

Л.Р. Шакирова, М.В. Фалилеева, Казань, Россия

УСВОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ УЧАЩИМИСЯ С ПОМОЩЬЮ ОНТОЛОГИЙ

Аннотация. Изучен опыт применения онтологий в образовании. На основе онтологического моделирования предложен новый подход к построению цифровой математической обучающей среды. Создана онтология OntoMathEdu.

Ключевые слова: онтология, изучение математики, OntoMathEdu, таксономия.

L.R. Shakirova, M.V. Falileeva, Kazan, Russia

DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL KNOWLEDGE OF PUPILS WITH THE HELP OF ONTOLOGY

Abstract. The experience of the use of ontologies in education has been studied. On the basis of ontological modeling, a new approach to the construction of a digital mathematical learning environment has been proposed. The ontology OntoMathEdu has been created.

Keywords: ontology, the study of mathematics, OntoMathEdu, taxonomy.

Современный образовательный процесс предполагает деятельность и взаимодействие преподавателя и учащихся в цифровой среде. Возможности информационно-коммуникационных технологий в повышении результативности дидактического взаимодействия участников образовательного процесса раскрываются многими исследователями [5–10]. Отечественный и зарубежный опыт свидетельствует о том, что в образовательном процессе, главным образом, используются два класса обучающих систем. Первый класс – обучающие компьютерные программы, предполагающие получение порций информации (текстовой, графической, видео-) в определенной последовательности и обеспечивающие контроль за усвоением в точках учебного курса, определенных преподавателем. Используются, в основном, мультимедийные возможности компьютера с целью наполнить учебное занятие иллюстрациями, сделать его более насыщенным, зрелищным и интенсивным. Второй класс – тренажерно-обучающие комплексы, связанные с системой моделирования и симуляции, создаваемые для подготовки личности к принятию правильных решений. В данные комплексы входят как приложения и программы, позволяющие обучаемому самому, либо с помощью преподавателя, создавать, конструировать компьютерные графические модели, устанавливать связи между различными компонентами, так и тестовые учебные продукты, ускоряющие и индивидуализирующие процесс определения уровня и качества универсальных учебных действий обучающихся, их общепрофессиональных и специальных компетенций. Существующие обучающие Web-ресурсы по математике представляют собой, как правило, список несвязанных между собой определений понятий и задачи с решениями. Авторская задача – создать технологию управления математическими знаниями на основе онтологий, позволяющую осуществлять более осмысленно процесс усвоения математики.

Для системного описания школьного курса математики группой исследователей Казанского федерального университета разрабатывается ма-

тематическая онтология OntoMathEdu [4, 9–10]. На основе онтологического моделирования разрабатывается новый подход к построению цифровой математической обучающей среды. Разработчиками будут созданы автоматизированные методы комплексного усвоения математических знаний различными категориями обучающихся. В качестве пилотного проекта составляется онтологическое описание раздела планиметрии школьного курса математики.

В последнее время многие исследования показали, что онтологии и технологии, основанные на них, могут широко применяться в образовании и что они являются одной из важнейших областей исследований в области образовательных технологий. Онтологии могут применяться разными способами в образовании. Дичева и др. [3] предложили технологический подход, когда онтологии могут применяться в образовательной среде для организации усвоения знаний с использованием визуализации информации, навигации, опроса, обмена знаниями, повторения. Онтологии могут применяться в качестве инструментов для оценки знаний. Tzoumpa et al [7] предложили систематизацию современной реализации электронного обучения на основе онтологий, сгруппировав их по пяти категориям: онтологии знаний в области образования; онтологии знаний; онтологии информационных объектов; онтологии систем управления обучением и онтологии образовательных целей.

Существуют исследования, направленные на проектирование и использование в обучении онтологий математического знания. Так, Tzoumpa et al [7–8] построили онтологию геометрии, в которой собрана информация в хорошо организованной форме, где отношения между геометрическими объектами раскрываются и объясняются. Используя ее, учащиеся имеют возможность наблюдать, размышлять, проверять и связывать геометрические значения с другими математическими понятиями. Этот процесс позволяет им понять, что математика является предметом исследования, и не ограничивается запоминанием свойств геометрического объекта.

Kitani [5] приводит пример онтологии в области математического образования, используя ее как инструмент для поиска решения задач.

Lalingkar, A. et al [6] предложили использование онтологической интеллектуальной среды для обучения учащихся решению текстовых задач в математике. Проанализированы функциональные возможности и преимущества онтологического подхода в системе обучения математике.

Новизна проектируемой онтологии OntoMathEdu предусматривает включение и дидактических отношений между терминами. Для этого создана таксономия терминов школьной геометрии, а именно планиметрии. При построении онтологий были выбраны несколько действующих учебников по геометрии, включая программу углубленного ее изучения. На первом этапе создано несколько онтологий, не связанных между собой. Для этого использовался редактор онтологий Protégé, разработанный в

Стэнфордском университете. Далее выполнена интеграция всех онтологий в одну, имеющую богатые структуры иерархий понятий и горизонтальных связей.

Онтология содержит описание классов и набор базовых отношений, таких как: таксономическое отношение; отношение между математическим объектом и разделом математики; отношение «определяется с помощью»; отношение между задачей и методом ее решения, а также новый набор дидактических отношений. Концепты онтологии содержат наименования на русском, английском и татарском языках; определения; связи с другими концептами онтологии и связи с концептами из внешних наборов данных. Каждый элемент соответствует классу или подклассу, и связан иерархическими отношениями между ними.

С помощью данной онтологии нами созданы инструменты для тестирования знаний обучающихся по математическим дисциплинам, основанные на модификации таксономии Блума [1-2].

Достижение качественного образования возможно при использовании методологии результативности обучения, подразумевающего четкое формулирование того, что должен знать, понимать и/или быть в состоянии продемонстрировать обучающийся по окончании процесса обучения или его частей. Данная концепция смещает центр внимания в образовательном процессе на обучающегося, так как главным достижением утверждается его способность демонстрировать результат. При формулировании результатов обучения мы опираемся на модификацию таксономии Б. Блума [2], представляющую собой классификацию или категоризацию уровней мыслительной деятельности в процессе обучения, предложенную Anderson, Krathwohl et al [1]. Согласно данному подходу, иерархия мыслительного процесса предусматривает выделение 6 стадий: ПОМНИТЬ (узнавать, вспоминать) – ПОНИМАТЬ (толковать, классифицировать, сравнивать, объяснять) – ПРИМЕНЯТЬ (осуществлять, приводить в исполнение) – АНАЛИЗИРОВАТЬ (дифференцировать, организовывать, извлекать, распознавать, критиковать) – ОЦЕНИВАТЬ (противопоставлять, судить, выбирать, давать оценку) – СОЗДАВАТЬ (разрабатывать, модифицировать, генерировать, планировать, производить). В данном подходе измерение знания предусматривает следующие уровни: Фактические знания (факты, терминология) – Концептуальные знания (классификации, принципы, теории, модели) – Процедурные знания (техники, методики, определенные умения, стратегии) – Метакогнитивные знания (размышления, самооценка, анализ). В соответствии с данным подходом создается цифровая математическая обучающая среда: разрабатываются семантические программные инструменты, позволяющие в ходе тестирования школьников не только оценивать результаты обучения на каждом его этапе, но и осуществлять обучающую функцию. Для этого производится онтологическое аннотирование (разметка) математических материалов для школьников. На данный

момент создан прототип продукта, запуск полноценного его функционирования планируется в течение двух ближайших лет.

Прикладная значимость исследования определяется тем, что получение качественных образовательных ресурсов с концептуальной точки зрения позволяет учителям обогащать качество преподавания. Для учеников это ведет к более глубокому пониманию предмета.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Республики Татарстан в рамках научного проекта № 18-47-160007.

Библиографический список

1. Anderson, L.W., Krathwohl, D.R., Airasian, P.W., Cruikshank, K.A., Mayer, R.E., Pintrich, P.R., Raths, J., & Wittrock, M.C. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives (Complete edition)*. New York: Longman. [Электронный ресурс] URL: https://books.google.ru/books/about/A_taxonomy_for_learning_teaching_and_ass.html?hl=ru&id=JPKXAQAAMAAJ (дата обращения 10.10.2018).
2. Bloom, B.S. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I, cognitive domain*. New York: Longman [Электронный ресурс] URL: <https://ru.scribd.com/doc/53565531/Taxonomy-of-Educational-Objectives-Handbook-1-Cognitive-Domain-0582280109> (дата обращения 10.10.2018).
3. Dicheva, D., Sosnovsky, S., Gavrilova, T., Brusilovsky, P. (2004). Ontological web portal for educational ontologies. *Int. J. Inf. Theor. Appl.* 13(4), pp. 303–308.
4. Elizarov A., Kirilovich A., Lipachev E., Nevzorova O. *Mathematical Knowledge Management: Ontological Models and Digital Technology // CEUR Workshop Proceedings, 2016, V. 1752, P. 44–50.*
5. Kitani, N., Yukita, S. (2008). *Mathematical Ontology And A software Tool For Semantic Retrieval Of Exercise Problems*. 22nd International Workshops on Advanced Information Networking and Applications: Ginowan, Japan, pp. 1654-1660.
6. Lalingkar, A., Ramnathan, C., Ramani, S. (2015). *Ontology-based smart learning environment for teaching word problems in mathematics*. *Lecture Notes in Educational Technology*, pp. 251-258.
7. Tzoumpa, D., Karvounidis, T., Douligeris, C. (2016). *Towards an Ontology Approach in Teaching Geometry*. *International Conference on Interactive Collaborative Learning. ICL 2016: Interactive Collaborative Learning*, pp 198-209.
8. Tzoumpa, D., Karvounidis, T., Douligeris, C. (2017). *Work in Progress: Extending the Application of Ontologies in the Teaching of Geometry: The Right Triangle in the Circle*. 8th IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON 2017), pp. 893-899.
9. Elizarov А.М., Жильцов Н.Г., Кириллович А.В., Липачёв Е.К., Невзорова О.А., Соловьёв В.Д. *Онтологии математических знаний и их применение в науке и образовании // Материалы Межд. научно-практ. Конф. «Информационные технологии в образовании и науке (ИТОН – 2014)», 10–13 декабря 2014, Казань: Изд-во ФОЛИАНТ, 2014, с.60–64.*
10. Elizarov А.М., Кириллович А.В., Липачёв Е.К., Невзорова О.А., Шакирова Л.Р. *Семантические технологии в математическом образовании: онтологии и открытые связанные данные // Ученые записки Института социальных и гуманитарных знаний. Материалы Юбилейной X Межд. научно-практ. конф. «Электронная Казань – 2018» (Информационные технологии в современном мире). Казань: Изд-во «Юниверсум», 2018, №1, с. 222–227.*