

ОНТОЛОГИЯ МОДЕЛИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

К.Ю. Маслеников

М.В. Сатова

kmaslеников@yandex.ru

satovamv@mail.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация

Аннотация

Описаны основные понятия, относящиеся к онтологии, а также принципы построения модели предметной области. Рассмотрены основные методы построения онтологий «с нуля», перечислены аксиомы для создания онтологий и принципы, на которых базируются методологии их построения. На примере построения онтологии «живопись» подробно описаны метод METHONTOLOGY как эффективное средство построения онтологии предметной области и его этапы. Преимуществом онтологий при построении предметной области является получение более точного и декларативного ее описания с помощью языков описания онтологий.

Ключевые слова

Модель, предметная область, концептуальная модель, концепт, отношения, онтология, методология METHONTOLOGY

Поступила в редакцию 04.10.2017

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017

Введение. В контексте информационно-коммуникационных технологий под онтологией понимают подробную формализацию области знаний с помощью концептуальной схемы [1, 2]. Рассмотрим основные элементы онтологии.

Концепт-свойство характеризуется именем, типом значения и методом измерения. Экземпляры концептов данной категории используются в качестве атрибутов концептов других категорий, образуют иерархии, которые позволяют судить о мере близости понятий [3]. В терминах Resource Description Framework (RDF) — модели для представления данных концепты-свойства соответствуют предикатам.

Концепты-предметы характеризуется именем, списком собственных атрибутов. Атрибут предмета наследует описание некоторого экземпляра концепта-свойства и имеет дополнительные ограничения. В RDF концептам-предметам соответствуют субъекты триплетов.

Концепты-процессы характеризуется именем, собственными атрибутами (входными и выходными параметрами), а также вычислительной моделью. В RDF процесс может рассматриваться как субъект.

Концепты-отношения служат для отображения бинарных отношений между понятиями предметной области. Структура описания позволяет задать участников отношения и описать его атрибуты.

Ситуация — это совокупность состояний предметов, процессов и отношений в некоторый момент или отрезок времени, которую можно описать с помощью графа.

Сюжет — это упорядоченная последовательность ситуаций во времени с пересекающимся множеством процессов.

Множества процессов в точках примыкания одного к другому соединяются с элементами, отвечающими на вопросы: кто, из чего, чем, где, как, что, сколько, кому, для чего, когда? Свойство связывается с одной сущностью, которую оно характеризует. Отношение связывает формулой две или более сущности. Такой графический язык удобен для визуального семантического моделирования, контроля корректности знаний и компьютерной интерпретации.

Реляционная база данных — это нормализованная база данных, которая построена на основе семантической модели данных предметной области [4] оптимального источника для построения онтологии, поскольку он содержит знания о сущностях предметной области и отношениях между ними.

Построение онтологий «с нуля». Выделяют следующие принципы построения онтологий [5]:

- подход Сус;
- метод Усколда и Кинга;
- методология Грюнингера и Фокса;
- методология METHONTOLOGY.

Подход Сус был сформирован в процессе выполнения проекта по созданию сверхбольшой базы знаний. В его рамках были разработаны первые инструментальные средства инженерии знаний, язык представления знаний СусL, базой которого послужило исчисление предикатов высших порядков и язык систем искусственного интеллекта LISP. Также была предложена идея структуризации базы знаний в виде микротеорий, включающих в себя знания из разных предметных областей, представленных с различных точек зрения.

Метод Усколда и Кинга был предложен по результатам разработки одной из самых известных онтологий моделирования бизнес-процессов — онтологии Enterprise Ontology была разработана методология проектирования онтологий, в которой они сформулировали следующие этапы [7, 8]:

- 1) определение цели;
- 2) разработка онтологии (фиксация онтологии, кодирование онтологии, интеграция);
- 3) оценка созданной онтологии;
- 4) документирование.

Методология Грюнингера и Фокса основана на опыте разработки определенной конкретной онтологии, с ориентированной на предметной области моделирования бизнес-процессов, и предполагает создание онтологии в качестве логической модели знаний; она состоит из следующих этапов [9, 10]:

- 1) фиксации мотивационного сценария;
- 2) формулирования неформальных вопросов проверки компетенции;
- 3) спецификации терминологии онтологии на формальном языке (получения неформальной онтологии, спецификации формальной терминологии);
- 4) формулировки вопросов оценки компетенции с использованием терминологии онтологии;

- 5) спецификации аксиом для терминов онтологии на формальном языке;
- 6) задания условий полноты онтологии.

Отличительный признак методологии METHONTOLOGY — ее формирование на базе анализа и переосмысления основных видов деятельности, собственных процессам разработки программного обеспечения и инженерии знаний. Методология METHONTOLOGY интегрирует опыт проектирования сложных объектов из двух областей знаний. Она включает в себя идентификацию процесса разработки онтологий и жизненного цикла, основанного на эволюции прототипов, и отдельные приемы для выполнения любой деятельности.

Аксиомы разработки онтологий. В настоящее время нет описания единой и правильной методологии для составления онтологии, но сформулированы аксиомы для их создания [5].

Аксиома 1. Правильного способа моделирования предметной области нет, поскольку всегда есть хорошие альтернативы. Оптимальное решение зависит от предполагаемого результата.

Аксиома 2. Разработка и описание онтологий всегда носит постоянный итеративный характер.

Аксиома 3. Понятия в онтологии всегда напрямую связаны с физическими или логическими объектами, а также отношениями в конкретной предметной области.

Таким образом, на моделирование в первую очередь оказывают влияние цели создания онтологии, а также ее детализация.

Описанные выше принципы построения онтологий, согласно Т. Груберу [5, 6], обоснованы следующими постулатами:

- ясностью, т. е. онтология эффективно передает смысл введенных терминов, которые должны быть объективны или заданы с помощью логических аксиом;
- согласованностью, т. е. все определения являются логически непротиворечивыми, а утверждения в онтологии не противоречат аксиомам;
- расширяемостью, т. е. онтология должна обеспечивать использование словарей терминов, которые допускают возможность расширения;
- минимумом влияния кодирования, т. е. онтология специфицирована на уровне представления, а не символического кодирования;
- минимумом онтологических обязательств, т. е. онтология содержит только наиболее существенные предположения о моделируемом мире, чтобы оставлять свободу расширения.

Таким образом, онтологии основываются на «слабых» теориях, поскольку основная цель их использования — это описание предметной области, в отличие от баз знаний, которые содержат правила вывода и информацию о человеческом опыте.

Составление онтологий прежде всего начинается с описания глоссария или словаря терминов, необходимого при исследовании характеристик объектов либо процессов, а также создания правильных определений этих терминов [7, 8]. В результате формируется онтология предметной области, или совокупность, включающая в себя словарь терминов, их определения и взаимосвязи между ними.

Построение онтологии «Живопись» с помощью методологии METHONTOLOGY. Согласно методологии METHONTOLOGY построение онтологии начинается с разработки глоссария терминов (табл. 1).

Таблица 1

Глоссарий терминов онтологии «Живопись»

Термин	Описание
Живопись	Вид искусства, связанный с передачей зрительных образов посредством нанесения красок на гибкую поверхность
Художник	Человек, занимающийся изобразительным искусством
Известная картина	Одна из известных картин индивида в любом направлении
Иконопись	Вид живописи, предназначенный для создания икон
Ренессанс	Эпоха в истории Европы, пришедшая на смену Средневековью
Реформаторы	Представители движения в Европе, направленное на реформирование католического христианства в соответствии с Библией
Живопись XVIII в.	Эпоха развития живописи, объединяющая различные жанры
Живопись XIX в.	Эпоха развития живописи, объединяющая различные жанры
Живопись XX в.	Эпоха развития живописи, объединяющая различные жанры
Проторенессанс	Период расцвета архитектуры, живописи и скульптуры
Высокое Возрождение	Период наивысшего расцвета искусства Эпохи Возрождения
Позднее Возрождение	Период кризиса искусства Эпохи Возрождения
Барочная живопись	Живописные произведения периода развития барокко в культуре
Классицизм	Художественный стиль в европейской культуре XVII–XIX вв.
Реализм	Эстетическая позиция, согласно которой задача искусства состоит в точной и объективной фиксации действительности
Импрессионизм	Направление, в котором стремились запечатлеть мир в его подвижности, изменчивости, передать мимолетные впечатления
Постимпрессионизм	Собирательное наименование нескольких направлений французской живописи конца XIX в.
Модерн	Направление в искусстве, особенностями которого является отказ от «прямых» линий в пользу «природных» линий
Авангардизм	Обобщающее название течений в европейском искусстве, возникших на рубеже XIX и XX вв.

Следующие шаги — это построение «дерева» классификации концептов и диаграммы бинарных отношений (рис. 1, 2).

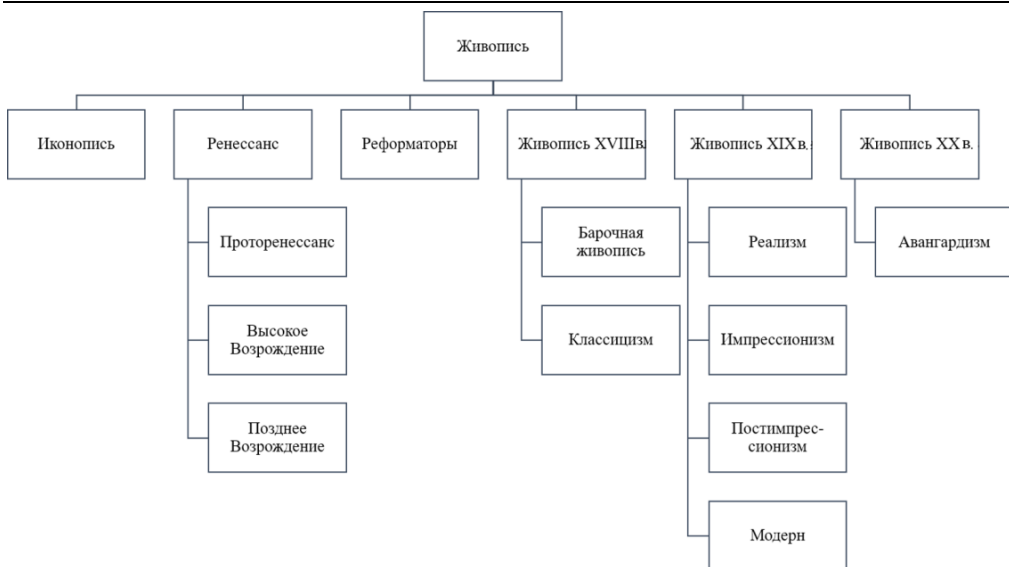


Рис. 1. «Дерево» классификации концептов онтологии «Живопись»

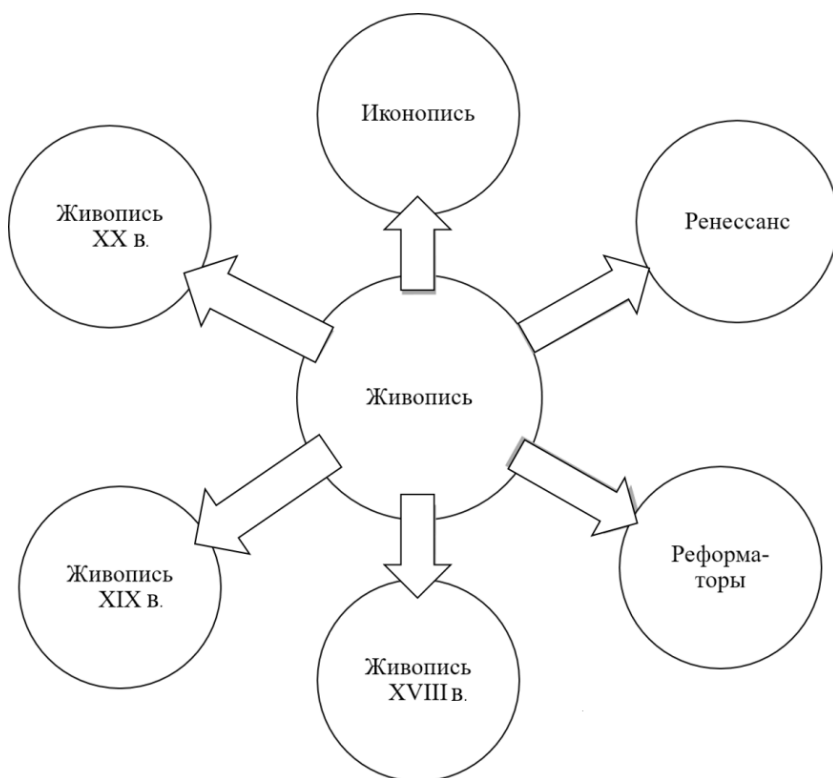


Рис. 2. Диаграмма бинарных отношений онтологии «Живопись». Тип связи бинарных отношений: «делится на»

Далее разрабатывается глоссарий, или словарь концептов (табл. 2).

Таблица 2

Глоссарий концептов онтологии «Живопись»

Имя концепта	Экземпляр	Атрибут экземпляра
Живопись	—	—
Иконопись	Андрей Рублев	Известная картина
Ренессанс	—	—
Реформаторы	—	—
Живопись XVIII в.	—	—
Живопись XIX в.	—	—
Живопись XX в.	—	—
Проторенессанс	Джотто	Известная картина
Высокое Возрождение	Леонардо да Винчи	Известная картина
Позднее Возрождение	Тициан	Известная картина
Барочная живопись	Караваджо	Известная картина
Классицизм	Питер Рубенс	Известная картина
Реализм	Эдуард Мане	Известная картина
	Илья Репин	Известная картина
Импрессионизм	Клод Моне	Известная картина
	Эдгар Дега	Известная картина
Постимпрессионизм	Винсент Ван Гог	Известная картина
Модерн	Михаил Врубель	Известная картина
Авангардизм	Казимир Малевич	Известная картина

Следующий этап данной методологии состоит в описании атрибутов экземпляров, в котором необходимо указать имя атрибута экземпляра и тип назначения. В рассматриваемом примере для онтологии «Живопись» получаем следующее описание атрибутов: имя атрибута экземпляра — «Известная картина», тип назначения — текстовый.

Завершающий этап построения онтологии «Живопись» заключается в составлении словаря экземпляров (табл. 3).

Таблица 3

Словарь экземпляров онтологии «Живопись»

Экземпляр	Известная картина
Андрей Рублев	«Троица»
Джотто	«Поцелуй Иуды»
Леонардо да Винчи	«Мона Лиза»
Тициан	«Любовь небесная и Любовь земная»
Караваджо	«Лютнист»
Питер Пауль Рубенс	«Похищение дочерей Левкиппа»
Эдуард Мане	«Бар в “Фоли-Бержер”»
Илья Репин	«Бурлаки на Волге»
Клод Моне	«Впечатление. Восходящее солнце»
Эдгар Дега	«Голубые танцовщицы»
Винсент Ван Гог	«Красные виноградники в Арле»
Михаил Врубель	«Демон сидящий»
Казимир Малевич	«Черный квадрат»

Заключение. Нередко понятие *онтология предметной области* синонимично заменяют на совершенно другое понятие, а именно: *концептуальная карта*. Это является большим заблуждением, поскольку онтология, по сравнению с концептуальными картами, имеет гораздо больше сфер применения. Главным преимуществом онтологий при описании предметной области над реляционными базами данных является получение более точного и декларативно-го описания предметной области с помощью языков описания онтологий.

Литература

- [1] Башмаков А.И., Башмаков И.А. *Интеллектуальные информационные технологии*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005, 304 с.
- [2] Верхотурова Ю.С. Модель предметной области на языке описания онтологий. *Вестник Бурятского государственного университета*, 2013, № 9, с. 63–68.
- [3] Гаврилова Т.А., Лещева И.А., Кудрявцев Д.В. Использование моделей инженерии знаний для подготовки специалистов в области информационных технологий. *Системное программирование*, 2012, т. 7, № 1, с. 90–105. URL: <http://sysprog.info/2012/05.pdf>.
- [4] Григорьев Ю.А., Ревунков Г.И. *Банки данных*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002, 318 с.
- [5] Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. *Базы знаний интеллектуальных систем*. Санкт-Петербург, Питер, 2000, 384 с.
- [6] Ефименко И.В., Хорошевский В.Ф. *Онтологическое моделирование: подходы, модели, методы, средства, решения*. Москва, Издательский дом ВШЭ, 2011, 68 с.
- [7] Мартыненко А.А., Шкаберин В.А. Применение онтологического подхода для реализации системы интеллектуального поиска в области CALS-, CAD-, CAM-, CAE- технологий. *Вестник БрГТУ*, 2008, № 2, с. 103–110.
- [8] Смирнов С.В. Онтологическое моделирование в ситуационном управлении. *Онтология проектирования*, 2012, № 4, с. 16–24.
- [9] Ревунков Г.И. *Семантическое моделирование данных*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009, 19 с.
- [10] Самохвалов Э.Н., Гапанюк Ю.Е. Объединение автоматизированных учебных пособий на основе семантической сети понятий. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2013, № 11. URL: <http://engjournal.ru/catalog/it/hidden/1068.html>.

Маслеников Константин Юрьевич — студент кафедры «Системы обработки информации и управления», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Сагова Мария Владимировна — студентка кафедры «Системы обработки информации и управления», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Научный руководитель — Г.И. Ревунков, канд. техн. наук, доцент кафедры «Системы обработки информации и управления», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

ONTOLOGY OF OBJECT DOMAIN MODEL
K.Yu. Maslenikov

 kmaslenikov@yandex.ru
 satovamv@mail.ru

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

Keywords

The article describes the basic concepts related to ontologies and principles of constructing an object domain model. The paper considers the main methods for building ontologies from scratch, lists axioms for ontology constructing and the principles the methodology of their construction is based on. The METHONTOLOGY method as an effective means of domain ontology construction and its steps are described on the example of "painting" ontology construction. The study shows that the advantage of ontologies for object domain building is a more precise and declarative description using ontology languages

Model, object domain, conceptual model, concept, relations, ontology, METHONTOLOGY method

© Bauman Moscow State Technical University, 2017

References

- [1] Bashmakov A.I., Bashmakov I.A. *Intellektual'nye informatsionnye tekhnologii* [Intelligent information technology]. Moscow, Bauman Press, 2005, 304 p.
- [2] Verkhoturva Yu.S. Model of the object domain in the language of ontology description. *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2013, no. 9, pp. 63–68.
- [3] Gavrilova T.A., Leshcheva I.A., Kudryavtsev D.V. Using engineering knowledge models for specialists training in field of information technologies. *Sistemnoe programmirovaniye*, 2012, vol. 7, no. 1, pp. 90–105. Available at: <http://sysprog.info/2012/05.pdf>.
- [4] Grigor'yev Yu.A., Revunkov G.I. *Banki dannykh* [Data banks]. Moscow, Bauman Press, 2002, 318 p.
- [5] Gavrilova T.A., Khoroshevskiy V.F. *Bazy znaniy intellektual'nykh system* [Intelligent system data bases]. Sankt-Petersburg, Piter publ., 2000, 384 p.
- [6] Efimenko I.V., Khoroshevskiy V.F. *Ontologicheskoe modelirovaniye: podkhody, modeli, metody, sredstva, resheniya* [Ontologic modelling: approaches, models, methods, tools and solutions]. Moscow, HSE publ., 2011, 68 p.
- [7] Martynenko A.A., Shkaberin V.A. Use of ontological approach to the intellectual search system realization in the sphere of CALS-, CAD-, CAM-, CAE- technologies. *Vestnik BrGTU* [Bulletin of Bryansk State Technical University], 2008, no. 2, p. 103–110.
- [8] Smirnov S.V. *Ontologicheskoe modelirovaniye v situatsionnom upravlenii* [Ontological modeling in situational management]. *Ontologiya proektirovaniya* [Ontology of Designing]. 2012, no. 4, pp. 16–24.
- [9] Revunkov G.I. *Semanticheskoe modelirovaniye dannykh* [Semantic data modelling]. Moscow, Bauman Press, 2009, 19 p.
- [10] Samokhvalov E.N., Gapanuk Yu.E. Combining automated tutorials based on a semantic network of concepts. *Inzhenernyy zhurnal: nauka i innovatsii* [Engineering Journal: Science and Innovation], 2013, no. 11. Available at: <http://engjournal.ru/catalog/it/hidden/1068.html>.

Maslenikov K.Yu. — student, Department of Information Processing Systems, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Satova M.V. — student, Department of Information Processing Systems, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Scientific advisor — G.I. Revunkov, Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Professor, Department of Information Processing Systems, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.