

an Journal of Technology and Design. 2015. Vol. 10. Iss. 4. P. 118–126.

36. Савиных В. П. Развитие космической геоинформатики // Славянский форум. 2016. № 2 (12). С. 223–230.

37. Вениаминов С. С. и др. Концепция системы противодействия космическим угрозам: астрономические аспекты // Астрономический вестник. 2013. Т. 47. № 4. С. 327–340.

### **Georeference in spatial relations**

*Vladimir Petrovich Kulagin, Doctor of Technical Sciences, Professor. Winner of the Prize of the President of the Russian Federation in the field of education (2003), winner of the RF Government Prize in Education (2009), Corresponding Member of the Russian Academy of Natural Sciences, member of the Academy of Informatization of Education, Head of the Laboratory of HSE*

*This article describes the georeference, as a special object of study Geoinformatics. Georeference in the application area is the description of spatial relations. Linguistics defines the reference of the geometry as a derivative reference. The logic determines the reference of the geometry as a logical chain. Information field specifies the reference of the geometry as a field variable. This article describes the implementation of georeference information units through the fund and actualizer.*

*Keywords: geoinformatics, applied geoinformatics, georeference, geocoding, georeferencing, spatial analysis, information units, modeling, information engineering, information field, a field variable.*

УДК 001.6; 001.8; 165.0

## **ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД В ГЕОИНФОРМАТИКЕ**

*Игорь Наумович Розенберг, профессор, д-р техн. наук,*

*Генеральный директор ОАО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (ОАО «НИИАС»), академик Академии транспорта, академик Международной академии наук Евразии, заведующий кафедрой «Геодезия, геоинформатика и навигация»,  
e-mail: ig.rozenb2012@yandex.ru,*

*Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II,  
http://www.miit.ru*

**DOI: 10.21777/2312-5500-2016-5-86-95**

*Статья раскрывает содержание онтологического подхода в геоинформатике как инструмента описания знаний. Раскрываются основы интерпретации информации для получения знаний. Раскрывается содержание трех групп интерпретации. Две группы являются априорными. Одна группа является апостериорной. Статья раскрывает содержание онтологии как комплексного интегрированного описания. Дается анализ определений и формулируется понятие онтологии в геоинформатике. Статья анализирует предметную область геоинформатики. На этой основе вводится структурная модель онтологий предметной области геоинформатики. Статья доказывает, что онтология является средством междисциплинарного переноса знаний между разными предметными областями.*

*Ключевые слова: онтология; знание; онтологический подход; интерпретация информации; аксиоматический подход; продуктивный подход; эмпирический подход; геоинформатика; предметная область; предметная область геоинформатики; информационные конструкции; концептуализация; спецификация.*

### **Введение**

Одна из задач научных исследований – получение новых знаний [1, 2]. При получении новых знаний важной задачей является их систематизация. При проведении новых научных исследований возникают проблемы, которые нельзя решить обращением к накопленному опыту. Особенностью новых научных исследований является необходимость введения новых представлений и понятий, которые вместе с эксперименталь-

ными данными позволяют решить проблему. Систематизация знаний требует обобщенного описания, которое бы охватывало по возможности разные предметные области для решения задачи междисциплинарного переноса знаний. Одним из методов получения общего описания знаний и их систематизации является применение онтологий [3–5]. Одно из назначений геоинформатики – получение новых знаний [6]. Это обуславливает проведение исследований по применению онтологий в этой области для осуществления систематизации знаний и повышения эффективности междисциплинарного переноса знаний. Геоинформатика создается на основе интеграции наук [7]. В силу этого для нее актуальны и важны систематизация и интеграция знаний и методов их получения. В геоинформатике уже применяется геоинформационный подход [8], который решает технологические задачи и задачи предметной области. Онтологический подход в геоинформатике призван решать задачи получения знаний.



**Интерпретация как система отношений.** При извлечении и получении знаний важную роль играют информационные отношения [9, 10]. Они задают основы трансформации разных качеств и получения знаний. Знания получают не сразу. Первоначально получают данные и информацию и формируют факты, из которых извлекают знания. При проведении научных исследований важной задачей является интерпретация новых сведений, фактов и явлений. В ходе научных исследований создают новые модели, включая информационные модели. Как правило, это дескриптивные модели. В информационных моделях можно выделить две группы, связанные с описанием фактов. Первая группа описывает факты, вторая группа связана с интерпретацией фактов. Первую группу называют фактофиксирующей, а вторую – интерпретирующей [11, 12].

Для интерпретирующих моделей необходимо иметь или создать правила интерпретации. Выделяют три группы правил интерпретации: аксиоматические, эмпирические, продуктивные [11]. Эти три вида основаны на разных подходах и диктуются разными условиями.

Аксиоматическая группа правил интерпретации основана на применении системы аксиом и языка интерпретации. Этот подход сводит новое знание к системе базисных положений. Важной в этом подходе является система аксиом, которая служит объясняющим фактором. С помощью такой системы исследователь интерпретирует новые факты с помощью известных положений. Этот подход является аксиоматически объяснительным. Такой подход применяют при наличии аксиом, проверенных практикой и использованных в ряде теоретических и экспериментальных исследований. Недостатком аксиоматического подхода является сведение любого нового явления к системе известных аксиом. Если сущность нового явления выходит за рамки аксиоматической системы, то такая интерпретация приводит к ложным выводам.

Продуктивные правила интерпретации основаны на системе правил и наличии механизма вывода [13]. Продуктивные правила интерпретации получают на основе предварительного анализа структуры и связей между элементами информационных конструкций [14]. Главным в этом подходе является создание и использование механизма вывода, который может привести к результатам, ранее неизвестным для исследователя. Недостатком продуктивного подхода является сведение любых взаимосвязей к системе заданных правил. Если механизмы взаимодействия нового явления выходят за рамки заданной продуктивной системы, то такая интерпретация приводит к ложным выводам.

Оба рассмотренных выше подхода являются априорными. Они сводят новое явление или процесс к известным системам аксиом или системам правил. Альтернативой является эмпирический подход.

Эмпирические правила интерпретации основаны на введении моделей процессов,

связей и причинно-следственных отношений, которые исследователь вводит на основе проведенного эксперимента [15]. Поэтому такой метод является апостериорным. Эмпирические правила интерпретации создают опытным путем применительно к конкретной области исследований. Поэтому они могут быть не пригодны для других условий. Такие правила применяют при информационной ситуации, для которой исследователь видит начало и результат. Главным в этой системе правил наличие развитого импакт-анализа. Поэтому первоначально в этой группе выявляют наиболее важные сущности и существенные связи и тенденции, видимые исследователю. Этот подход применяют при отсутствии априорных теоретических описаний.

Недостатком эмпирического подхода является анализ объективных сущностей и связей через когнитивный фильтр исследователя. Чем больше опыт исследования и выше его логические способности, тем адекватнее данный подход. Если эмпирическое описание нового явления не охватывает всех существенных факторов или несущественные факторы приравниваются к существенным, то такая интерпретация приводит к правдоподобным, но ложным выводам. Примером является ситуация, когда эмпирический механизм строится молодым ученым с узким кругозором. В этом случае его выводы имеют либо ограниченную область истинности, либо ошибочны из-за недостаточно глубоких исследований в данной области. Это характерно для защиты диссертаций на степень кандидата наук.

Существует эмпирическое правило, согласно которому для того, чтобы информация приобрела практическую ценность, необходимо свести разнообразную первичную информацию к унифицированной форме (стандартизированной форме), удобной для обработки и интерпретации. В геоинформатике такой стандартизированной формой являются геоданные.

Кроме того, при проведении научных исследований возникают задачи представления знаний [16] и формирования знаний [17]. Обычно говорят о процедурном и декларативном знании. В теории искусственного интеллекта, психологии, образовании, геоинформатике дополнительно исследуют пространственное знание [16]. В геоинформатике изучают еще геознание [18–20]. Все это приводит к необходимости разработки и применения средств извлечения и описания знаний. На сегодняшний день разработан ряд таких средств извлечения и представления знаний, одним из которых является онтология [3, 9, 21–23].

**Онтология как интегрированное описание.** Понятие онтологии в ее первоначальном варианте и современная трактовка существенно отличаются. Онтология (от др.-греч. *онто́с* – сущее, *логос* – учение, понятие) возникла как термин, определяющий учение о бытии, о сущем, в отличие от гносеологии – учения о познании [24, 25]. Считается, что автором этого термина является Х. Вольф (1679–1754) [26]. В философскую литературу этот термин введен немецким философом Р. Гоклениусом (1547–1628) [27]. Первоначально онтология являлась частью метафизики, не связанной с логикой, с «практической философией», с науками о природе. Предметом онтологии было изучение абстрактных и общих философских категорий типа бытие, субстанция, причина, действие, явление и т. д. При этом сама онтология претендовала на полное объяснение причин всех явлений.

Такой общий подход к описанию явлений наложил определенные особенности на современный термин. В процессе развития науки дефиниция термина «онтология» стала модифицироваться в сторону конкретизации и сочетания общего и частного. В качестве примера можно рассмотреть ряд определений.

1. *Онтология* – точная спецификация концептуализации [28]. Впоследствии это определение было уточнено.

2. *Онтология* – это формальная точная спецификация совместно с используемой концептуализацией [29].

Проанализируем второе определение. Под концептуализацией понималась абстрактная модель явления (процесса), сформированная на основе определения существенных для описания данного явления понятий. В настоящее время в сфере информационных технологий такую функцию выполняет информационная конструкция [14, 30]. Концептуализация отражает общие и абстрактные понятия.

Точность (узкое понятие) подразумевает явное определение типов используемых понятий и ограничений на область применения данных. Точность отражает конкретику.

Формальность (суженное понятие формальности) означает, что онтология ориентирована на формальные информационные языки и исключает использование естественных языков.

Совместное использование (специальное понятие) означает, что онтология описывает общие знания, а не персональные знания субъекта или знания, принятые в группе специалистов. Для обеспечения совместного использования это понятие приводит к другому понятию – онтологическое соглашение [31, 32].

Онтологическое соглашение – словарь, включающий методы трактовки или интерпретации, достаточный для описания представляемых понятий в области исследования. Онтологическое соглашение – это неформальный условный стандарт интерпретации терминов и словосочетаний, принятый в рамках 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 [33].

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.

Следует обратить внимание, что второе определение содержит условности, что противоречит назначению онтологии как общему описанию окружающего мира. Это определение функционирует в рамках онтологического соглашения, которое может меняться, дополняться или противоречить другим онтологическим соглашениям.

Существуют другие определения, например определение онтологии, используемое в рамках технологии агентов и соответствующее спецификации FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents) [34]:

3. *Онтология* – это подробная спецификация структуры определенной проблемной области. Онтология включает в себя:

- словарь (словари) логических констант и предикатных символов для описания предметной области;

- набор логических высказываний, формулирующих существующие в данной проблемной области ограничения;

- набор логических высказываний, 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 [34].

В области искусственного интеллекта известно определение, данное А. С. Нариньяни [35]:

4. *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.

В этом определении важным, отражающим сущность современных онтологий, является термин «комплекс понятий». Он отражает тот факт, что при описании сложного явления, особенно включающего конкретное и абстрактное, нельзя использовать один термин (догма одномерности). Для описания сложного явления с разными каче-

ствами необходимо использовать комплекс связанных терминов как систему терминов.

Онтология как комплекс понятий и система сущностей связывается системой отношений типа «общее – частное», «часть – целое», «причина – следствие» и т. д. Онтология как система описаний связывается специфическими отношениями в предметной области. Термин комплекс понятий приводит к трактовке онтологии как системы описаний.

Для определения сущности в онтологии можно использовать различные аппараты представления знаний, обуславливающие допустимые сочетания их значений. Для выявления сущности в онтологии можно использовать различные продукционные и эмпирические группы. В качестве ограничений в онтологиях могут выступать отношения различного вида.

Еще одно определение [36]:

5. *Онтология* – это модель предметной области, использующая все доступные средства представления знаний, релевантные для данной области. Онтология с позиций моделирования является основой модели предметной области. С позиций информационного поля она выступает как основа семантико-прагматической структуры проблемно-ориентированного тезауруса. В этом случае онтология является общей частью модели предметной области и тезауруса и связывает общие знания со знаниями о языке в конкретной сфере деятельности [9].

Одна из функций онтологий – интеграция информации. Онтологии должны связывать два важных аспекта [37]: информационный и семантический. Во-первых, онтологии должны определять формальную семантику информации. Это дает возможность обработки содержательной части информации и получения знаний на этой основе. Во-вторых, онтологии должны определять семантику реального мира. В этом случае они на основе терминологических отношений [38] связывают информацию, представленную для обработки, с информацией, представленной в форме, удобной для восприятия человеком.

Функция онтологий – интеграция информации, поэтому сами онтологии, как информационные единицы, тоже могут подвергаться интеграции. Процесс интеграции онтологий может быть либо восходящим, либо нисходящим. Это соответствует известным в проектировании методам: «сверху вниз» или «снизу вверх».

Во многих источниках литературы, утверждается, что восходящий подход труден, поскольку он требует механизмов, которые позволили бы создать полную систему знаний («картину мира») из деталей [39, 40]. Поэтому применяется в основном нисходящий подход, основанный на редукции, ориентированный на конкретные задачи. Такая точка зрения существует в области искусственного интеллекта.

В геоинформатике задача построения общей картины из частных решается как теоретически, так и технически. Теоретически при переходе к более общим представлениям, используют механизм генерализации. Технически созданы многослойные банки пространственных данных (банки геоданных), в которых информация хранится в виде многослойных структур, называемых мультимасштабными картами [41].

Онтология – это всего лишь подход и попытка описания. Поэтому для любых систем, пользующихся одним и тем же словарем, не существует гарантии, что они смогут правильно использовать одну и ту же концептуализацию. То есть возможна неоднозначность описания и трактовки из-за общности описания онтологий.

Возможна информационная ситуация, при которой две концептуальные системы могут пользоваться пересекающимися онтологиями, в то время как сами они не будут пересекаться. Это означает, что восходящий метод интеграции систем может не работать, когда частные онтологии ориентированы только на концептуальные связи. В таких случаях целесообразно использовать одну онтологию верхнего уровня вместо того, чтобы полагаться на договоренности, основанные на пересечении различных онтологий [29].

**Предметная область геоинформатики.** В геоинформатике существует специальная система онтологий, которая связана со спецификой области исследования геоинформатики [11]. Специфика исследований в предметной области геоинформатики приводит к необходимости комплексного многоуровневого описания. Это требует применения многоуровневой системы онтологий. Такая многоуровневая система онтологий представлена на рис. 1.

Концептуальные онтологии определяют концепции, которые лежат в основе формализма представления знаний, включая пространственные знания и геознания. Эти онтологии служат основой связи между разными предметными областями и основой связи между специальной областью и общей научной картиной мира. Нижележащие уровни онтологий трактуют следующим образом.

Уровень знаний описывает разные виды знаний и включает две синтагматические части: декларативные и процедурные знания и пространственные знания и геознания. Пространственные знания и геознания включают подуровень, который специфицирует пространственные знания по типам: морфологические, координационные, взаимные.

Онтологии информационных конструкций являются повторением уровня концептуализации, но уже на прикладном модельном уровне. В геоинформатике существует большое число моделей: цифровых, геоданных, процессов, объектов, информационных ситуаций, информационных позиций [42], информационных единиц. Информационная конструкция является обобщенной моделью, описывающей перечисленные объекты на уровне обобщения и концептуализации.

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



**Рис. 1. Многоуровневая система онтологий в геоинформатике**

различными подобластями предметной области. Особенностью этого уровня является описание пространственных отношений, информационных отношений и геореференций.

Семантические онтологии являются средством выражения понятий онтологий методов и задач. Онтологии методов и задач являются средством описания инструментария решения задач и конструирования вывода в данной области. Для любой предметной области существует специфический набор определенных задач и методов их решения, что определяет содержание уровня онтологий методов и задач. Поведение объектов предметной

области может определять онтологии задач. Онтологии предметной области содержат понятия данной области знаний. Онтологии-приложения являются специализацией онтологий предметных областей и задач.

Общим для всех уровней является использование словарей. Описание онтологий

любого уровня в терминах словаря [33] представляется в форме логики первого порядка, в которой слова (информационные семантические единицы) выступают в качестве унарных или бинарных имен предикатов, называемых соответственно понятиями и отношениями. В простейшем случае онтология описывает иерархию связанных понятий в виде логической цепочки. В более сложных случаях используется тринитарная логика и графы с циклами для построения лексических информационных конструкций. В еще более сложных случаях используется система аксиом, которые не только описывают связи между понятиями, но и задают ограничения их интерпретации.

Совокупность объектов и событий, которые составляют основу общего описания предметной области, называют моделью предметной области. Онтологии одной предметной области могут образовывать разные связи с несколькими проблемными областями [43]. Одно и то же множество объектов с одним и тем же набором свойств может использоваться в разных проблемных областях. Именно это создает возможность междисциплинарного переноса знаний и опыта.

В геоинформатике одной из главных онтологических задач является получение пространственных знаний и геознаний [44]. Дополнительно с помощью онтологий в геоинформатике исследуют лингвистику пространственных знаний. Знания предметной области вместе с моделью, описывающей их поведение в рамках определенных в онтологии задач функций, образуют частную модель проблемной области.

Модели предметной и проблемной областей тесно связаны с интенциональной и экстенциональной частями представления 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 области наук о Земле специфика экстенциональных представлений связана с особенностью получения и формирования информации. В качестве основы в области наук о Земле применяют специфические данные, которые называют геоданными [45–48]. Они классифицируются по трем классам: «место», «время», «тема». Соответственно, на основе этих данных строят специфические модели, которые называют либо пространственными моделями, либо цифровыми.

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 служат основой анализа в области наук о Земле. Интенциональные представления знаний в области искусственного интеллекта рассматриваются как знания проблемной области.

Онтологии предметной области являются средством получения геознаний и пространственных знаний в геоинформатике. Именно в этих онтологиях выражается специфика задач предметной области геоинформатики. В этих онтологиях также отражается специфика знаний в данной предметной области.

Онтологии предметной области геоинформатики отражают концептуализацию мира, определенную в онтологиях более высокого уровня. Онтологии предметной области геоинформатики используют словари предметной области для объектов, их качественных характеристик, отличительных особенностей в данной области. Многие программные средства в своей основе используют онтологии предметной области. Онтологии предметной области интегрируют методы получения информации и знаний в единой концептуальной среде.

**Заключение.** Онтологический подход в геоинформатике основан на применении комплексного описания онтологии в предметной области «геоинформатика». Онтологический подход в геоинформатике дополняет геоинформационный подход и служит основой получения знаний разного вида: декларативных, пространственных

знаний, геознаний. Несмотря на достаточно широкое применения онтологического подхода, он пока больше является теоретическим, чем практическим инструментом. Наиболее успешно применяют онтологическое соглашение, что объяснимо, так как это, по существу, попытка локальной стандартизации, что всегда способствует обмену информацией. Попытка применения онтологий сталкивается с противоречием «общее – частное». Трактовку интеграции «снизу» и «сверху» также нельзя считать корректной. В теории моделирования есть понятия «детализация» и «обобщение». Обобщение можно связать с интеграцией. Но детализация – оппозиционный интеграции процесс. Тем не менее в онтологических исследованиях упорно говорят об интеграции, которая по существу является детализацией. Еще одна ошибочная точка зрения в онтологических исследованиях – попытка приписать онтологии в качестве главной задачи интеграцию информации. Это ошибка. Главная задача онтологии – описание и представление знаний, а не информации. Однако в целом развитие этой области способствует построению научной картины мира и развитию методов представления и описания знаний.

### **Литература**

1. *Власов М. В.* Стратегия производства новых знаний // *Общественные науки и современность*. 2007. № 3. С. 18–22.
2. *Park Y. J., Kim B. C., Chun S. H.* New knowledge extraction technique using probability for case-based reasoning: application to medical diagnosis // *Expert Systems*. 2006. Vol. 23. No. 1. P. 2–20.
3. *Лапишин В. А.* Онтологии в компьютерных системах. – М.: Научный мир, 2010.
4. *Гаврилова Т. А., Лецев Д. В., Лецева И. А.* Использование онтологии в качестве дидактического средства // *Искусственный интеллект*. 2000. Т. 3. С. 34–38.
5. *Добров Б. В., Лукашевич Н. В.* Онтологии для автоматической обработки текстов: описание понятий и лексических значений // *Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: труды Международной конференции «Диалог-2006»*. – М.: РГГУ, 2006. С. 138–143.
6. *Иванников А. Д., Тихонов А. Н., Мордвинов В. А.* Получение знаний методами информатики и геоинформатики // *Вестник Московского государственного областного университета*. 2012. № 3. С. 140–142.
7. *Максудова Л. Г., Савиных В. П., Цветков В. Я.* Интеграция наук об окружающем мире в геоинформатике // *Исследование Земли из космоса*. 2000. № 1. С. 46–50.
8. *Rozenberg I. N., Tsvetkov V. Ya.* The Geoinformation approach // *European Journal of Natural History*. 2009. № 5. P. 102–103.
9. *Tsvetkov V. Ya.* Information Relations // *Modeling of Artificial Intelligence*. 2015. Vol. 8. Iss. 4. P. 252–260.
10. *Ожерельева Т. А.* Модели отношений данных в информационном поле // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2015. № 2 (часть 1). С. 22–24.
11. *Kudzh S. A., Tsvetkov V. Ya.* Geoinformatics Ontologies // *European Researcher*. 2013. Vol. 62. No. 11-1. P. 2566–2572.
12. *Цветков В. Я.* Фактофиксирующие и интерпретирующие модели // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2016. № 9 (часть 3). С. 487–487.
13. *Добровольский Д. О.* Лексико-синтаксическое варьирование во фразеологии: ввод определения в структуру идиомы // *Русский язык в научном освещении*. 2007. Т. 14. С. 18–47.
14. *Tsvetkov V. Ya.* Information Constructions // *European Journal of Technology and Design*. 2014. Vol. 5. No. 3. P. 147–152.
15. *Ракитов А. И.* Статистическая интерпретация факта и роль статистических методов в построении эмпирического знания // *Проблемы логики научного познания*. – М.: Наука, 1964. С. 375–406.
16. *Цветков В. Я.* Представление пространственных знаний // *Науки о Земле*. 2013. № 2-3. С. 69–75.
17. *Клецев А. С.* Задачи индуктивного формирования знаний в терминах непримитивных онтологий предметных областей // *Научно-техническая информация. Сер. 2: Информационные процессы и системы*. 2003. № 8. С. 8–18.
18. *Савиных В. П.* Геознание. – М.: МАКС Пресс, 2016. 132 с.

19. Кулагин В. П., Цветков В. Я. Геознание: представление и лингвистические аспекты // Информационные технологии. 2013. № 12. С. 2–9.
20. Майоров А. А. Геознание как новая форма знания // Перспективы науки и образования. 2016. № 4. С. 23–31.
21. Guarino N. Formal ontology and information systems // Proceedings of the 1st International Conference on Formal Ontologies in Information Systems, FOIS'98. – Trento, Italy: IOS Press, 1998. P. 81–97.
22. Биряльцев Е. В., Гусенков А. М. Онтологии реляционных баз данных. Лингвистический аспект // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: труды Международной конференции «Диалог-2007». – М.: РГГУ, 2007. С. 50–53.
23. Ланин В. Онтологии как основа функционирования систем обработки электронных документов // Знания – Онтологии – Теории: Материалы Всероссийской конференции с международным участием. – Новосибирск, 2009. Т. 2. С. 173–177.
24. Сартр Ж. П. Бытие и ничто: Опыт феноменологической онтологии. – М.: АСТ, 2009.
25. Рубинштейн С. Л. Избранные философско-психологические труды. Основы онтологии, логики и психологии. – М.: Наука, 1997. 463 с.
26. Жучков В. А. Христиан Вольф и его последователи // История философии: Запад – Россия – Восток (Кн. 2: Философия XV–XIX вв.). – М.: Греко-латинский кабинет Ю. А. Шичалина, 1996. С. 286–291.
27. Lima J. F., Amaral C. M. G., Molinaro L. F. R. Ontology: An Analysis of the Literature // International Conference on ENTERprise Information Systems. – Berlin, Heidelberg: Springer, 2010. P. 426–435.
28. Gruber T. R. Translation Approach to Portable Ontology Specification // Knowledge Acquisition Journal. 1993. Vol. 5. P. 199–220.
29. Duineveld A. J. et al. Wonder Tools? A Comparative Study of Ontological Engineering Tools // International Journal of Human-Computer Studies. 2000. Vol. 52. P. 1111–1113.
30. Дешко И. П. Информационное конструирование: монография. – М.: МАКС Пресс, 2016. 64 с.
31. Цветков В. Я. Паралингвистические информационные единицы в образовании // Перспективы науки и образования. 2013. № 4. С. 30–38.
32. Клецев А. С., Артемьева И. Л. Математические модели онтологий предметных областей. Часть 1. Существующие подходы к определению понятия «онтология» // Научно-техническая информация. Сер. 2: Информационные процессы и системы. 2001. № 2. С. 20–27.
33. Добров Б. В. и др. Онтологии и тезаурусы. – Казань: КГУ, 2006.
34. FIPA 98 Specification. Part 12 – Ontology Service. – Geneva, Switzerland: Foundation for Intelligent Physical Agents (FIPA), 1998.
35. Нариньяни А. С. ТЕОН-2: от Тезауруса к Онтологии и обратно // Международный семинар по компьютерной лингвистике и ее приложениям «Диалог'2002». Т. 1. С. 149–154.
36. Найханова Л. В. Технология создания методов автоматического построения онтологий с применением генетического и автоматического программирования: монография. – Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 2008. 244 с.
37. Fensel D. Ontologies: Dynamic Networks Formally Represented Meaning // Proceeding of the First International Semantic Web Working Symposium (SWWS'01), Stanford University, USA, 2001. [https://files.ifi.uzh.ch/ddis/iswc\\_archive/iswc/ih/SWWS-2001/program/full/SWWSProceedings.pdf](https://files.ifi.uzh.ch/ddis/iswc_archive/iswc/ih/SWWS-2001/program/full/SWWSProceedings.pdf).
38. Тихонов А. Н., Иванников А. Д., Цветков В. Я. Терминологические отношения // Фундаментальные исследования. 2009. № 5. С. 146–148.
39. Степин В. С., Кузнецова Л. Ф. Научная картина мира в культуре техногенной цивилизации. – М.: ИФ РАН, 1994. 274 с.
40. Tsvetkov V. Ya. Worldview Model as the Result of Education // World Applied Sciences Journal. 2014. Vol. 31. No. 2. P. 211–215.
41. Цветков В. Я., Железняков В. А. Мультимасштабная электронная карта как основа системы учёта земель // Государственный советник. 2014. № 1. С. 28–37.
42. Tsvetkov V. Ya. Information Situation and Information Position as a Management Tool // European Researcher. 2012. Vol. 36. No. 12-1. P. 2166–2170.
43. Kaiya H., Saeki M. Using domain ontology as domain knowledge for requirements elicitation // 14th IEEE International Requirements Engineering Conference (RE'06). – IEEE, 2006. P. 189–

198.

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

45. Омельченко А. С. Геоданные как инновационный ресурс // Качество, инновации, образование. 2006. № 1. С. 12–14.

46. Савиных В. П., Цветков В. Я. Геоданные как системный информационный ресурс // Вестник Российской академии наук. 2014. Т. 84. № 9. С. 826–829.

47. Дышленко С. Г. Анализ и разработка характеристик качества геоданных // Перспективы науки и образования. 2016. № 2. С. 23–27.

48. Кудж С. А. Организация геоданных // Перспективы науки и образования. 2014. № 1. С. 61–65.

### The ontological approach geoinformatics

*Igor Naumovich Rozenberg, Professor, Doctor of Technical Sciences. Deputy general director of the Research Institute of automated systems in railway transport JSC NIIAS – HEAD OFFICE*

*The article reveals the contents of the ontological approach in Geoinformatics as a tool to describe knowledge. The article covers the basics of interpretation of information to gain knowledge. This article describes the contents of the three groups of interpretation. The two groups are a priori. One group is a posteriori. The article reveals the contents of ontology as a comprehensive, integrated description. The article analyzes the definition of ontologies. Article formulates the concept of ontology in geoinformatics. The article analyzes the subject field of geoinformatics. The article introduces a structural model of domain ontology geoinformatics. The article proves that the ontology is a means of interdisciplinary transfer of knowledge between different subject areas.*

*Ключевые слова: ontology, knowledge, ontological approach, interpretation of information, axiomatic approach, productive approach, empirical approach, geoinformatics, subject area, subject field of geoinformatics, information construction, conceptualization, specification.*

УДК 001.6: 001.51

## ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ ТРИНИТАРНЫЙ АНАЛИЗ

*Виктор Яковлевич Цветков, проф., д-р техн. наук,  
лауреат премии Президента РФ, лауреат премии Правительства РФ,  
«Заслуженный деятель науки и образования», «Почетный работник науки и техники»,  
«Почетный работник высшего профессионального образования»,  
«Отличник геодезической службы»,  
академик: Российской академии космонавтики им. К. Э. Циолковского (РАКЦ),  
Российской академии естествознания (РАЕ), Российской академии информатизации  
образования (РАО), Международной академии наук Евразии (IEAS),  
советник ректората,  
e-mail: cvj2@mail.ru,  
Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и  
автоматики (МГТУ МИРЭА),  
<https://www.mirea.ru>*

DOI: 10.21777/2312-5500-2016-5-95-102

*Статья описывает пространственный тринитарный анализ. Показано, что основой тринитарного анализа является тринитарная система. Статья описывает два направления тринитарного анализа: на основе разбиения сложных систем на тринитарные и создания*