токенов между узлами сети. Очевидно, что если узел сети Петри будет представлять конкретный узел сети доверия, а фишка будет переносить информацию об изменившихся вероятностях, то сеть Петри может стать аналогом соответствующей байесовской сети доверия и логический вывод по сети доверия может быть представлен как перемещение фишек в сети Петри. Преимуществом подобного решения является то, что сеть Петри изначально ориентирована на параллельность выполнения передвижения фишек и не требует предварительного обучения. Следовательно, именно сеть Петри наилучшим образом подходит для реализации многопотокового нечёткого вывода из всех рассмотренных в статье механизмов.

Для того, чтобы реализовать байесовский логический вывод при помощи сети Петри необходимо выполнить следующие действия:

1. Сопоставить узлам сети Петри узлы сети доверия. Каждому узлу сети Петри приписывается информация о возможных состояниях и их вероятностях, а также матрица условных вероятностей.
2. При изменении вероятностей в некоторых узлах, они начинают пересылать фишки связанным с ними узлам. Подобная пересылка возможна потому что количество фишек в сети Петри не является постоянной величиной. Каждая фишка несёт информацию о новом состоянии узла, её выпустившую.
3. Узел, получивший фишку, производит пересмотр информации о собственных вероятностях. Если вероятности изменились, то узел рассылает связанным с ним узлам информацию об изменениях при помощи новых фишек. Если изменения не произошло, то полученная фишка поглощается.

Таким образом, итерационный процесс, порождаемый введением в сеть Петри новой информации, приводит к обновлению всей информации в сети. Единственным местом, в котором возникает взаимодействие различных потоков, является получение узлами всех необходимых фишек для обновления информации. Очевидно, что количество взаимодействий будет существенно меньше, чем для байесовской сети доверия. Таким образом, реализация многопотокового нечёткого вывода на базе сетей Петри может оказаться очень перспективной и способствовать повышению эффективности использования вычислительных возможностей современных процессоров.

Список использованной литературы

1. **Шамшев А. Б.** Автоматизированное топологическое проектирование вычислительных сетей на основе байесовских сетей доверия: Автореф. дис. канд. техн. наук. - Ульяновск, 2006.
2. **Шамшев А. Б.** Применение байесовских сетей доверия в задачах нечёткого контроля (42 НТК) // Вузовская наука в современных условиях. – Ульяновск: УлГТУ, 2008. – Ч. 1.
3. **Horvitz E., Hovel D., Kadie C.** MSBNx: A Component-Centric Toolkit for Modeling and Inference with Bayesian Networks // MSDN. - July 2001.

ЯЗЫК МАТЕМАТИЧЕСКОЙ НАУКИ И ЯЗЫК ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ

Шармин Д. В.
ГОУ ВПО «Тюменский государственный университет»

Б. В. Гнеденко писал: «Для общения и выражения своих мыслей люди создали величайшее средство – живой разговорный язык и его письменную запись… Несмотря на свою многогранность и гибкость, в ряде случаев язык человека оказывается недостаточным и более того – неудовлетворительным средством общения. Поэтому в различных областях деятельности вырабатываются свои собственные языки, специально приспособленные для точного и краткого выражения мыслей, системы действий, правил поведения, свойственных определенным видам человеческой активности» [Гнеденко 1991: 29]. В приведенном высказывании речь идет о языках различных наук, одним из которых и является язык математики.

Построение искусственных языков науки связано с формализацией. В математике под формализацией обычно понимают отображение содержательного знания в формализованном языке, иначе говоря, в виде знаков (символов). Полная формализация какой-либо математической теории достигается лишь тогда, когда отвлекаются от содержательного смысла исходных понятий и аксиом теории и полностью перечисляют правила логического вывода теорем из аксиом.

Важно отметить, что формализация – это не просто замена отдельных представлений описательной теории, выраженных словами естественного языка, символическими выражениями. Главное заключается в построении системы нового языка со своим особым синтаксисом. «Это и нужно считать, - пишет А. Черч, - главной отличительной частью формализованного языка, а вовсе не то, что оказалось удобным заменить определенными буквами и различными специальными символами слова, которые в письменности большинства обычных языков составляются из многих букв. Эта замена, хотя она и бросается сразу в глаза, теоретически менее важна» [Кикель 1989: 31].

А. А. Столяр [Столяр 1965] отмечает, что язык математики – явление далеко не однородное. По существу, каждый раздел математики пользуется своим особым языком. Язык каждой математической теории, и язык математики в целом, есть язык логико-математический ($Я_{ЛМ}$). Он состоит из двух компонентов: $Я_М$ и $Я_Л$. $Я_М$ – язык данной математической теории, состоящий из специфических терминов и символов, обозначающих объекты, свойства и отношения объектов множества, структура которого описывается этой теорией. $Я_Л$ – логический язык, состоящий из терминов и символов, обозначающих логические операции, используемые для конструирования предложений и для вывода одних предложений из других, то есть для развертывания теории на базе принятой системы аксиом. Математика представляет собой определенную систему суждений, каждое из которых оформлено в виде некоторого предложения, в котором тесно переплетаются два компонента $Я_{ЛМ}$.

Тем не менее, в реальности невозможно указать ни одной математической теории, которая была бы полностью формализованной. Это объясняется тем, что научное творчество состоит не только в формальных выводах, но и в поисках объекта исследования, методов исследования, поэтому наряду с формальным языком в математической науке широко используются как естественный язык, так и интуиция. И если процесс получения математических знаний невозможен без использования естественного языка, то это тем более касается процесса обучения математике. Очевидно, что обучение математике предполагает использование некоторого специального языка, отличного от языка математической науки. Для его обозначения в методической литературе используются близкие по значению термины «язык преподавания математики», «языке обучения математике», «язык изложения математики», «язык школьного курса математики».

А. А. Столяр [Столяр 1965] отмечает, что язык обучения математике в школе не совпадает ни по форме, ни по содержанию с языком изучаемой математической теории. По форме язык обучения не имеет столь высокой степени формализации, как логико-математической язык соответствующей теории, но превышает по степени формализации естественный язык. Элементы естественного языка в обучении математике играют большую роль, чем в языке математической науки. По содержанию далеко не все в языке обучения относится к языку излагаемой теории. Язык обучения содержит описание различных примеров, приложения теории, разъяснения, графические изображения, вообще все то, что должно обеспечить понимание и усвоение учащимися излагаемой теории.

Иногда к языку обучения относят также знаки-указатели в учебниках, зрительные и слуховые наглядности и т.п. Все элементы языка обучения, не являющиеся частью логико-математического языка науки, можно объединить одним понятием «дидактический язык».

Система символов и терминов любого раздела школьной математики обычно включает лишь небольшое число символов и терминов соответствующего раздела математической науки. Многие термины и символические обозначения не получают точного или однозначного определения. Например, под термином функция в школе понимают: а) зависимую переменную величину, и б) правило, по которому устанавливается соответствие между двумя множествами. Логические термины и символы в школьном математическом языке в явном виде, как правило, не используются.

В методической литературе выделяются три основных типа математических предложений в школьном курсе математики: определения, высказывания (аксиомы, постулаты, теоремы) и высказывательные формы (уравнения, неравенства, системы и совокупности). Рассмотрим некоторые из этих типов предложений.

Все определения, применяемые в математике, естественных и гуманитарных науках, делятся на номинальные и реальные, в зависимости от того, что определяется – знаковое выражение (термин, символ) или объект, обозначаемый этим выражением. Почти все определения, используемые в математике, являются номинальными. Однако в школьной математике встречаются и реальные определения. Так, определения геометрических фигур в школе можно рассматривать и как реальные, и как номинальные. Если определяется знак или совокупность знаков, то в определении говорится либо каков смысл данного знака (семантические определения), либо каковы правила операций над ним (синтаксические определения) [Виленкин 1984].

В методической литературе по математике обычно рассматривается другая классификация определений [Виленкин 1984; Колягин 1975]. При изучении математики в начальной школе чаще всего применяются остенсивные определения, то есть определения значений слов путем непосредственного показа предметов, которые этими словами обозначаются. С развитием математического языка, накоплением достаточного числа понятий на смену остенсивным приходят вербальные определения, то есть определения значений неизвестных выражений через выражения, значения которых известны. Разновидностями вербальных определений являются: контекстуальные (в старших классах почти не применяются), через ближайший род и видовое отличие, генетические или конструктивные, рекурсивные или индуктивные (частный случай генетических), через абстракцию, а также отрицательные определения.

Среди всех предложений школьного курса математики наиболее важную роль играют теоремы. Теорема – математическое предложение, истинность которого устанавливается посредством доказательства (рассуждения). Часто для обозначения теорем применяются такие слова, как «утверждение», «следствие», «лемма», «свойство», «признак», «условие».

В школьном курсе математики для словесной формулировки теорем (то есть для формулировки на естественном языке) используются три формы суждения: категорическая, условная («если …, то …») и разделительная.

В символах математической логики большая часть теорем может быть записана в виде $(\forall x \in M)(A(x) \Rightarrow B(x))$, где

1. $\forall x \in M$ – разъяснительная часть, в которой описывается множество *M* объектов, о которых идет речь в теореме;
2. $A(x)$ – условие теоремы (некоторый предикат $A(x)$, заданный на множестве *M*);

3. $B(x)$ – заключение теоремы (некоторый предикат $B(x)$, заданный на том же множестве *M*) [Далингер 2002:18].

Теоремы категорической и разделительной формы можно обратить в условную форму. В этом случае легко выявить все элементы структуры теоремы, а также определить, о свойстве или о признаке идет речь в теореме. Формулировка теорем в терминах «если …, то …» позволяет облегчить работу с необходимыми, достаточными и необходимыми и достаточными условиями.

Предикаты $A(x)$ и $B(x)$, входящие в теорему, могут иметь сложную структуру, поэтому существуют теоремы различной логической конструкции. Формализованные структуры теорем, с которыми учащиеся сталкиваются в процессе обучения математике, приведены в работе [Болтянский 1973].

Как было сказано выше, одной из составляющих языка обучения математике является язык графических изображений. Так, при изучении геометрии в школе большое значение имеет умение учащихся изображать и читать «рисунки». Не менее важную роль играет графический язык в процессе обучения алгебре и началам анализа, что подчеркивается многими математиками и методистами. Ученик только в том случае освоил то или иное понятие или факт математического анализа, если он достаточно свободно может оперировать этим понятием или фактом, переходя от символической (словесной) формы представления к графической форме и обратно. Поэтому язык графических изображений можно считать одним из трех основных компонентов языка школьного курса алгебры и начал анализа, наряду с естественным языком и языком аналитических выражений [Сатьянов 1987].

Таким образом, математическая наука, наряду с присущим ей в высшей степени формализованным символическим языком, использует и естественный язык, так как без этого невозможно получение и существование математического знания. Еще более велико значение естественного языка в процессе обучения математике. Вообще, обучение математике предполагает использование специального языка, получившего название «язык обучения математике» или «язык школьного курса математики». Этот язык включает, наряду со средствами естественного и собственно математического языков, средства дидактического языка (знаки-указатели в учебниках, зрительные и слуховые наглядности и т.п.). Большую роль при изучении многих разделов школьного курса математики играет графический язык, поэтому его часто выделяют в качестве отдельного компонента языка обучения математике.

Список использованной литературы

1. **Болтянский В. Г.** Как устроена теорема? // Математика в школе. - 1973. - № 1. - С. 41-49.
2. **Виленкин Н. Я., Абайдулин С. К., Таварткиладзе Р. К.** Определения в школьном курсе математики и методика работы над ними // Математика в школе. - 1984. - № 4. - С. 43-47.
3. **Гнеденко Б. В.** Введение в специальность математика. - М.: Наука, 1991. - 240 с.
4. **Далингер В. А.** Обучение учащихся доказательству теорем: Учеб. пособие. - Омск: Изд-во ОмГПУ, 2002. - 419 с.
5. **Кикель П. В.** Математизация научного знания. - Минск: Университетское, 1989. - 85 с.
6. **Колягин Ю. М., Оганесян В. А, Саннинский В. А. и др.** Методика преподавания математики в средней школе: общая методика: Учебное пособие для студ. физ.-мат. фак. пединститутов. - М.: Просвещение, 1975. - 462 с.
7. **Сатьянов П. Г.** Задачи графического содержания при обучении алгебре и началам анализа // Математика в школе. - 1987. - № 1. - С. 56-60.
8. **Столяр А. А.** Логические проблемы преподавания математики. - Минск: Высшая школа, 1965. - 254 с.

ДИНАМАЧЕСКАЯ ЗАДАЧА ПРЯМОГО ПЬЕЗОЭФФЕКТА ДЛЯ ДЛИННОГО РАДИАЛЬНО ПОЛЯРИЗОВАННОГО ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКОГО ЦИЛИНДРА

Шляхин Д. А.
Самарский государственный архитектурно-строительный университет

1. Постановка задачи. Пусть полый длинный цилиндр представляет собой линейно-упругое анизотропное тело и выполнен из пьезокерамического материала с наведенной поляризацией вдоль радиуса r_*. Рассматривается случай, когда электродированные криволинейные $r_* = a, b$ поверхности загружены динамической нагрузкой (нормальными напряжениями) $q_1^*(t_*)$, $q_2^*(t_*)$. При этом внешняя радиальная плоскость подключена к измерительному прибору с большим входным сопротивлением, что соответствует режиму «холостого хода» (отсутствию свободных электрических зарядов), а внутренняя поверхность заземлена.

Система дифференциальных уравнений, граничные и начальные условия рассматриваемой динамической задачи теории электроупругости в безразмерной форме имеет вид [Партон 1988: 1]: