

ISSN: 2219-8229
E-ISSN: 2224-0136
Founder: Academic Publishing House *Researcher*
DOI: 10.13187/issn.2219-8229
Has been issued since 2010.



European Researcher. International Multidisciplinary Journal

Technical Sciences

Технические науки

UDC 004.8; 528

Geoinformatics Ontologies

¹ Stanislav A. Kudzh

² Viktor Ya. Tsvetkov

¹ Moscow State Technical University of Radio Engineering, Electronics and Automation MGTU MIREA, Russian Federation

Doctor of Technical Sciences, Professor

E-mail: mirearec1@yandex.ru

² Moscow State Technical University of Radio Engineering, Electronics and Automation MGTU MIREA, Russian Federation

Doctor of Technical Sciences, Professor

E-mail: cvj2@mail.ru.

Abstract. The article analyzes geoinformatics ontologies as an acknowledgement instrument, reveals ontology structure, describes types of ontologies in geoinformatics, shows that the ontology is an acknowledgement instrument and a means of interdisciplinary knowledge transfer.

Keywords: geoinformatics; ontology; knowledge; geoinformation analysis; knowledge transfer.

Введение. Одной из главных задач геоинформатики является получение новых знаний [1]. Геоинформатика является молодой развивающейся наукой. В любой развивающейся науке важной проблемой являлся систематизация знаний. Особенностью развития геоинформатики является то, что в силу динамики ее развития возникают проблемы, которые нельзя решить обращением к накопленному опыту, пока не вводятся некоторые новые представления, понятия и модели, которые вместе с данными опыта позволяют решить проблему.

Геоинформация и онтологии. Можно разделять геоинформацию на две группы, одна из которых описывает факты, а другая является интерпретацией фактов [2, 3]. Назовем первую группу *фактофиксирующей*, а вторую — *интерпретирующей*. Это приводит к проблеме создания правил интерпретации полезной информации. Укрупнено можно выделить три вида правил интерпретации: аксиоматические, эмпирические, продуктивные.

Аксиоматические правила интерпретации основаны на системе аксиом понятий языка интерпретации и сводят новое знание к системе базисных положений. Доминирующим в этом подходе является базис или система аксиом, которые являются объясняющим фактором. В результате новые факты исследователь интерпретирует с помощью известных

базисных положений. Этот подход можно назвать объяснительным. В геоинформатике этот путь практически не используется.

Эмпирические правила интерпретации определяются опытным путем, применительно к конкретной ситуации и могут быть не пригодны для иных условий. Они применяются при использовании набора моделей и дают интерпретацию некой модельной ситуации, при которой исследователь видит начало и результат. Доминирующим является выявление взаимосвязей и тенденций между фактами, видимыми исследователю. Этот подход является основным в геоинформатике.

Продуктивные правила интерпретации получают на основе анализа структуры и связей между элементами языковых конструкций. Доминирующим в этом подходе является использование механизма вывода, который может привести к результатам и выявит факты ранее неизвестные исследователю. Этот подход используется мало в геоинформатике, но в перспективе намечается рост его использования.

Следовательно, чтобы накопленная геоинформация приобрела практическую ценность для развития науки и практической деятельности, необходимо свести разнообразную первичную информацию к виду, удобному для обработки и интерпретации. Решение этой проблемы связано с задачей извлечения и представления знаний [4] и пространственных знаний [5]. На сегодняшний день разработан ряд средств извлечения и представления знаний, и к наиболее эффективным из них относится онтология.

Полисемия понятия онтология. Онтология (от др. греч. *онтос* – сущее, *логос* – учение, понятие) – термин, определяющий учение о бытии, о сущем, в отличие от *гносеологии* – учения о познании. Автором термина «онтология» является Х. Вольф (1679–1754). В философскую литературу термин введен немецким философом Р. Гоклениусом (1547–1628). При этом онтология являлась частью метафизики, наукой не связанной с логикой, с «практической философией», с науками о природе. Ее предмет составляло изучение абстрактных и общих философских категорий, таких как бытие, субстанция, причина, действие, явление и т.д., а сама онтология претендовала на полное объяснение причин всех явлений [6].

С развитием информационных технологий и интеллектуальных систем получили распространение ниже приведенные определения.

Онтологии – это точная спецификация концептуализации [7]. Впоследствии это определение было уточнено.

Онтологии – это формальная точная спецификация совместно используемой концептуализации [8].

Под *концептуализацией* понимается абстрактная модель явлений (процессов) в мире, составленная посредством определения существенных для описания данных явлений понятий.

Точность подразумевает, что типы используемых понятий и ограничения на область применения данных понятий явно определены.

Формальность имеет отношение к тому факту, что онтология должна быть ориентирована на компьютерное представление, что исключает использование естественных языков.

Совместное использование отражает понятие того, что онтология описывает всеобщие знания, т.е. не персональные знания одного человека, а знания, принятые в группе, сообществе. Для обеспечения совместного использования это понятие приводит к другому понятию – онтологическое соглашение.

Онтологическое соглашение – объем словаря, достаточный для описания представляемых понятий, предназначенных для совместного использования.

Онтология ссылается на конкретные понятия, взятые из онтологического соглашения, используемого для описания некоторой реальности, и на множество толкований предполагаемых значений слов, входящих в словарь.

Концептуализация, как абстрактная модель, является независимой от языка. Онтология, представляющая данную концептуализацию, ссылается на понятия, определенные в словаре и, таким образом, является зависимой от используемого языка.

Определение онтологии, используемое в рамках технологии агентов и соответствующее спецификации FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents):

Онтология – это подробная спецификация структуры определенной проблемной области. Онтология включает в себя словарь (список) логических констант и предикатных символов для описания предметной области и набор логических высказываний, формулирующих существующие в данной проблемной области ограничения и определяющих интерпретацию словаря. Онтология предлагает словарь для представления и обмена знаниями по интересующей проблеме и набор связей и свойств, которые определены между имеющимися в ее словаре неделимыми сущностями. [9]

В области искусственного интеллекта известно определение, данное А.С. Нариньяни:

Онтология – это комплекс понятий от самых общих до наиболее конкретных, охватывающий полный спектр объектов и отношений, включая события и процессы, а также значения (атрибутов и отношений), определяемые, если необходимо, во времени и пространстве.

Онтология как система сущностей связывается универсальными зависимостями типа “общее – частное”, “часть – целое”, “причина – следствие” и т.п., и специфическими для соответствующей модели предметной области (МПО) и для тезауруса тоже. При этом, определяя сущности в онтологии, можно использовать различные аппараты представления знаний, – например, фреймы, слоты которых связываются ограничениями, обуславливающими допустимые сочетания их значений. В качестве ограничений могут выступать продукции, логические, алгебраические, табличные и другие зависимости.

Онтология – это модель предметной области, использующая все доступные средства представления знаний, релевантные для данной области.

Назначение онтологий. Онтология это не тезаурус и не модель предметной области. Но именно она, с одной стороны, является скелетом МПО, а с другой, выступает в качестве основы семантико-прагматической структуры проблемно-ориентированного тезауруса.

В такой схеме онтология является общей частью МПО и Тезауруса, связывающей знания о мире со знаниями о языке в проекции на конкретную сферу деятельности [10]. Основное назначение онтологий – интеграция информации. Онтологии связывают два важных аспекта [11].

Во-первых, они определяют формальную семантику информации, что дает возможность обработки этой информации методами информатики и геоинформатики.

Во-вторых, онтологии определяют семантику реального мира, позволяя, на основе общей терминологии связывать информацию, представленную для обработки, с информацией, представленной в удобной форме для восприятия человеком.

Назначение онтологий – интеграция информации, поэтому сами онтологии как информационные единицы тоже могут подвергаться интеграции. Процесс интеграции онтологий может быть либо восходящим, либо нисходящим. Однако восходящий подход чрезвычайно трудоемок, и пока не существует средств, которые позволили бы создать полную систему знаний («Модель Мира»). Поэтому применяется, в основном, нисходящий подход к интеграции частных онтологий, ориентированных на конкретные, зачастую очень ограниченные практические задачи.

Для любых двух абстрактных систем, пользующихся одним и тем же словарем, не существует гарантии, что они смогут правильно использовать одну и ту же концептуализацию. Две концептуальные модели систем могут пользоваться пересекающимися онтологиями, в то время как сами они не будут пересекаться. Это означает, что восходящий метод интеграции систем может не работать, особенно если частные онтологии ориентированы только на концептуальные связи, значимые для конкретного контекста. Следовательно, более удобно опираться на одну онтологию верхнего уровня вместо того, чтобы полагаться на договоренности, основанные на пересечении различных онтологий [12].

Виды онтологий в геоинформатике. Согласно N.Guriano [13], A. Gangeni, D.M. Pisanelli, G. Steve [14] с точки зрения описываемой концептуализации онтологии делятся на: онтологии представления, общие онтологии, промежуточные онтологии, онтологии верхнего уровня, онтологии предметной области, онтологии задач (и онтологии-приложения).

В геоинформатике эти понятия конкретизированы и заменены на другие, которые являются синонимами, но лучше отражают сущность онтологий. Они представлены на рис. 1.

Концептуальные онтологии (синоним онтологии представления см. выше) определяют концептуализацию, которая лежит в основе формализма представления знаний.

Аспектные онтологии включают фундаментальные аспекты концептуализации, например, такие категории как «род», «целое», «причина».

Онтологии отношений и понятий содержат общие понятия и отношения, характерные для конкретной предметной области, они могут играть роль интерфейса между различными подобластями предметной области.

Семантические онтологии уровня являются конкретным выражением понятий общих и промежуточных онтологий.

Онтологии предметной области содержат понятия определенной области знаний. Онтологии задач описывают определенные задачи области знаний или деятельности, релевантной рассматриваемой области. Онтологии-приложения являются специализацией онтологий предметных областей и задач.

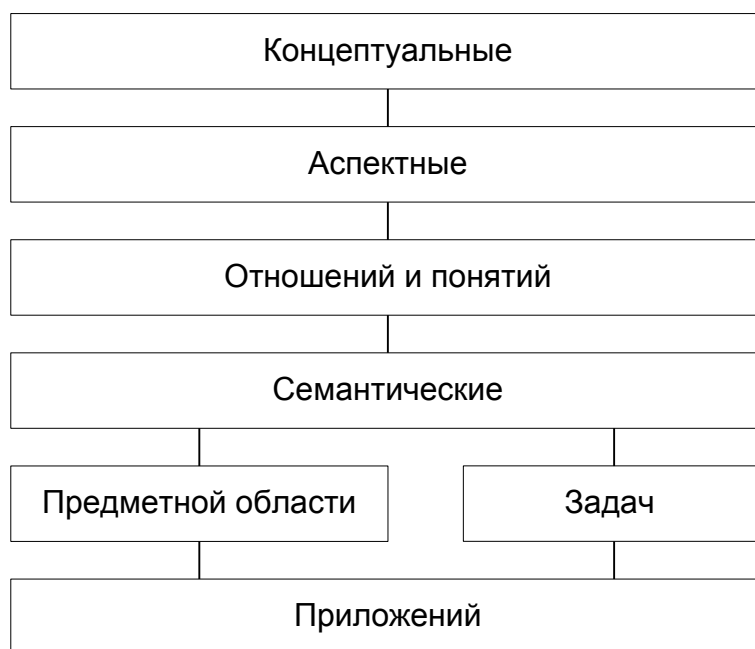


Рис. 1. Виды онтологий в геоинформатике

Описание онтологии в терминологии словаря обычно представляется в форме, предлагаемой теорией логики первого порядка, где слова из словаря выступают в качестве унарных или бинарных имен предикатов, называемых соответственно понятиями и отношениями. В самом простом случае онтология описывает иерархию связанных понятий, в более сложных случаях – добавляются подходящие аксиомы, выражающие связи между понятиями и ограничивающие их интерпретацию [15].

Онтологии предметной области могут образовывать концептуальные связи с несколькими проблемными областями. Одно и то же множество объектов с одним и тем же набором свойств может использоваться в различных проблемных областях. Для каждой проблемной области характерна определенная модель поведения объектов предметной области.

Модель предметной области. Знания предметной области вместе с моделью, описывающей их поведение в рамках определенных в онтологии задач функций, образуют частную модель проблемной области. Программная реализация данной модели является онтологией-приложением. Онтологию-приложение можно рассматривать как усеченную

онтологию проблемной области применительно к включенным в онтологию-приложение задачам.

Модели предметной и проблемной областей тесно связаны с интенциональным и экстенциональным частями представлениями знаний.

В экстенциональную часть входят конкретные факты, касающиеся предметной области. Экстенциональные представления описывают конкретные объекты из предметной области, конкретные события, происходящие в ней, или конкретные явления и процессы.

В интенциональную часть входят схемы используемых для описания связей и отношений между фактами или данными. Интенциональные представления фиксируют те закономерности и связи, которым описываемые компоненты предметной области должны удовлетворять в рамках данной проблемной области. Интенциональные представления знаний в искусственном интеллекте рассматриваются как знания проблемной области.

Все объекты и события, которые составляют основу общего понимания необходимой для решения задачи информации, называются предметной областью.

Выводы. Онтологии являются обязательным средством описания знаний и пространственных знаний в геоинформатике. Онтологии отражаются как концептуализация мира в понятиях словаря для объектов, их качественных характеристик, отличительных особенностей для данной предметной области. Они задают понятия, определенные в словаре и обосновывают принятую в данной предметной области терминологию [16]. Почти все программные среды, ориентированные на создание онтологий, основаны на объектно-ориентированной модели, которая может иметь несколько видов отображения понятий и связей между ними. Онтологии в геоинформатике включают иерархию отношений и понятий.

Примечания:

1. Hill Linda L. Georeferencing: The Geographic Associations of Information – MIT Press Cambridge, Massachusetts, London, England. 2009. 272 p.

2. Прикладная информатика Поляков А.А., Цветков В.Я.: Учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по специальности «прикладная информатика» (по областям) и другим междисциплинарным специальностям: В 2-х частях: / Поляков А.А., Цветков В.Я.; Под общ. ред. А.Н. Тихонова. М.: МАКС Пресс. 2008

3. Иванников А.Д., Кулагин В.П., Тихонов А.Н., Цветков В.Я. Геоинформатика. М.: МаксПресс 2001. 349 с.

4. Иванников А.Д., Кулагин В.П., Мордвинов В.А, Найханова Л.В., Овезов Б.Б., Тихонов А.Н., Цветков В.Я. Получение знаний для формирования информационных образовательных ресурсов. М.: ФГУ ГНИИ ИТТ «Информика», 2008. 440 с.

5. Цветков В.Я. Пространственные знания// Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2013. №7. С. 43-47.

6. Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. Базы знаний интеллектуальных систем. СПб.: Питер, 2007. 384 с.

7. Gruber T.R. Translation Approach to Portable Ontology Specification // Knowledge Acquisition Journal, 1993. V.5. Pp. 199–220.

8. Duineveld A.J. tal. WonderTools? A Comparative Study of Ontological Engineering Tools / Proceeding of the Twelfth Workshop on Knowledge Acquisition, Modeling and Management/ Voyager Inn, Banff, Alberta, Canada, October, 1999. <http://sern.calgary.ca/~KSI/~KAW/~KAW99/papers.html>.

9. FIPA 98 Specification. Part 12 – Ontology Service. Geneva, Switzerland, Foundation for Intelligent Physical Agents (FIPA), 1998. Version 1.0. <http://www.fipa.oorg>.

10. Нариньяни А.С. Кентавр по имени ТЕОН: Тезаурус + Онтология / В сб. «Межд. Семинар ДИАЛОГ'2001», Аксаково, Июнь 2001, Том 1, С. 199–154.

11. Fensel D. Ontologies: Dynamic Networks Formally Represented Meaning. Proceeding of the International Semantic Web Working Symposium (SWWS). Stanford University, California, USA, 2001. <http://www.semanticweb.org/SWWS/program/position/>.

12. Смирнов А.В., Пашкин М.П., Шилов Н.Г., Левашова Т.В. Онтологии в системах искусственного интеллекта: способы построения и организации // Новости искусственного интеллекта. 2002. № 1. С. 3-13.

13. Guriano N. Understanding, Building, and Using Ontologies/ A Commentary to “Using Explicit Ontologies in KBS Development” // International Journal of Human and Computer Studies, 1997. V.46. №2/3. Pp. 293-310.

14. Gangeni A., Pisanelli D.M., Steve G. An Overview of the ONIONS Project: Applying Ontologies to the Integration of Medical Terminologies // Data & Knowledge Engineering, 1999. V.31. Pp. 183-220.

15. Городецкий В.И., Карсаев В.О., Котенко И.В., Хабалов А.В. MAS DK: инструментарии для разработки многоагентных систем и примеры приложений. Труды Международного конгресса «Искусственный интеллект в XXI веке». Россия, Дивноморское, 2001. С. 249-262.

16. Тихонов А.Н., Иванников А.Д., Цветков В. Я. Терминологические отношения // Фундаментальные исследования. 2009. № 5. С. 146- 148.

References:

1. Hill Linda L. Georeferencing: The Geographic Associations of Information – MIT Press Cambridge, Massachusetts, London, England. 2009. 272 p.

2. Prikladnaya informatika Polyakov A.A., Tsvetkov V.Ya.: Uchebno-metodicheskoe posobie dlya studentov, obuchayushchikhsya po spetsial'nosti «prikladnaya informatika» (po oblastyam) i drugim mezhdistsiplinarnym spetsial'nostyam: V 2-kh chastyakh: / Polyakov A.A., Tsvetkov V.Ya.; Pod obshch. red. A.N. Tikhonova. M.: MAKS Press. 2008

3. Ivannikov A.D., Kulagin V.P., Tikhonov A.N., Tsvetkov V.Ya. Geoinformatika. M.: MaksPress 2001. 349 s.

4. Ivannikov A.D., Kulagin V.P., Mordvinov V.A, Naikhanova L.V., Ovezov B.B., Tikhonov A.N., Tsvetkov V.Ya. Poluchenie znaniy dlya formirovaniya informatsionnykh obrazovatel'nykh resursov. M.: FGU GNII ITT «Informika», 2008. 440 s.

5. Tsvetkov V.Ya. Prostranstvennye znaniya// Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy. 2013. №7. S. 43-47.

6. T.A. Gavrilova, V.F. Khoroshevskii. Bazy znaniy intellektual'nykh sistem. SPb.: Piter, 2007. 384 s.

7. Gruber T.R. Translation Approach to Portable Ontology Specification // Knowledge Acquisition Journal, 1993. V.5. Pp. 199–220.

8. Duineveld A.J. tal. WonderTools? A Comparative Study of Ontological Engineering Tools / Proceeding of the Twelfth Workshop on Knowledge Acquisition, Modeling and Management/ Voyager Inn, Banff, Alberta, Canada, October, 1999. <http://sern.calgary.ca/-KSI/-KAW/-KAW99/-papers.html>.

9. FIPA 98 Specification. Part 12 – Ontology Service. Geneva, Switzerland, Foundation for Intelligent Physical Agents (FIPA), 1998. Version 1.0. <http://www.fipa.oorg>.

10. Narin'yani A.S. Kentavr po imeni TEON: Tezaurus + Ontologiya / V sb. «Mezhd. Seminar DIALOG'2001», Aksakovo, Iyun' 2001, Tom 1, S. 199–154.

11. Fensel D. Ontologies: Dynamic Networks Formally Represented Meaning. Proceeding of the International Semantic Web Working Symposium (SWWS). Stanford University, California, USA, 2001. <http://www.semanticweb.org/SWWS/program/position/>.

12. Smirnov A.V., Pashkin M.P., Shilov N.G., Levashova T.V. Ontologii v sistemakh iskusstvennogo intellekta: sposoby postroeniya i organizatsii // Novosti iskusstvennogo intellekta. 2002. № 1. S. 3-13.

13. Guriano N. Understanding, Building, and Using Ontologies/ A Commentary to “Using Explicit Ontologies in KBS Development” // International Journal of Human and Computer Studies, 1997. V.46. №2/3. Pp. 293-310.

14. Gangeni A., Pisanelli D.M., Steve G. An Overview of the ONIONS Project: Applying Ontologies to the Integration of Medical Terminologies // Data & Knowledge Engineering, 1999. V.31. Pp. 183-220.

15. Gorodetskiy V.I., Karsaev V.O., Kotenko I.V., Khabalov A.V. MAS DK: instrumentarii dlya razrabotki mnogoagentnykh sistem i primery prilozhenii. Trudy Mezhdunarodnogo kongressa «Iskusstvennyi intellekt v XXI veke». Rossiya, Divnomorskoe, 2001. S. 249-262.

16. Tikhonov A.N., Ivannikov A.D., Tsvetkov V. Ya. Terminologicheskie otnosheniya // Fundamental'nye issledovaniya. 2009. № 5. S. 146-148.

УДК 004.8; 528

Онтологии в геоинформатике

¹ Станислав Алексеевич Кудж

² Виктор Яковлевич Цветков

¹ Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики, Россия

Доктор технических наук, профессор

E-mail: mirearec1@yandex.ru

² Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики, Россия

Доктор технических наук, профессор

E-mail: cvj2@mail.ru

Аннотация. Рассматривается онтологии в геоинформатике как инструмент познания. Раскрываются структура онтологии. Описаны виды онтологий в геоинформатике. Показано, что онтология является инструментом познания и средством междисциплинарного переноса знаний.

Ключевые слова: геоинформатика; онтология; знания; геоинформационный анализ; перенос знаний.