

УДК 372.851

## ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД В ОБУЧЕНИИ ГЕОМЕТРИИ

Л.Р. Шакирова<sup>1</sup>, М.В. Фалилеева<sup>2</sup>

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань

<sup>1</sup> liliana008@mail.ru, <sup>2</sup> mmwwff@mail.ru

### **Аннотация**

Перевод школьной системы знаний на формальный язык для создания онтологии школьной образовательной математики показал, что существуют пробелы, указывающие на существенные недостатки в конструировании содержания курса геометрии. Результаты проведенного исследования среди студентов Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского Казанского (Приволжского) федерального университета по качеству понимания родовидовых понятий, графических представлений геометрических фигур показали взаимосвязь между проблемами в подаче содержания школьного курса планиметрии и качеством знаний студентов.

**Ключевые слова:** онтологический подход, обучение математике, планиметрия

### **ВВЕДЕНИЕ**

Обучение математике в школе – фундаментальная задача системы общего образования. Каждый школьник вне зависимости от уровня математических способностей должен иметь базовый уровень математической подготовки. На данном этапе средний уровень математического образования школьников уже несколько лет остается неизменно на одном уровне. Так, по результатам международных и российских исследований в 2012 году отмечены: неравномерность подготовки учащихся, понижение уровня подготовки и мотивации от класса к классу, большой процент учащихся с существенными пробелами в базовой подготовке (25%) и т. д. [1]. К сожалению, на данный момент никаких прорывов в системе математического образования не произошло. Статистико-аналитический отчет показывает, что за 2015–2017 гг. минимальный порог на

профильном уровне ЕГЭ не преодолели 16–20% участников, на базовом – 5–9% [4].

Математическое образование в школе имеет ряд недостатков: отсутствие системности в содержании курса математики (разделы курса математики разрознены, оторваны друг от друга, учащимся не понятна взаимосвязь между функцией и теорией вероятностей, геометрией, стереометрией и др.); высокий уровень абстракции изложения многих разделов математики; практически полное отсутствие в обучении математике основных форм познания, таких, как наблюдение и эксперимент [6]. В методике обучения предлагаются и реализуются различные подходы в изменении традиционного изложения курса геометрии – это и идеи фузионизма [3], наглядно-эмпирический метод [7].

Наглядно-эмпирический метод при обучении геометрии лучше всего представлен в учебных комплексах И.Ф.Шарыгина (2018), который отличается от остальных, широко используемых учебников геометрии тем, что:

1) в логике изложения учебного материала отсутствует аксиоматический подход;

2) автор пытался качественно дать более высокий качественный уровень понимания изучаемых в школе геометрических понятий и одновременно связать их с жизнью и имеющимися представлениями учащихся;

3) в системе упражнений предлагаются практические задания, чтобы на основе практического опыта учащихся делать выводы о свойствах геометрических фигур.

Следует отметить, что данный учебник мало используется учителями, поскольку кроме непривычной логики изложения учебного материала, работа с ним требует от учителя качественного понимания геометрии, понимания взаимосвязи с высшей математикой.

Новую значимость наглядно-эмпирический подход в обучении приобретает в связи с реализацией новых Федеральных государственных образовательных стандартов общего и среднего образования. Наглядно-эмпирический подход дает более широкие возможности конструирования различных методик обучения, но его реализация требует существенной доработки для внедрения в современную школу.

Особую актуальность наглядно-эмпирический подход приобретает в современное время в связи с реализацией цифровых технологий и с более широкими возможностями визуализации обучения.

Таким образом, новый подход в обучении геометрии должен обладать свойствами:

1) наглядности (в силу специфики предмета геометрии существует необходимость построения геометрического чертежа для развития представлений учащихся о свойствах геометрических фигур);

2) эмпирическим (формировать знания и умения учащихся на основе практического опыта, экспериментальной работы, самостоятельного изучения учебного материала);

3) системности (знания учащихся должны выстраиваться в единую полную систему, взаимосвязанную с другими системами предметных и жизненных знаний);

4) использование цифровых технологий.

Цифровизация становится важнейшим условием реализации современного математического образования, поскольку цифровые технологии на данном этапе стали не отдельными компонентами обучения, а порой определяющим условием для полного проектирования курса. На данном этапе своего развития они могут значительно оптимизировать образовательный процесс, дать возможность реализации новых форм обучения. Так, для реализации наглядности необходимо использовать цифровой контент (видео, анимации, изображения), – что позволит сформировать у учащихся верные представления о геометрических фигурах и их свойствах. Эмпирический подход требует использования цифровых сервисов, приложений и программ (GeoGebra, Живая математика и др.), позволяющих учащимся самостоятельно конструировать динамические геометрические чертежи, на основании которых они могут проводить качественный анализ исходных данных, находить свойства геометрических фигур, выдвигать гипотезы решения геометрических задач. Системный подход является основой конструирования учебного курса геометрии, в частности, его электронной версии, которая может реализоваться на различных цифровых образовательных платформах, в облачных сервисах.

---

Рассматривая онтологию как структурированный словарь предметной области, концептуальная схема которого представлена через логическую теорию, можно использовать онтологический подход в обучении. Он позволяет системно реализовать наглядно-эмпирическую концепцию построения школьного курса геометрии, определив его содержательную логику и формы организации работы с учащимися. Значимость онтологического подхода проявилась при формализации курса планиметрии при построении онтологии OntoMathEdu [5]. Изучение представлений студентов об отношениях между геометрическими понятиями показало, что студенты (бакалавры 3, 4 и 5 курсов педагогического отделения, магистры 1 и 2 года обучения математических направлений) плохо понимают родовидовые отношения между геометрическими понятиями, классификацию понятий и другие взаимосвязи между геометрическими понятиями, то есть в целом не имеют целостного представления о структуре курса планиметрии [5].

Для построения целостной картины геометрического знания предлагается конструирование содержания курса планиметрии, построенного на основе онтологического подхода с опорой на таксономию геометрических понятий, связанных системой отношений. По нашему мнению, такая онтология позволит методистам и учителям выработать более продуктивные методики обучения геометрии и более качественно организовать обучение с использованием цифровых технологий. Построение родовидового дерева геометрических фигур на плоскости создает возможности для осознанного запоминания учащимися и студентами геометрических понятий и их систем (см. рис. 1).

Проектирование онтологии высветило ряд пробелов в содержании курса геометрии, которые сказываются на качестве системного понимания планиметрии – это и отсутствие отдельных терминов, позволяющих полностью выстроить таксономию планиметрических понятий, и различные определения отдельных геометрических фигур. Например, приведем пример определений понятия «многоугольник»:

- 1) простая замкнутая ломаная (Погорелов А.В.);
- 2) плоский многоугольник или многоугольная область – конечная часть плоскости, ограниченная многоугольником (Погорелов А.В.);

3) фигура, составленная из отрезков  $AB, BC, \dots, FA$  так, что смежные отрезки не лежат на одной прямой, несмежные отрезки не имеют общих точек (Атанасян Л.С.);

4) фигура, состоящая из сторон многоугольника и его внутренней области (Атанасян Л.С.);

5) замкнутая ломаная, не имеющая самопересечений, ограничивает многоугольник (Шарыгин И.Ф.);

6) фигура, образованная простой замкнутой ломаной и ограниченная ею часть плоскости (Смирнова И.М.).

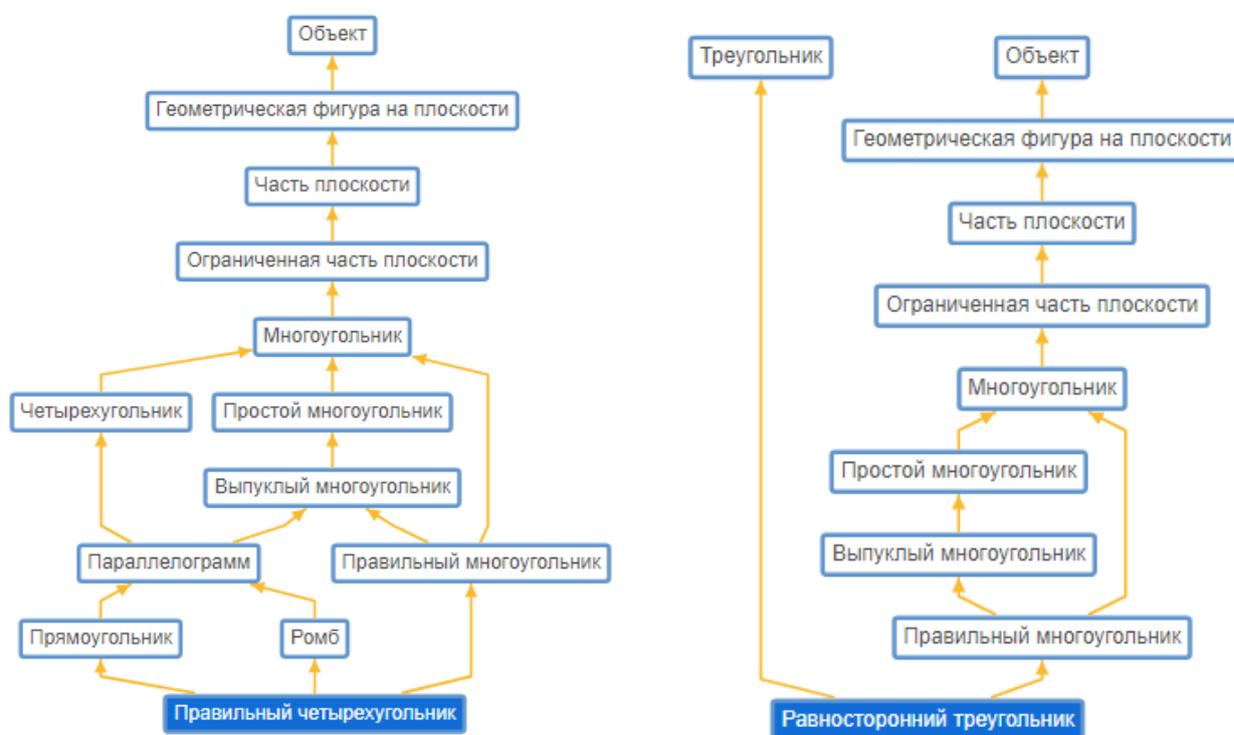


Рисунок 1. Примеры построения геометрических понятий в отношениях «класс-подкласс» в онтологии OntoMathEdu (графическое изображение таксономии в программе WebProtege [8])

Между тем, определение позволяет найти положение геометрического понятия в таксономии и в дальнейшем построить многочисленные отношения между ним и другими понятиями, поэтому такое разнообразие требует приведения определения к единому стандарту. Мы остановились на определениях, связывающих многоугольник с частью плоскости, поскольку нельзя измерить площадь ломаной.

Онтологический подход позволит организовать обучение посредством постоянного качественного переосмысления учебного материала обучаемыми: анализ геометрического понятия и его свойств, место понятия в системе других понятий, классификация понятий по различным основаниям, синтез отдельных понятий и их свойств при решении отдельных учебных задач, обобщение и выделение общих свойств геометрических понятий, рассмотрение понятия «с разных ракурсов», систематизация всех геометрических объектов и их свойств в отдельные системы и др. Для реализации данного подхода в обучении студентов планируется использовать электронные сервисы по созданию индивидуальных и групповых интеллект-карт, рабочих областей, творческих объектов (анимаций, креативных изображений, показывающих связь планиметрии с жизнью).

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

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. *Болотов В.А., Седова Е.А., Ковалева Г.С.* Состояние математического образования в РФ: общее среднее образование (аналитический обзор) // Проблемы современного образования. 2012, № 6, С. 33–49. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-matematicheskogo-obrazovaniya-v-rf-obschhee-srednee-obrazovanie>.

2. *Васильев В.Н., Муромцев Д.И., Стафеев С.К.* Онтологический подход в электронном обучении: открытость, гибкость, связность и интерактивность // Компьютерные инструменты в образовании. 2013, № 5, С. 33–41.

3. *Рахмонов И.Я., Артикова Г.А.* Идеи фузионизма при обучении геометрии // Актуальные проблемы гуманитарных и социально-экономических наук. 2016, № 10, С. 68–71.

4. Статистико-аналитический отчет о результатах ЕГЭ. URL: [https://www.ege15.ru/files/common/other/GIA2018/EGE2018/2\\_22\\_%D0%9E%D0%A2%D0%A7%D0%95%D0%A2%D0%95%D0%93%D0%AD%202018.pdf](https://www.ege15.ru/files/common/other/GIA2018/EGE2018/2_22_%D0%9E%D0%A2%D0%A7%D0%95%D0%A2%D0%95%D0%93%D0%AD%202018.pdf).

5. *Шакирова Л.Р., Фалилеева М.В., Кириллович А.В., Липачев Е.К.* Проектирование образовательной математической онтологии: проблемы и методы решения на примере курса планиметрии // XV Международная конференция по

компьютерной и когнитивной лингвистике TEL 2018. Сборник трудов: в 2-х томах. Т. 1. Казань: Изд-во АН РТ, 2018, С. 393–405.

6. *Шакирова Л.Р., Фалилеева М.В., Сайфутдинова Е.В.* Эксперимент во внеурочной деятельности по математике как условие повышения качества математической подготовки учащихся // Математическое образование в школе и вузе: инновации в информационном пространстве (MATHEDU' 2018): материалы VIII Международной научно-практической конференции (Казань, 17–21 октября 2018 г.). Казань: Изд-во Казан.ун-та, 2018, С. 350–354.

7. *Шарыгин И.Ф.* Геометрия. 7–9 классы: учеб. для общеобразоват. организаций. М.: Дрофа, 2018, 364 с.

8. WebProtege. URL: <https://webprotege.stanford.edu/#login>.

---

## **ONTOLOGICAL APPROACH IN TEACHING GEOMETRY**

**Liliana Shakirova<sup>1</sup>, Marina Falileeva<sup>2</sup>**

*Kazan Federal University, Kazan*

<sup>1</sup>liliana008@mail.ru, <sup>2</sup>mmwwff@mail.ru

### ***Abstract***

The translation of the school system of knowledge into a formal language to create an ontology of school educational mathematics showed that there are gaps indicating significant shortcomings in the design of the contents of the geometry course. A study among students of N.I. Lobachevsky Institute of mathematics and mechanics of KFU to determine the quality of understanding of generic concepts, graphic representations of geometric figures, the results of which showed the relationship between the problems in the presentation of the content of the school course of Plane geometry and the quality of students' knowledge.

***Keywords:*** *ontological approach, learning math, Plane geometry*

### **REFERENCES**

1. *Bolotov V.A., Sedova E.A., Kovaleva G.S.* Sostoyanie matematicheskogo obrazovaniya v RF: obshchee srednee obrazovanie (analiticheskij obzor) // Problemy sovremennogo obrazovaniya. 2012, No 6. S. 33–49. URL: <https://cyberleninka.ru/> ar-

---

ticle/n/sostoyanie-matematicheskogo-obrazovaniya-v-rf-obschee-srednee-obrazovanie.

2. *Vasil'ev V.N., Muromcev D.I., Stafeev S.K.* Ontologicheskij podhod v elektronnom obuchenii: otkrytost', gibkost', svyaznost' i interaktivnost' // *Komp'yuternye instrumenty v obrazovanii*. 2013, No 5, S. 33–41.

3. *Rahmonov I.YA., Artikova G.A.* Idei fuzionizma pri obuchenii geometrii // *Aktual'nye problemy gumanitarnyh i social'no-ekonomicheskikh nauk*, 2016, No 10, S. 68–71.

4. Statistiko-analiticheskij otchet o rezul'tatah EGE. URL: [https://www.ege15.ru/files/common/other/GIA2018/EGE2018/2\\_22\\_%D0%9E%D0%A2%D0%A7%D0%95%D0%A2%20%D0%95%D0%93%D0%AD%202018.pdf](https://www.ege15.ru/files/common/other/GIA2018/EGE2018/2_22_%D0%9E%D0%A2%D0%A7%D0%95%D0%A2%20%D0%95%D0%93%D0%AD%202018.pdf).

5. *Shakirova L.R., Falileeva M.V., Kirillovich A.V., Lipachev E.K.* Proektirovanie obrazovatel'noj matematicheskoy ontologii: problemy i metody resheniya na primere kursa planimetrii // *XV Mezhdunarodnaya konferenciya po komp'yuternoj i kognitivnoj lingvistike TEL 2018*. Sbornik trudov: v 2-h tomah. T. 1. Kazan': Izd-vo AN RT, 2018, S. 393–405.

6. *Shakirova L.R., Falileeva M.V., Sajfutdinova E.V.* Eksperiment vo vneurochnoj deyatel'nosti po matematike kak uslovie povysheniya kachestva matematicheskoy podgotovki uchashchihsya // *Matematicheskoe obrazovanie v shkole i vuze: innovacii v informacionnom prostranstve (MATHEDU' 2018): materialy VIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (Kazan', 17–21 oktyabrya 2018 g.)*. Kazan': Izd-vo Kazan.un-ta, 2018, S. 350–354.

7. *Sharygin I.F.* Geometriya. 7–9 klassy: ucheb.dlya obshcheobrazovat. organizacij. M.: Drofa, 2018, 364 s.

8. WebProtege. URL: <https://webprotege.stanford.edu/#login>.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ



**ШАКИРОВА Лилиана Рафиковна** – доктор педагогических наук, профессор, зав. кафедрой теории и технологий преподавания математики и информатики, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань.

**Liliana Rafikovna SHAKIROVA** – D.Sc. in Pedagogical Sciences, Professor, Head. Department of Theory and Technology of Teaching Mathematics and Computer Science, Kazan (Volga) Federal University, Kazan.

email: liliana008@mail.ru



**ФАЛИЛЕЕВА Марина Викторовна** – кандидат педагогических наук, доцент кафедры теории и технологий преподавания математики и информатики, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань.

**Marina Victorovna FALILEEVA** – Ph.D. of Pedagogical Sciences, Kazan Federal University, Kazan.

email: mmwwff@mail.ru

*Материал поступил в редакцию 13 сентября 2019 года*