

КОМПЛЕКСНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОНТОЛОГИИ НА ОСНОВЕ ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Аннотация

В настоящее время оказываются все более востребованными методы инженерии знаний – науки об извлечении, структурировании, представлении и обработке знаний. Появление онтологий и средств их разработки привело к качественному скачку, направленному на дальнейшую интеллектуализацию систем взаимодействия с пользователем.

Применительно к данной работе и рассматриваемой предметной области (оптика) термин «онтология» следует понимать, как формальное явное описание классов в рассматриваемой предметной области, свойств, описывающих классы, и отношений между ними. Онтология вместе с множеством индивидуальных экземпляров классов составляют базу знаний.

Главной целью данной работы является создание прототипа онтологии предметной области «Оптика» в исторической ретроспективе, что позволит наглядно представлять трансформацию оптических идей во времени и пространстве. Впоследствии созданная онтологическая модель должна быть интегрирована в общую онтологию предметной области «Оптика».

Работа по созданию прототипа была разбита на три основных этапа (задачи): представление структуры предметной онтологии; формирование геоинформационной (пространственной) составляющей предметной онтологии; формирование временной (хронологической) составляющей предметной онтологии.

Ключевые слова: инженерия знаний, онтология, оптика, концепция, класс, свойство класса, экземпляр класса, база знаний, предметная онтология, геоинформационная составляющая, временная составляющая.

ВВЕДЕНИЕ

Современные тенденции в области представления знаний включают в себя различные варианты формализации древовидной структуры предметной области «Оптика». Развитие информационных технологий на базе онтологического подхода полностью отвечает этим тенденциям и открывает достаточно интересные возможности для по-

иска инновационных решений в области образования. Это касается не только адаптивности онтологического графа и естественной реализации персональных траекторий обучения, но и интуитивно-понятного формулирования профессиональных компетенций как конечных результатов процесса обучения.

Термин «онтология», предложенный Р. Гоклениусом, появился в 1613 году. Долгие годы он существовал только как философское понятие. На сегодняшний день есть множество определений термина, связыва-

ющих его с другими науками. Например, в информационных технологиях термин «онтология» следует понимать, как детальную формализацию некоторой предметной области с помощью концептуальной схемы [1].

В настоящее время оказываются все более востребованными методы инженерии знаний, молодой науки об извлечении, структурировании, представлении и обработке знаний [2]. Эволюция прикладных информационных систем идет в сторону повышения их интеллектуальности, что оказывает существенное влияние на направление научных и технологических исследований, связанных с использованием компьютерных инструментов в образовании, а также предоставляет обществу практически значимые результаты. Однако на определенной ступени развития дальнейшее совершенствование технологий имеющимися средствами становится невозможным. В такие периоды требуется качественное изменение используемых в разработке средств. Одним из таких концептуальных сдвигов, направленных на дальнейшую интеллектуализацию систем взаимодействия с пользователем, и явилось появление онтологий [3]. Поскольку онтологии были ответом науки на актуальные запросы своего времени, то и появление их произошло сразу в нескольких областях знаний. Соответственно, в каждой из них ресурсы онтологического типа были сформированы по своим, специфичным для области знаний, правилам.

Онтология определяет общий словарь для ученых, которым нужно совместно использовать информацию в предметной области. Она включает машинно-интерпретируемые формулировки основных понятий предметной области и отношения между ними. Онтологии получили широкое применение в информационных технологиях и образовании, о чем свидетельствует множество публикаций как в зарубежных, так и в российских источниках. В связи с ростом популярности онтологий, их изучение включено в программу вузов. С помощью онтологий возможна генерация тестовых заданий, возможно построение учебного плана дисциплины и т. д.

Онтология описывает основные концепции (положения) предметной области и определяет отношения между ними. Совместное использование людьми общего понимания структуры информации является одной из наиболее общих целей разработки онтологий.

Процесс построения онтологий состоит из создания следующих блоков [4]: классов и их свойств, экземпляров классов, отношений между классами.

Процесс создания онтологий обычно является итеративным. Сначала создается черновой вариант, а затем по мере необходимости происходит возврат для определения деталей, и так продолжается до тех пор, пока онтология не будет отражать концепцию предметной области с определенной точностью [5, 6].

Создание онтологий включает определение классов в онтологии, организацию классов в иерархию (базовый класс, подкласс), определение свойств классов и их допустимых значений, заполнение значений свойств для экземпляров классов.

ОНТОЛОГИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ «ОПТИКА»

Применительно к данной работе и рассматриваемой задаче термин «онтология» следует понимать, как формальное явное описание классов в рассматриваемой предметной области, свойств, описывающих классы, и отношений между ними. Онтология вместе с множеством индивидуальных экземпляров классов составляют базу знаний. В действительности, трудно определить, где кончается онтология и начинается база знаний.

Главной целью данной работы является создание прототипа онтологии по оптике в исторической ретроспективе. Впоследствии историко-научная онтологическая модель должна быть интегрирована в общую онтологию предметной области «Оптика», включающую области теорий и описаний (ноуменов), законов и математических моделей, экспериментов (опытов), явлений (феноме-

нов) и персоналий, параметров (характеристик), инструментов (приборов), базовых элементов. На рис. 1 изображен разработанный прототип онтологии предметной области «Оптика».

Под номером 1 представлена область теорий и описаний (ноуменов), начиная с концептуального деления подходов к природе света (волны, кванты, лучи) и заканчивая историческим аспектом появления и развития этих идей (хронологическое дерево или временная составляющая).

Под номером 2 можно увидеть область законов и математических моделей, касающихся как принципов геометрической оптики (закон Снеллиуса, принцип Ферма), так и математических моделей, используемых в физической оптике (вектор Стокса, матрица Джонса, угол Брюстера и т. д.)

Под номером 3 изображена область экспериментов (опытов), в которой представлены примеры принципиальных оптических

экспериментов и схем их наблюдения: опыт Юнга, кольца Ньютона, наблюдение интерференции методом деления волнового фронта и т. д.

В область явлений и персоналий (область под номером 4) выделены базовые оптические явления: поглощение, преломление, дифракция и т. п., а также их разновидности (классы и их конкретное наполнение). Эти феномены связаны с персоналиями ученых, их открывших, данные о которых, в свою очередь, формируют геоинформационную составляющую онтологии.

Область под номером 5 – область параметров (характеристик) представляет собой набор измеряемых величин, описывающих качества (свойства) тех или иных оптических эффектов: показатель преломления, коэффициент поглощения, степень поляризации и т. д.

Под номером 6 на рис. 1 расположена область инструментов. Она включает в себя

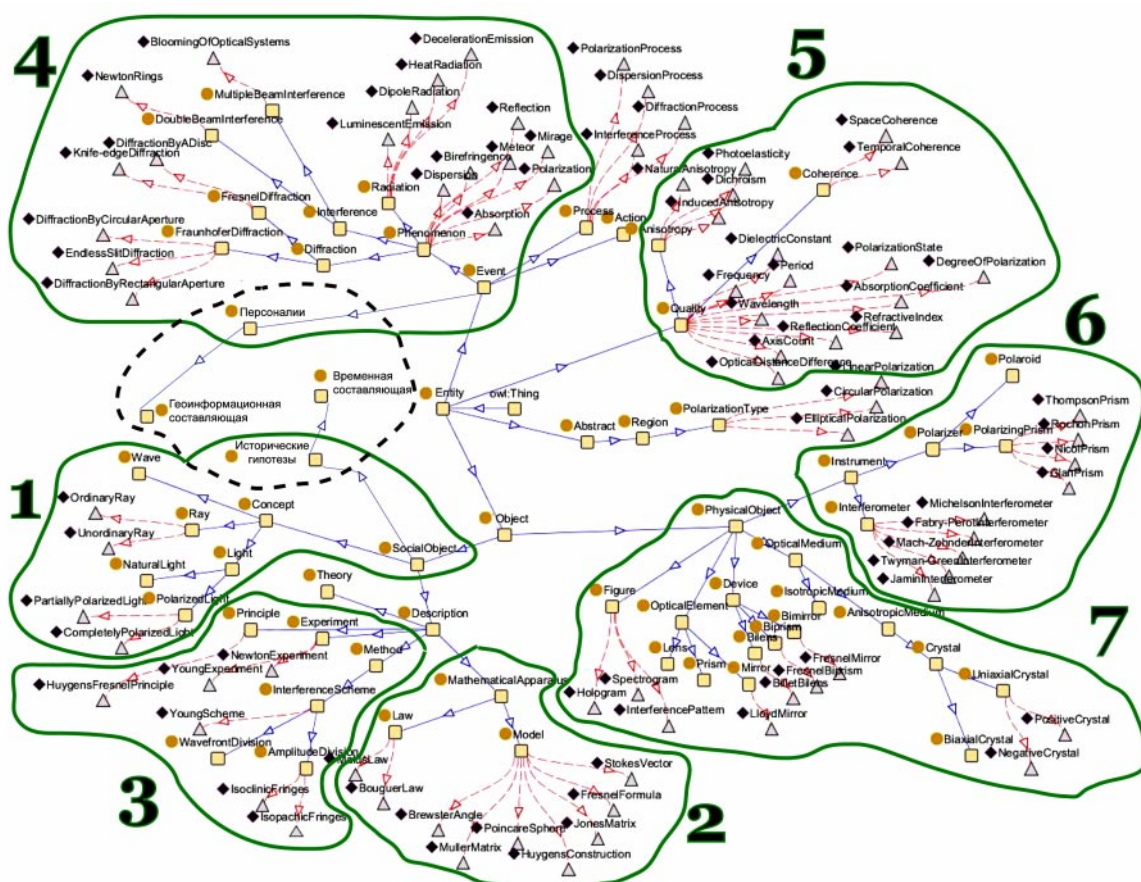


Рис. 1. Онтология предметной области «Оптика»

примеры классификации оптических приборов. В ней частично раскрыты классы интерферометров и поляризационных призм.

Область базовых элементов (область под номером 7) – оптические среды, устройства и элементы (линзы, призмы, зеркала), частично раскрыты классы интерференционных приспособлений (билинзы, бипризмы, бизеркала).

Выделенная пунктиром область не является самостоятельной частью онтологии, а лишь объединяет два ее подкласса: «Персоналии» («Persons»), «Исторические гипотезы» («Historical hypotheses»), а также две координатные составляющие – временную («Temporal component») и геоинформационную («Spatial component»). Вместе они должны сформировать основу историко-научной онтологической модели.

ПРОТОТИП ОНТОЛОГИИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ «ОПТИКА» В ИСТОРИЧЕСКОЙ РЕТРОСПЕКТИВЕ

Как было сказано ранее, главной целью данной работы является создание прототипа онтологии предметной области «Оптика» в исторической ретроспективе, что позволит наглядно представлять трансформацию оптических идей во времени и пространстве. Впоследствии историко-научная онтологическая модель должна быть интегрирована в общую онтологию предметной области «Оптика», полная структура которой представлена на рис. 1.

Работа по созданию исторического прототипа была разбита на три основных этапа (задачи): представление структуры предметной онтологии [9]; формирование геоинформационной (пространственной) составляющей предметной онтологии; формирование временной (хронологической) составляющей предметной онтологии.

Для их решения на первом этапе были переопределены четыре класса онтологической модели: «Персоналии», «Исторические гипотезы», «Временная составляющая», «Геоинформационная составляющая»; созданы наборы городов, исторических гипотез, персоналий, ветвей античной оптики; уста-

новлены отношения между конкретными значениями этих наборов. Подобный анализ позволил создать структуру предметной онтологии, проиллюстрированную на рис. 2.

Структура предметной онтологии позволяет визуально представить оптические идеи ученых. Класс «Персоналии» содержит имена оптиков, класс «Исторические гипотезы» включает в себя оптические идеи [10]. Взаимосвязи между классами могут быть неоднозначными, так как одна идея может относиться к нескольким персоналиям, которые, в свою очередь, могут иметь по несколько идей, а одна ветвь античной оптики может включать в себя несколько персоналий и идей.

В структуру предметной онтологии включены наборы оптических идей и персоналий античных ученых. В ней дается представление о том, кто из античных философов высказывал гипотезы о механизме зрения и природе света, и на формирование каких оптических ветвей эти идеи оказали наибольшее влияние. Например, Аристотель, высказавший идеи о формировании радуги и о существовании зрительных лучей, вложил свой вклад в развитие четырех ветвей оптики: «Катоптрика», «Лучевая оптика», «Метеоры», «Механизм зрения, природа света».

Класс «Геоинформационная составляющая» является базовым для класса «Регионы», который, в свою очередь, имеет подкласс «Города», состоящий на данный момент из названий мест рождений и смерти оптиков, но со временем планируется добавление новых геоинформационных категорий.

Класс «Временная составляющая» является базовым для класса «Эпохи», который, в свою очередь, имеет подкласс «Периоды», содержащий в себе классы «Античность», «Средневековье» [11], «Возрождение», «XVII век», «Просвещение». В представлении структуры предметной онтологии на данный момент расписан только один подкласс – «Античность». Он включает пять ветвей античной оптики, из которых впоследствии сформировалась наука «оптика»: «Катоптрика», «Лучевая оптика», «Метеоры», «Диоптрика», «Механизм зрения, природа света».

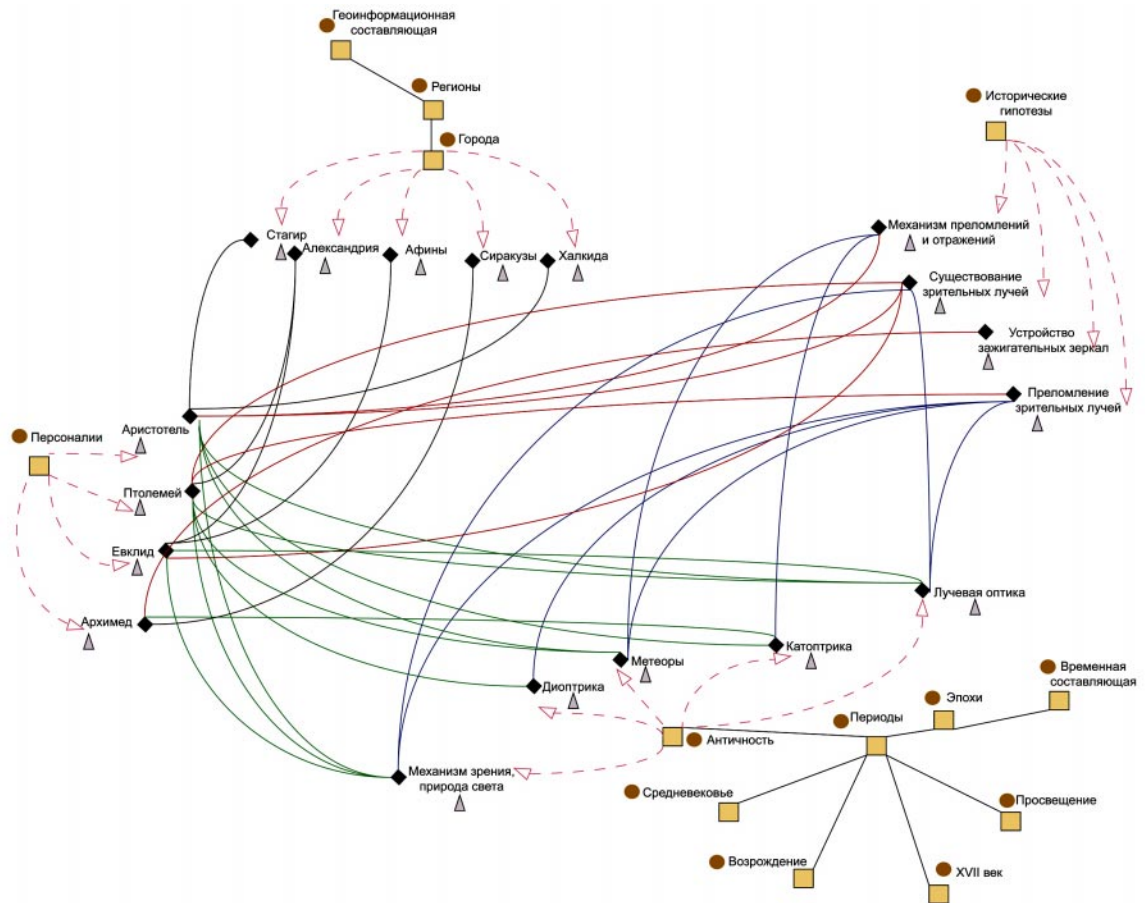


Рис. 2. Структура предметной онтологии



Рис. 3. Карта «Античность»

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОНТОЛОГИИ

Геоинформационная составляющая предметной онтологии была создана средствами Google Map. Она охватывает период создания классического греческого наследия в области оптики и его развитие в эллинистический период вплоть до II–III вв., когда античная оптическая традиция завершилась математизированными работами Птолемея и трудами Галена по физиологической оптике.

На карте представлены места жизнедеятельности античных ученых. Вместо обыч-

ной метки, представленной в инструментарии Google Map, были использованы их изображения, для каждого из которых созданы краткие описания, включающие в себя даты рождения и смерти, основные достижения, как показано на рис. 3. При щелчке на метке появляется увеличенное изображение ученого и краткое описание его жизни.

ВРЕМЕННАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОНТОЛОГИИ

Временная составляющая предметной онтологии проиллюстрирована на рис. 4. Она представлена в виде дерева оптики, которое

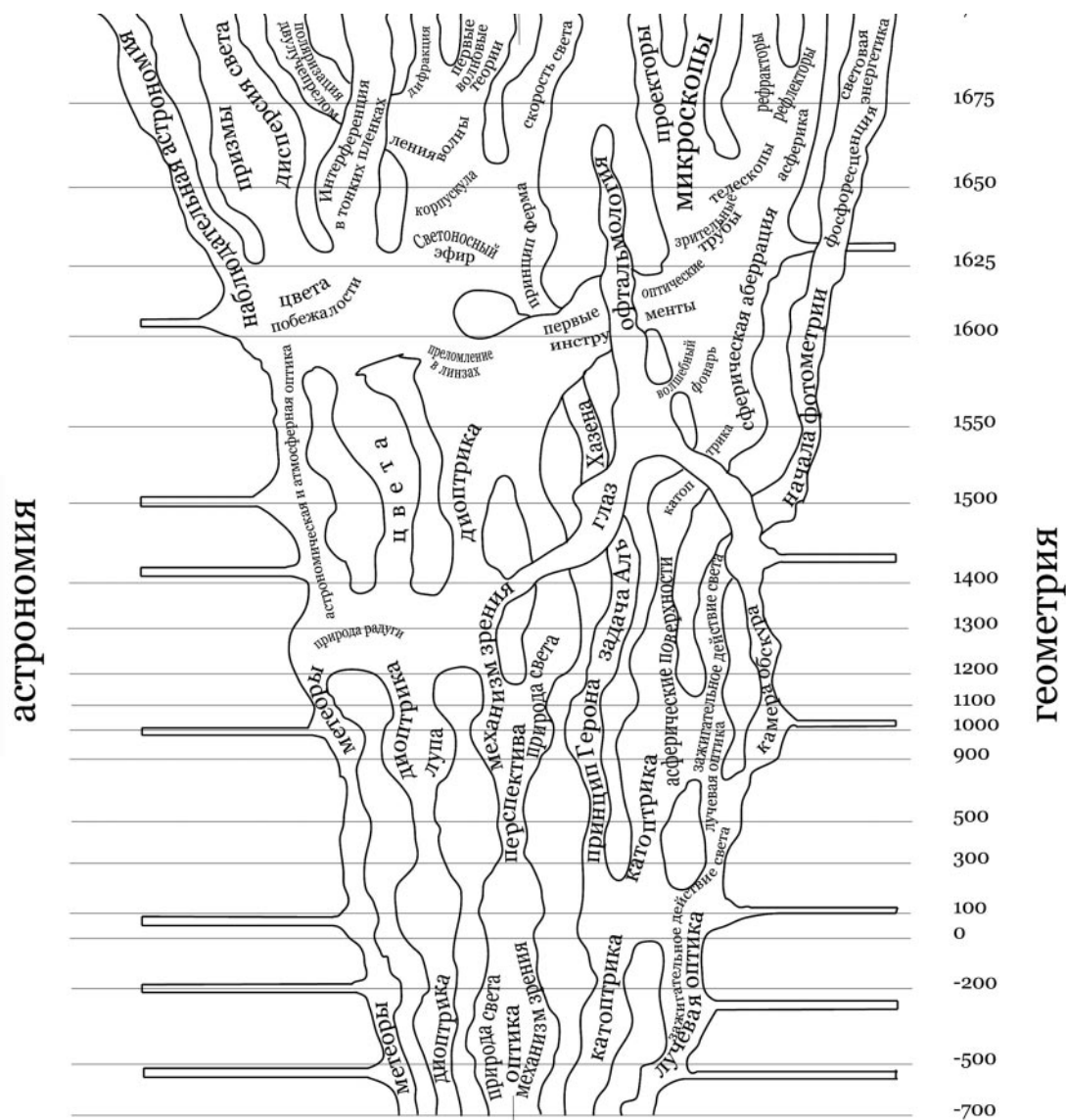


Рис. 4. Дерево оптики

содержит не только временную составляющую и расширенный набор идей, но и наглядно демонстрирует вклад каждого ученого в отдельные ветви оптики: «Катоптрика», «Диоптрика», «Лучевая оптика», «Метеоры», «Механизм зрения, природа света».

Этот специфический граф имеет связи с двумя не показанными на рисунке предметными областями «Геометрия» и «Астрономия». Античное оптическое знание во многом определялось методами и задачами, решаемыми этими двумя смежными науками. Дерево охватывает временной отрезок, значительно выходящий за рамки Античности и продолженный вплоть до XVII века. Видны отмирающие и прорастающие «ветви», а также кросс-пересечения, показывающие

связи между различными вертикальными траекториями развития оптических идей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье были рассмотрены основные особенности построения онтологий вообще и онтологии предметной области «Оптика», в частности. Дано представление структуры предметной онтологии в исторической ретроспективе, формирование геоинформационной и временной составляющих предметной онтологии. Это позволило наглядно представлять трансформацию оптических идей во времени и пространстве. Впоследствии историко-научная онтологическая модель будет интегрирована в общую онтологию предметной области «Оптика».

Литература

1. Онтология_(информатика) [Электронный ресурс]. Энциклопедия Википедия. Режим доступа [http://ru.wikipedia.org/wiki/Онтология_\(информатика\)](http://ru.wikipedia.org/wiki/Онтология_(информатика)).
2. Гаврилова Т.А., Муромцев Д.И. Интеллектуальные технологии в менеджменте: инструменты и системы: Учебное пособие. 2-е издание // Высшая школа менеджмента СПбГУ. СПб.: Издательство «Высшая школа менеджмента», 2008.
3. Jeffrey T. Pollock Semantic Web for dummies // Wiley Publishing, Inc. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc. 2009.
4. Dean Allemang, James Hendler Semantic Web for the Working Ontologist Modeling in RDF, RDFS and OWL // Elsevier Inc. Burlington: Elsevier Inc. 2008.
5. D. Shivalingaiah. Umesh Naik Semantic Web Tools: An Overview // 7th International CALIBER. Mangalore: 7th International CALIBER. 2009.
6. Matthew Horridge A Practical Guide To Building OWL Ontologies Using Protégé 4 and CO-ODE Tools. Manchester: The University Of Manchester, 2009.
7. Гатчин Ю.А., Муромцев Д.И., Катков Ю.В., Починок И.Н., Злобин А.Н. Разработка базы знаний музея оптических технологий на основе онтологии верхнего уровня. СПб.: НИУ ИТМО, 2011.
8. Муромцев Д.И., Катков Ю.В., Починок И.Н., Злобин А.Н. Разработка базы знаний по оптике для образовательных веб-приложений. СПб.: НИУ ИТМО, 2011.
9. Стафеев С.К., Томилини М.Г. Пять тысячелетий оптики: Античность. СПб.: ФормаТ, 2010.
10. Smith A. M. Ptolemy and the Foundations of Ancient Mathematical Optics: A Source-Based Guided Study // American Philosophical Society. Philadelphia: American Philosophical Society, 1999.
11. Lindberg D. C. Science in the Middle Ages. Chicago: University of Chicago, 1978.

Abstract

At now days knowledge engineering methods as the science of extraction, structurization, representation and processing of knowledge demonstrate great popularity. Ontologies appearance has led to the qualitative leap of means applied for further intellectualization of interaction systems with the user.

Regarding to this work the term ontology should be understood as the formal obvious description of classes in considered subject domain, the properties of describing classes, and

relations between them. Ontology together with the set of direct classes instances is the knowledge basis.

The aim of this work is creation of ontology prototype of subject domain «Optics» in a historical retrospective representing visual transformation of optician ideas in time and space. Subsequently the created ontology model should be integrated into ontology of subject domain «Optics». The work on prototype creation was divided into three basic stages: representation of subject ontology structure; formation of spatial and chronological information components of subject ontology.

Keywords: knowledge engineering, ontology, optics, concept, class, property of class, class instance, knowledge basis, subject ontology, spatial component, temporal component.

*Ольшевская Анастасия
Владимировна,
аспирантка кафедры Физики,
начальник отдела лицензирования и
аккредитации,
olshevskaya@mail.ifmo.ru,*

*Стафеев Сергей Константинович,
доктор технических наук, профессор,
декан Естественнонаучного
факультета НИУ ИТМО,
stafevs@yahoo.com,*

*Боярский Кирилл Кириллович
кандидат технических наук,
доцент кафедры Физики НИУ ИТМО,*

*Катков Юрий Валериевич,
ассистент кафедры Проектирования
и безопасности компьютерных
систем НИУ ИТМО,
katkov.juriy@gmail.com,*

*Муромцев Дмитрий Ильич,
кандидат технических наук,
доцент кафедры Проектирования и
безопасности компьютерных систем
НИУ ИТМО,
d.miromtsev@gmail.com*

*Яговкин Вадим Игоревич,
аспирант кафедры Физики
НИУ ИТМО,
yagovkin@itc.vuztc.ru*



Наши авторы, 2011.
Our authors, 2011.