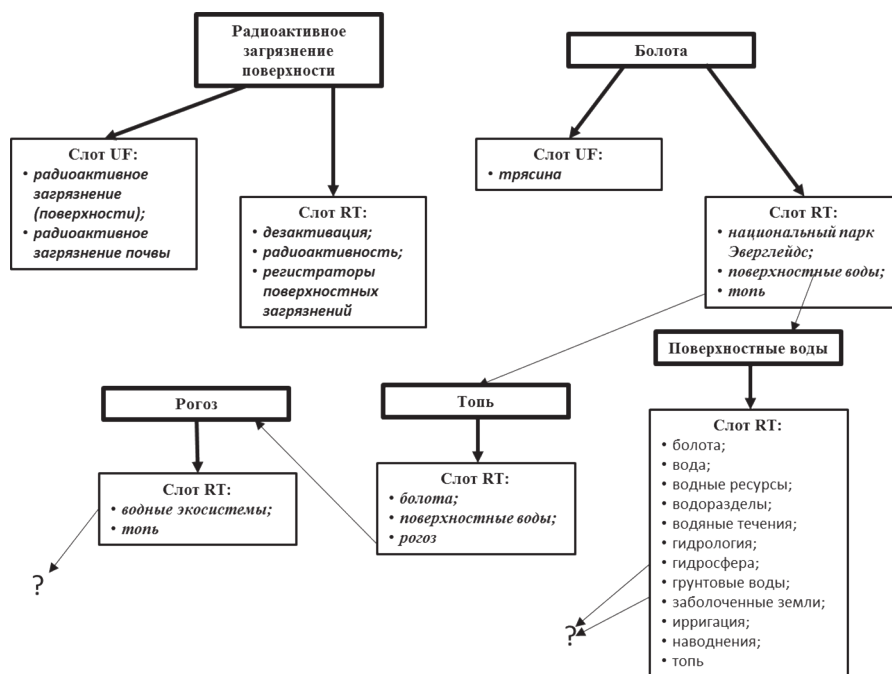


Рисунок 2 – Выбор поисковых терминов по онтологической модели предметной области ИНИС. Жирные контуры соответствуют классам, полужирные – свойствам классов (слотам). Стрелки указывают на цепочки связей между терминами.

ЛИТЕРАТУРА

1. URL: <https://rsdn.org/article/philosophy/what-is-onto.xml/> (дата обращения: 03.03.2019).
2. URL: <http://www.w3.org/TR/PR-rdf-schema/> (дата обращения: 03.03.2019).
3. URL: <http://www.hl7.org/> (дата обращения: 03.03.2019).
4. URL: <https://nkp.iaea.org/INISMLThesaurus/> (дата обращения: 03.03.2019).
5. URL: <https://nkp.iaea.org/INISSubjectCategories/> (дата обращения: 03.03.2019).

ГИС-ТЕХНОЛОГИИ В КАРТОГРАФИРОВАНИИ ЛАНДШАФТОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «БЕЛОВЕЖСКАЯ ПУЩА» GIS-TECHNOLOGIES IN MAPPING OF LANDSCAPES OF NATIONAL PARK “BIEHAVIEŽSKAJA PUŠČA”

Д. М. Курлович, Н. В. Гагина, О. М. Ковалевская, Г. И. Марцинкевич
D. Kurlovich, N. Nahina, V. Kavaleuskaja, G. Martsinkevich

Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь
kurlovich@bsu.by
Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus

Рассматриваются особенности применения ГИС-технологий при создании цифровой ландшафтной карты ГПУ «Национальный парк «Беловежская пушча» в масштабе 1 : 100 000 блока природных структурных компонентов комплексной автоматизированно-справочной системы. Приводится алгоритм создания цифровой карты, требования к ее компоновке. Дан краткий анализ ландшафтной карты Национального парка «Беловежская пушча», составленной с использованием технологий крупномасштабного ГИС-картографирования

Using of GIS-technologies is considered during creation of digital landscape map of national park “Bielaviežskaja pušča” in scale of 1: 100,000. The algorithm of creation of the digital map, requirement to its layouting is given. The short analysis of the landscape map of national park “Bielaviežskaja pušča” is presented.

Ключевые слова: географические информационные системы, цифровая карта, ландшафтное картографирование, особо охраняемые природные территории.

Keywords: geographical information systems, digital map, landscape mapping, nature protected areas.