

## Применение онтологий в обучающих системах

*Д.С. Колесникова, Е.А. Верецагина*

*Дальневосточный федеральный университет*

**Аннотация:** В статье рассмотрены общие сведения об онтологиях, включая понятие, формальную модель, процесс разработки, а также примеры использования. В качестве области применения онтологий рассмотрена сфера образования и, в частности, рассмотрен вариант применения онтологий в обучающих системах по информационной безопасности.

**Ключевые слова:** биометрия, знания, информационная безопасность, модель представления знаний, обучающая система, обучение, онтология, онтологическая модель, OWL, RDF.

### Введение

Одной из характерных черт XXI века является лавинообразное увеличение объёмов информации. В таких условиях перед людьми стоит важная задача: в этом информационном хаосе найти способ структурировать, систематизировать накопленные знания для их эффективного использования настоящим и будущим поколениями.

Существует большое количество различных способов (моделей) представления знаний, на рис.1 показана одна из классификаций [1].

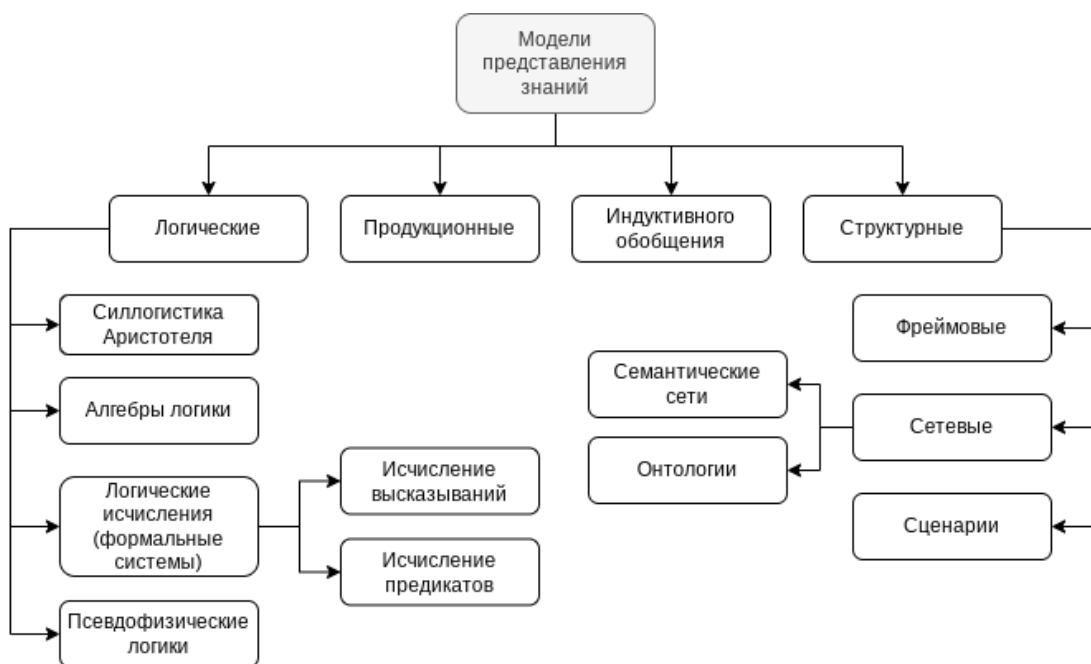


Рис. 1. – Классификация моделей представления знаний

Онтологии, рассматриваемые в данной статье, относятся к сетевым моделям, которые являются наиболее мощными по своим описательным возможностям. В основе таких моделей лежит предположение о том, что любые знания можно представить в виде совокупности понятий (объектов) и отношений (связей) между ними.

### **Общие сведения об онтологиях**

Онтологии – это формальные структуры, которые используются для описания (представления) знаний в различных областях. Они позволяют структурировать и систематизировать информацию, сделать ее более доступной и понятной для людей. Онтологии используются в различных областях, таких как медицина, юриспруденция, финансы, естественные науки и т.д., где требуется точное и формальное представление знаний.

У термина «онтология» существует несколько различных определений, которые зависят, в том числе, от рассматриваемой предметной области. Зачастую приводятся два определения: из области философии и из области информатики. В первом случае под «онтологией» понимается учение о сущем, бытии, а во втором – формальная спецификация разделяемой концептуальной модели [2, 3], где:

- под «концептуальной моделью» подразумевается абстрактная модель предметной области, описывающая систему понятий данной области;
  - под «разделяемой» подразумевается согласованное понимание концептуальной модели определённым сообществом (группой людей);
  - «спецификация» подразумевает описание системы понятий в явном виде;
  - «формальная» подразумевает, что концептуальная модель задана на формализованном языке.
-

Одним из основных инструментов для математического описания онтологии является алгебраическая логика. Она используется для определения множества понятий и отношений между ними. Алгебра логики также позволяет устанавливать правила, которые определяют, как понятия связаны между собой.

Формально онтологию  $O$  можно представить следующим образом [2]:

$$O = \langle C, P, R, A \rangle,$$

где  $C$  – конечное множество классов, описывающих понятия некоторой предметной области,  $P$  – конечное множество свойств (атрибутов) этих понятий,  $R$  – конечное множество связей (отношений) между понятиями,  $A$  – множество аксиом, утверждений, построенных из этих понятий, их свойств и связей между ними.

### **Разработка онтологии предметной области**

Существует множество различных подходов к разработке онтологий, большинство из которых, так или иначе, сводятся к следующему алгоритму:

1. Определить цели и задачи, масштаб разрабатываемой онтологии (она должна описывать знания в конкретной предметной области и помогать в решении задач, связанных с данной областью).
  2. Изучить имеющуюся информацию по рассматриваемой предметной области (анализ существующих источников информации: книг, статей и т.д.).
  3. Определить объекты и понятия, которые будут включены в онтологию. Объекты могут быть физическими, абстрактными или смешанными. Понятия могут включать свойства, отношения и события.
  4. Создать словарь понятий. Словарь должен содержать определения каждого понятия и его связи с другими понятиями.
  5. Разработать онтологическую модель.
-

К основным компонентам онтологической модели можно отнести следующие:

- онтологические сущности (объекты, события, явления и другие элементы, которые описываются в онтологии; могут быть представлены в виде классов, объектов, сущностей и других типов);
- онтологические отношения (связи между онтологическими сущностями, которые описывают их отношения друг к другу. Они могут включать в себя такие отношения, как «является», «имеет свойство», «происходит», «находится в», «состоит из» и т.д.);
- онтологическая схема (структура онтологии, которая определяет, какие онтологические сущности и отношения должны быть представлены; визуально может быть представлена в виде иерархического списка, деревьев (узлы-связи), трехмерного информационного ландшафта или другой структуры, которая позволяет наглядно проследить взаимосвязи между элементами онтологии).

6. Проверить онтологию на соответствие целям и задачам (пункт 1).

7. Внедрить онтологию в систему. Если онтология разрабатывается для использования в системе, то ее необходимо интегрировать в эту систему. Это может потребовать разработки интерфейсов и интеграции с другими компонентами системы.

8. Провести тестирование онтологии и системы на работоспособность и эффективность.

9. Задokumentировать онтологию. Документация должна содержать описание онтологии, ее структуры, функций и использования. Также, необходимо описать взаимодействие онтологии с системой.

Разработка онтологий может быть сложной задачей, но она позволяет создать формальную структуру знаний, которую можно использовать для решения различных задач в определенной области.

---

Онтология может быть разработана с использованием различных языков и инструментов, таких как:

- RDF (Resource Description Framework; язык представления информации о ресурсах сети, а также информации о ресурсах, на которые можно ссылаться) и RDFS (семантическое расширение RDF);
- OWL (Web Ontology Language; словарь, расширяющий набор терминов, определенных RDFS; имеет 3 степени детализации, легко масштабируется и согласовывается с современными сетевыми стандартами, построен на форматах RDF и RDFS);
- SPARQL (язык запросов к RDF-хранилищам) и др.

Соответственно, существуют различные среды разработки онтологий: Protégé (поддерживает форматы RDF, OWL, XML Schema), Web-Protégé и др.

### **Применение онтологий в образовании**

В последние годы онтологии стали активно применяться в образовании [4 – 6], так как они помогают структурировать знания и облегчают их изучение. Онтологии могут быть использованы в различных аспектах обучения, таких как:

- разработка учебных материалов;
- моделирование учебной программы (включая определение основных элементов программы по определенной дисциплине, установление связей между этими элементами);
- описание предметной области изучаемой дисциплины;
- контроль усвоенных знаний (с учетом индивидуального или коллективного прогресса).

Применение онтологий в обучающих системах обусловлено необходимостью повышения качества предъявляемых к изучению материалов, превращения неявных знаний в явные, хранения и накопления

---

знаний, а также увеличивающимся объёмом информации. Решение перечисленных задач может помочь в усовершенствовании образовательного процесса.

На рис.2 представлена схема интеллектуальной системы, основанной на знаниях (общее представление), которая может стать частью обучающей системы.

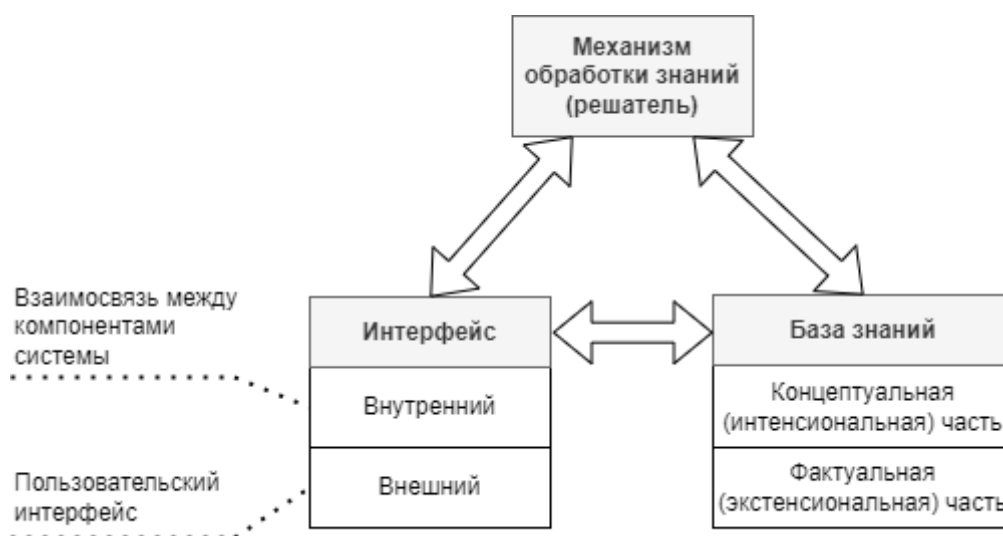


Рис. 2. – Компоненты системы, основанной на знаниях

База знаний в таком случае может быть основана, в том числе, на онтологиях и предоставить мощный инструмент для обучения, который может помочь обучающимся лучше усваивать и запоминать материал, а также оценивать свои знания. В целом, онтологии позволяют сделать учебный процесс более эффективным и удобным для студентов.

В качестве примера на рис.3 приведен фрагмент разработки онтологии (с использованием системы Protégé) предметной области «биометрия» (графическое представление), которая может стать составной частью обучающей системы по информационной безопасности [7, 8].

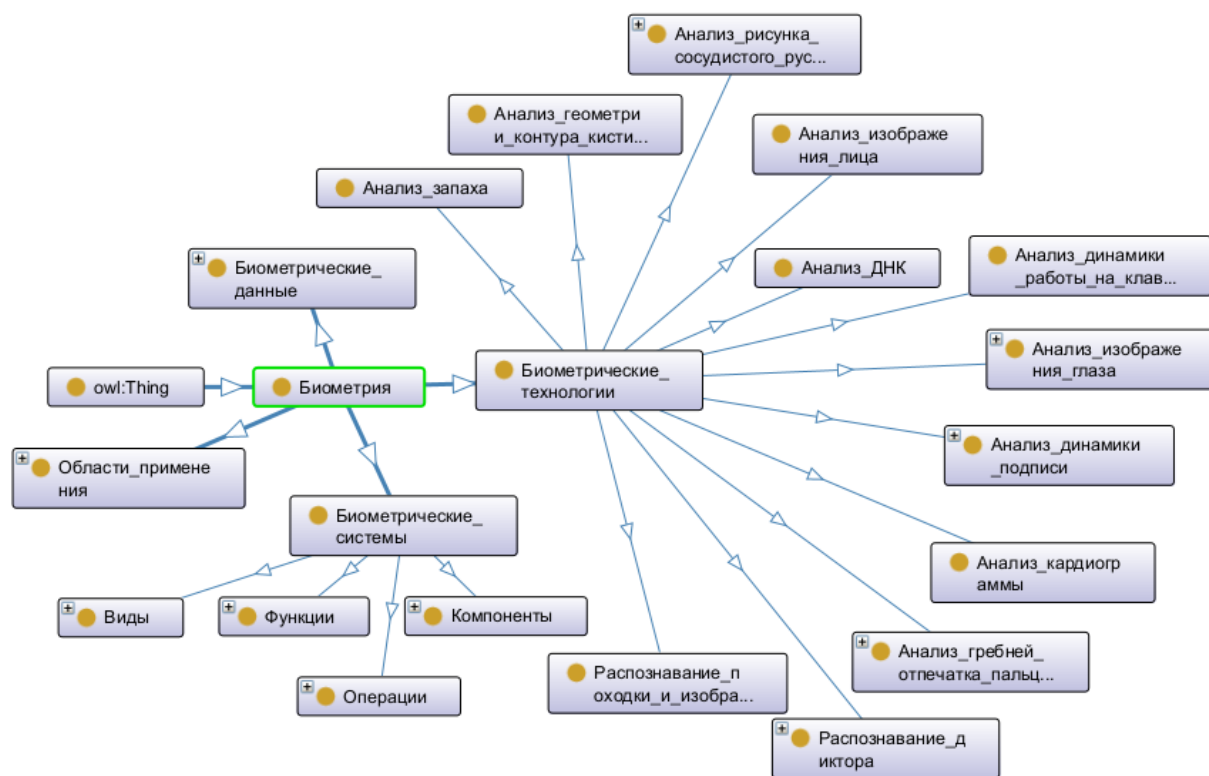


Рис. 3. – Фрагмент онтологии предметной области «Биометрия»

Данная предметная область в настоящее время является актуальной, что прослеживается не только в развитии самих биометрических технологий, но и в принимаемых на законодательном уровне нормативных правовых актах (далее НПА). Так, за последние годы было принято большое количество нормативных правовых актов, включая Федеральный закон от 29.12.2022 №572-ФЗ «Об осуществлении идентификации и (или) аутентификации физических лиц с использованием биометрических персональных данных, о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу отдельных положений законодательных актов Российской Федерации», приказы Минцифры России, постановления Правительства Российской Федерации, а также стандарты. На рис.4 изображен график с указанием количества принятых НПА в области биометрии в период с 2006 год по настоящее время

(для рассмотрения взяты основные НПА) для отображения тенденции увеличения внимания к данной области.

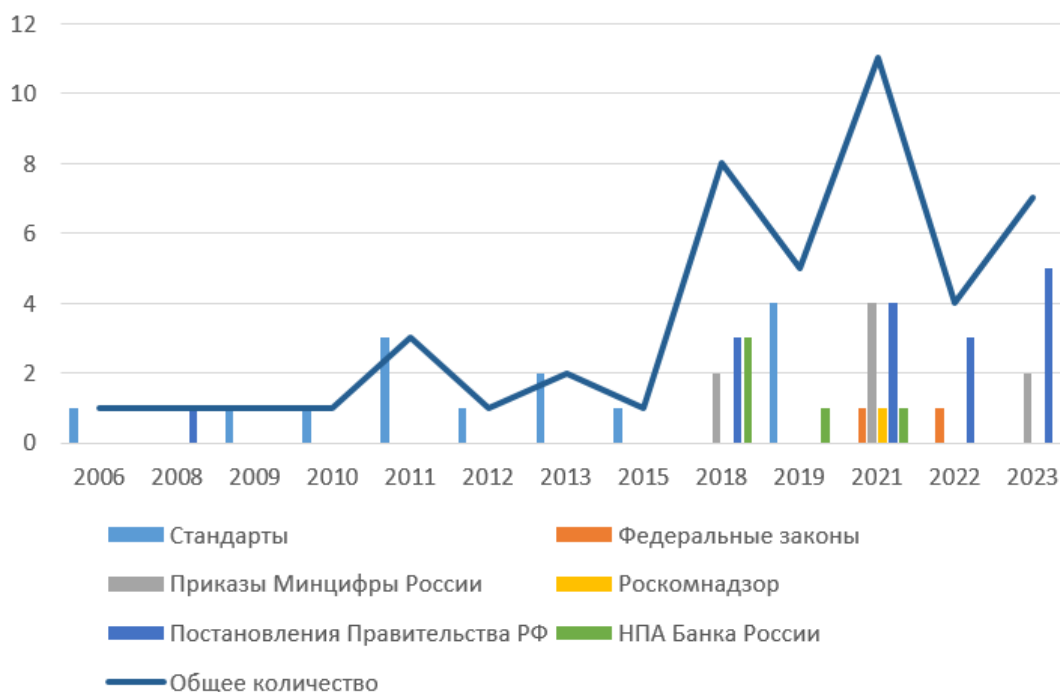


Рис. 4. – Тенденция увеличения количества принимаемых НПА по биометрии с течением лет

В представленной на рис.3 онтологии (обобщённого вида: в приведённом примере онтологии даны более общие понятия и не указаны отношения для удобства восприятия) взят за основу всего лишь один национальный стандарт ГОСТ Р 54412-2019 «Информационные технологии. Биометрия. Общие положения и примеры применения», однако, расширение данной онтологии информацией из других НПА, а также других источников позволит более точно описать понятия и отношения заданной предметной области, обеспечить более широкий охват (большое количество информации), а также предоставить для изучения информацию различных типов (не только текст, но также изображения, видео и т.д.).

Биометрия, взятая для примера, – лишь одно из направлений в области информационной безопасности. Так, например, рассмотренное в данном проекте онтологии понятие «биометрические персональные данные» могло



бы стать подклассом понятия «персональные данные», которое, в свою очередь, относилось бы к категории «конфиденциальной информации» и т.д.

Стоит отметить, что использование онтологий в правовой области является довольно популярным направлением (по аналогии с приведённым примером по биометрии) [9, 10]. Это особенно актуально в том случае, когда большое количество НПА принимается разными органами, вследствие чего возникают множественные трактовки одних и тех же понятий, а также взаимосвязей между ними. Правовые онтологии в таком случае делают возможным упорядочивание имеющейся в НПА информации, а также осуществлять контроль непротиворечивости положений таких НПА

Таким образом, применение онтологий является довольно перспективным направлением для организации и представления знаний, а их применение в обучающих системах различной направленности может сделать образовательный процесс более эффективным. Обучающие системы по вопросам информационной безопасности в силу наличия большой, но не структурированной информационной базы могут быть также спроектированы с использованием онтологий.

### Литература

1. Москаленко Ю.С. Организация систем, основанных на знаниях. Владивосток: Издательский дом Дальневост. федерал. ун-та, 2013. 244 с.
  2. Гаврилова Т.А., Кудрявцев Д.В., Муромцев Д.И. Инженерия знаний. Модели и методы. 6-е изд. СПб.: Лань, 2023. 324 с.
  3. Calero C., Ruiz F., Piattini M. Ontologies for Software Engineering and Software Technology. New York: Springer Science & Business Media, 2006. 340 с.
  4. Плешкова А.Ю. Онтологии в управлении образовательным процессом // Онтология проектирования. 2022. №4 (46). С. 506-517.
-

5. Смирнова Е.В., Добрица Е.К., Демиденко Н.О. Использование онтологий в образовательных процессах // Проблемы Науки. 2017. №22 (104). С. 70-74.

6. Миролюбова С.Ю. Правовые онтологии в машиночитаемом формате - инструмент продвижения юридических знаний в семантической сети // Мониторинг правоприменения. 2022. №1 (42). С. 39-45.

7. Колесникова Д.С., Рудниченко А.К. Требования к разработке автоматизированной обучающей системы в области информационной безопасности // Инженерный вестник Дона, 2019, №1 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5596.

8. Верещагина Е.А., Рудниченко Д.С., Рудниченко А.К. Применение edutainment-технологии для обучения в области информационной безопасности // Инженерный вестник Дона, 2021, №7 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n7y2021/7080.

9. Demertzi V., Demertzis K. A hybrid adaptive educational eLearning project based on ontologies matching and recommendation system // Future Internet. 2020. №17. С. 1-16.

10. Feilmayr C., Wöß W. An analysis of ontologies and their success factors for application to business // Data & Knowledge Engineering. 2016. №101. С. 1-23.

### References

1. Moskalenko Ju.S. Organizacija sistem, osnovannyh na znanijah [Organization of knowledge-based systems]. Vladivostok: Izdatel'skij dom Dal'nevost. federal. un-ta, 2013. 244 p.

2. Gavrilova T.A., Kudrjavcev D.V., Muromcev D.I. Inzhenerija znanij. Modeli i metody [Knowledge engineering. Models and Methods]. 6-e izd. Saint Petersburg: Lan', 2023. 324 p.



3. Calero C., Ruiz F., Piattini M. Ontologies for Software Engineering and Software Technology. New York: Springer Science & Business Media, 2006. 340 p.
4. Pleshkova A.Ju. Ontologija proektirovanija. 2022. №4 (46). pp. 506-517.
5. Smirnova E.V., Dobrica E.K., Demidenko N.O. Problemy Nauki. 2017. №22 (104). pp. 70-74.
6. Miroljubova S.Ju. Monitoring pravoprimerenija. 2022. №1 (42). pp. 39-45.
7. Kolesnikova D.S., Rudnichenko A.K. Inzhenernyj vestnik Dona, 2019, №1 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5596](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5596).
8. Vereshhagina E.A., Rudnichenko D.S., Rudnichenko A.K. Inzhenernyj vestnik Dona, 2021, №7 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n7y2021/7080](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n7y2021/7080).
9. Demertzi V., Demertzis K. Future Internet. 2020. №17. pp. 1-16.
10. Feilmayr C., Wöß W. Data & Knowledge Engineering. 2016. №101. pp. 1-23.