

УДК 372.851, 004.774

DOI 10.25688/2072-9014.2020.52.2.11

**А. Н. Журавлев**

## **Основные аспекты создания и представления классификации математических понятий средствами информационных технологий**

В статье освещены основные проблемы создания классификации математических понятий с целью дальнейшего формирования семантических сетей и способов представления классификации для осуществления концептуализации математических знаний среди обучающихся с использованием информационных технологий.

*Ключевые слова:* классификация математических понятий; структурность математики;  $n$ -мерность оснований классифицирования; концептуализация математических знаний; информационные технологии; веб-технологии; семантическая сеть.

**Л**юбая наука в той или иной мере нуждается в классифицировании изучаемых объектов. На протяжении последних 20 лет предпринимаются попытки всеобъемлющей формализации разных областей знаний, в том числе научных. Формализация подразумевает создание некоторой информационной модели какой-либо предметной области. К таким информационным моделям, представленным в виде графа, обычно применяют термин «семантическая сеть». Семантические сети должны объединяться в глобальную сеть — семантическую паутину. Упростить создание семантических сетей может наличие естественной классификации изучаемых наукой объектов.

Современная математика представляет собой значительно разросшуюся и приобретающую множество специализаций, новых разделов и терминов науку, начиная от того, как пифагорейская школа видела в математике 4 раздела: учения о числах и о фигурах и измерениях, теорию музыки и астрономию с астрологией [2: с. 151], и заканчивая современным положением дел, когда Математическая предметная классификация [4] насчитывает более 5 тысяч разделов и направлений математических исследований.

Математика стала настолько велика, что «один человек не в состоянии изучить все ее разветвления. В этом смысле специализация неизбежна. Но в то же

время математика — единая наука. Все новые и новые связи возникают между ее разделами, иногда самым непредвиденным образом. Одни разделы служат инструментами для других разделов» [3: с. 14].

Математика, как и любая наука, нуждается в классифицировании изучаемых объектов. Небольшие, неполные классификации в отдельных разделах математики или по отдельным темам в учебной и справочной литературе имеются, но цели создания последних являются в основном методическими. Также важно отметить, что не все имеющиеся классификации созданы по естественным признакам. Примером лучшей классификации является классификация живых организмов, которой занимается биологическая систематика. В математике ситуация несколько отличается — подобной единой естественной классификации нет.

Сложность создания математической классификации обуславливается тем, что в математике мы работаем исключительно с абстрактными понятиями. Если в биологии при исследовании живых организмов сталкиваются с нерезкими и весьма размытыми границами между видами, то и, что естественно, при классифицировании понятий в математике нас ожидает похожая проблема. Причем имеется два аспекта данной проблематики. С одной стороны, сформулированные определения одного и того же понятия в разных словарях и справочниках содержат не одни и те же определяющие слова (иначе говоря, определяемое понятие в разных источниках может быть отнесено к разным классам). А с другой стороны, многослойность некоторых понятий, которые используются в разных разделах науки, не дает однозначного основания для отнесения понятия к одному конкретному классу.

Если говорить об изучении математики в школе, то по анализу содержания школьные учебники больше практико-ориентированы, т. е. направлены в большей степени на отработку навыков применения математического инструментария и в меньшей — на изучение математических объектов с теоретической позиции и отработку терминологии. Также видно, что изучаемый материал в школьных учебниках не систематизируется (за редким исключением), т. е. не укладывается в единую систему, не концептуализируется, не классифицируется.

Это вносит некоторый хаос в содержание школьного курса математики. Для учащихся с достаточно развитым абстрактным мышлением концептуализация изученного материала может происходить без помощи учебника или справочника. А для учащихся, испытывающих трудности в обучении, необходимы какие-либо готовые решения, например классификация изучаемых в математике понятий — для того, чтобы видеть и понимать границы учебного материала, его место в науке и перспективы дальнейшего обучения. Также наличие классификации упрощает работу учителя, например, по созданию дидактических материалов.

Особенно важен вопрос нахождения информации не только в учебниках, но и в различных информационных ресурсах, в частности в сети Интернет,

где материал может быть представлен без структурирования, без отнесения к науке или к конкретному ее разделу, без ссылок на источники информации, в непригодной для обучения форме и т. п.

Для создания полной математической классификации необходимо наличие номенклатуры. Аналоги номенклатуры уже неоднократно создавались, например, в виде математических словарей и энциклопедий. То есть для создания полной математической классификации необходимо разделить понятия, имеющиеся в номенклатуре, на классы. А здесь мы сталкиваемся с вопросом: как выделять классы и иерархически ли организована структура математики, т. е. последовательно ли подчинены друг другу понятия?

Члены сообщества французских математиков «Никола Бурбаки» описали математику как совокупность структур, объединенных иерархическим образом. Они показали, что даже новые появившиеся в результате экспериментов и исследований, проведенных в разное время, объекты ложатся в существующие структуры, не меняя их границ, а лишь уточняя их и делая более действенными и эффективными [1, с. 245–259]. Основываясь на этих исследованиях, делить понятия на иерархические классы можно, не опасаясь столкнуться с беспорядочностью и несвязностью.

Искусственные классификации, какой бы способ представления мы ни выбрали, не должны влиять на восприятие существенных признаков. В естественных классификациях нам будет важно не перечисление объектов или разделение/объединение их по несущественным признакам, а отношения между ними, основанные на отличительных, первоочередных, существенных внутренних признаках. Это возможно отобразить, например, уникальной нумерацией на разных уровнях многоуровневого списка или ребрами в ориентированном графе и пр.

Но еще важно обратить внимание на то, что при делении понятий на классы на одном уровне классификации должны находиться сопоставимые понятия. В математике это будет вызывать сложность: деление понятий в разных разделах науки можно производить по разным основаниям, а если в классификации необходимо отобразить и разновидности объекта, и его свойства, и признаки, и частные случаи, и т. п., то можно сделать классификацию многомерной, где каждое направление будет отдельным основанием для деления понятия. На рисунке 1 представлен пример трехмерного деления понятий, которое может быть частью  $n$ -мерного деления другого понятия, изображенного на рисунке 2.

Далее отметим, что в случае отображения на бумаге классификация будет неудобна для использования по объективным причинам. На сегодняшний день эффективнее и более дальновидно будет использовать информационные технологии. Обратим внимание на то, что классификация может являться не только некоторым простым информационным продуктом (список, таблица, схема и т. п.), но и содержать метаданные (т. е. дополнительное описание объектов

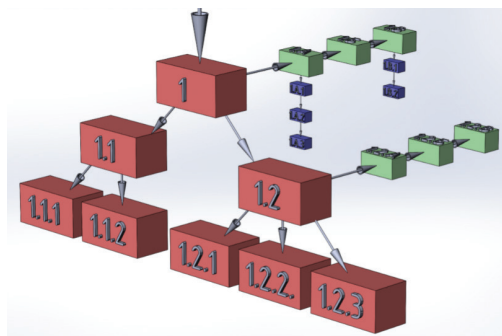


Рис. 1. Пример трехмерного деления понятий

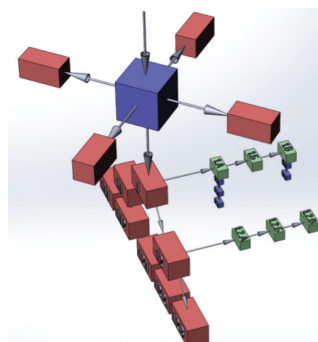


Рис. 2. Пример  $n$ -мерного деления понятия

с указанием их отношений). Благодаря этому классификация и может стать по сути семантической сетью, которая будет связывать данные между собой с целью дальнейшего превращения сети Интернет в глобальную базу знаний и ее совершенствования.

Если мы будем говорить о технологиях для представления созданной классификации математических понятий в  $n$ -мерном виде, то отметим, что возможности современного программного обеспечения позволяют создать такой информационный продукт (программы для 3D-моделирования, создания flash-приложений и т. п.), а также важно, что сегодняшние веб-технологии позволяют создать ресурс со сложной структурой содержания и с возможностью его обновления.

Интересно вспомнить о пятизвездочной рейтинговой модели<sup>1</sup>, предложенной Тимоти Джоном Бернерсом-Ли, показывающей степень связности данных. Если использовать веб-технологии, то для представления классификации математических понятий недостаточно веб-сайта, состоящего из последовательно связанных гиперссылками веб-страниц, что по Бернерсу-Ли оценивается не на максимальные пять звезд. А оценить ресурс пятью звездами можно только тот, который связывает различные ресурсы в одну структуру. И если представлять классификацию в виде веб-ресурса, то совершенно не нужно наполнять его статьями о каждом из составляющих его объектов, а достаточно связать данные (о чем указывалось выше).

Таким образом можно будет после создания семантической сети на основе классификации математических понятий связать имеющиеся ресурсы с учебным материалом, справочные ресурсы и ресурсы с фундаментальной научной информацией. Подобная классификация будет не только хорошим ориентиром для обучения или самообучения, но и основанием для формирования глобальной базы знаний.

<sup>1</sup> 5-star open data. URL: <https://5stardata.info> (дата обращения: 28.01.2020).

На данный момент существует возможность придавать различным приложениям функции обработки веб-контента. Для этого используют стандартизированные форматы описания контента. Например, для публикации связанных данных в Интернете можно использовать модель RDF. Эта модель описания метаданных представляет информацию в виде ориентированных графов с вершинами и ребрами<sup>2</sup>, из-за чего эту модель иногда называют графовой.

Таким образом, создание классификации математических понятий может решить несколько проблем, таких как систематизация содержания учебных курсов математики, улучшение помощи в концептуализации математических знаний разным категориям обучающихся, совершенствование поиска информации об изучаемых математических объектах и ее структурирование.

Подводя итог, можно сказать, что работы по созданию математической классификации обусловлены не только лишь необходимостью упорядочить терминологическую составляющую учебного предмета или науки, но и необходимостью связывания данных, выложенных в открытом доступе. И современная веб-архитектура позволяет представить классификацию математических понятий в описанных выше видах.

### Литература

1. Бурбаки Н. Очерки по истории математики. М.: Изд-во иностранной литературы, 1963. 292 с.
2. Варден Б. Л. ван дер. Пробуждающаяся наука: Математика Древнего Египта, Вавилона и Греции. М.: КомКнига, 2010. 459 с.
3. Колмогоров А. Н. Математика — наука и профессия. М.: Либроком, 2016. 288 с.
4. Heath T. Linked Data: Evolving the Web into a Global Data Space // Tom Heath, Christian Bizer. California: Morgan & Claypool, 2011. 136 p.

### Literatura

1. Burbaki N. Ocherki po istorii matematiki. M.: Izd-vo inostrannoj literatury`, 1963. 292 s.
2. Varden B. L. van der. Probuzhdayushhayasya nauka: Matematika Drevnego Egipta, Vavilona i Grecii. M.: KomKniga, 2010. 459 s.
3. Kolmogorov A. N. Matematika — nauka i professiya. M.: Librokom, 2016. 288 s.
4. 5-star open data. URL: <https://5stardata.info> (data obrashheniya: 28.01.2020).
6. Heath T. Linked Data: Evolving the Web into a Global Data Space // Tom Heath, Christian Bizer. California: Morgan & Claypool, 2011. 136 s.

---

<sup>2</sup> Klyne G. Resource Description Framework (RDF): Concepts and Abstract Syntax. URL: <http://www.w3.org/TR/rdf-concepts/> (дата обращения: 28.01.2020).

*A. N. Zhuravlev*

**The Key Aspects of Creating and Representing the Mathematical Concepts Classification with the Help of Information Technology**

The article deals with creation of mathematical concepts classification aimed at subsequent semantic network formation and a presentation of the classification to conceptualize students' mathematics knowledge using information technologies.

*Keywords:* mathematical concepts classification; structural properties of mathematics;  $n$ -dimensionality of classification bases; conceptualize students' mathematics knowledge; information technologies; semantic network.