

МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В БИЗНЕСЕ И ОБРАЗОВАНИИ

Математика представляет собой совокупность формальных теорий, оперирующих абстрактными математическими объектами, их свойствами и отношениями, и конструирующих свои построения в значительной мере независимо от реалий, в свое время породивших те или иные ветви математики. Эта самостоятельная сфера деятельности, накопив определенный запас абстракций и методов оперирования ими, более не нуждается в подпитке извне и развивается по своим законам. Одним из следствий этого явления, с одной стороны, является своеобразная «бесструктурность» математики, заключающаяся в определенном произволе выбора основополагающих аксиом (объектов и действий), с другой - отсутствие интерпретаций, связывающих исходные посылки и выводы со свойствами и отношениями в окружающем нас мире.

Потребности практики и профессиональной деятельности в областях, не являющихся чисто математическими, ежечасно порождают необходимость решения самых разнообразных задач. При этом технология их подготовки и решения, если это сопряжено с применением как количественных, так и качественных методов, примерно одинакова. Схематически ее можно представить следующим образом (см. рис. 1).



Рис. 1. Жизненный цикл проблемы (задачи)

На рис. 1 явно просматриваются два уровня описания теоретических представлений и связанных с ними решений: содержательный и формальный (формально-математический). Непосредственно к содержательному примыкает объект, а к формальному – математические методы, применяемые для решения задач.

Особенность ветвей математики, находящих применение в решении практических задач, заключается в следующем.

Математическая теория объекта подчас строится как комбинированная, имеющая в своем составе разнообразные разделы, но единая с точки зрения конкретной решаемой задачи (подчинение целям применения методов в конкретной области знания, ориентация на проблему и на объект).

Элементы математической теории объекта имеют четкую интерпретацию как в части исходных посылок, так и в части получаемых результатов. Нередко даже формальные математические методы могут иметь определенный смысл в терминах рассматриваемой проблемной ситуации (аналогия между методами дисциплины и математическими методами).

Математика выступает в роли средства решения задачи и в ее рамках не ставятся какие-либо самостоятельные цели.

Математика выступает как одно из средств наряду с такими, как:
специфические методы исследований, выработанные в той области знания, к которой относится рассматриваемая задача.

общие методы анализа и исследования систем различной природы (теория систем и системный анализ).

методы абстрагирования, формализации, интерпретации промежуточных и конечных результатов, а также шагов или этапов формальных методов (перечисленное непосредственно связано с применениями математики, но выходит за ее рамки).

методы реализации моделей, методов и алгоритмов с помощью технических и программных средств. Основанные на них технологии, в том числе информационные и коммуникационные.

Из рассмотренного вытекают достоинства и недостатки как теоретической математики, так и математики, находящейся непосредственно на стыке с другими дисциплинами. Как правило, в зависимости от точки зрения наблюдателя одни и те же свойства могут выступать то в виде достоинств, то в виде недостатков. Каждая из областей знания или деятельности предъявляет свои требования, в свете которых и производится оценка. Сравнительные характеристики сведены и представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Сравнительные характеристики ветвей математики

	Достоинства	Недостатки
Теоретическая математика	Логичность и связность Глубокая проработанность положений Высокая степень абстрактности	Трудности практического использования Плохая интерпретируемость положений и выводов

Прикладная математика	Широта арсенала средств, включающих смежные дисциплины Сравнительная легкость применения Хорошая интерпретируемость положений и выводов	Слабая проработанность теоретических положений Своеобразная эклектичность в теории и применении
-----------------------	---	--

Различия этих ветвей математики вытекают из целей, которые ставятся перед ними. Эти же цели определяют и требования подготовки как самих математиков, так и специалистов различных видов деятельности в части математического образования.

Таблица 2.

Специфика математической подготовки

Математики	Базовые математические знания				
Специальные разделы математики	Теоретическая математика	Экономическая математика	Математика управления организационными системами	Математика в экологии и географии	...
Области деятельности	Математика	Экономика	Управление организационными системами	Экология и география	...
Специальная отраслевая математическая подготовка	Специальные дисциплины профессии	Математическая экономика	Управленческая математика	Математика для эколого-географических исследований	...
Специалисты	Базовая математическая подготовка				

Особенность подготовки математиков, которые должны работать в прикладных областях, должна заключаться не только в изучении и освоении упомянутых ранее специальных математических и других системных и аналитических дисциплин (методы), но и в достаточно глубоком овладении знаниями дисциплин, которые «раскрывают» область их деятельности в части объекта, в котором и для которого потребуется их деятельность (моделирование, формализация, решение задач, проектирование и т.п.), будь то финансовая система, обработка материалов, сборочное или сельскохозяйственное производство, наблюдения за расходом воды в реках или прогноз погоды.

С другой стороны, математическая подготовка специалистов должна включать в свой состав, наряду с общематематической, и специальную математическую подготовку, (разделы математики, которые находят наиболее широкое применение в конкретных видах деятельности), а также основные моменты дисциплин, логически и «технологически» связанных с применением математики.

Говоря о приложениях математики и подготовке специалистов, нельзя обойти вопрос применения вычислительной техники и программных средств в профессиональной деятельности и обучении. Процесс обучения прикладной математике в значительной мере оторван от специальных профессиональных

дисциплин. Причем он не опирается на какую-либо компьютерную поддержку либо имеет очень слабую связь со средствами моделирования и проведения расчетов. Между тем современные математические методы подчас нельзя реализовать без соответствующего программного обеспечения. Здесь требуется симбиоз математики, информатики, информационных систем и теории конкретной области профессиональной деятельности. На этой основе возможно построение приложений как учебного, так и профессионального назначения.

Исходя из потребностей практики были разработаны модели и компьютерные программы индивидуального использования для процесса обучения:

- имитационный пакет общего назначения;
- метод анализа иерархий;
- многокритериальный в выбор на основе предпочтений;
- рыночный механизм (совершенная конкуренция и монополия);
- межотраслевой баланс производства и распределения продукции (Input-Output);
- система качественной имитации.

Эти программы применяются в подготовке специалистов различного профиля. Особо хотелось бы остановиться на универсальных приложениях, которые могут найти применение в различных отраслях народного хозяйства.

Пакет традиционной (количественной) имитации позволяет создавать модель объекта или системы объектов и, на основе знания их структуры, получать новую информацию о поведении, динамических свойствах, направлении и характере изменений при некоторых управляющих или возмущающих воздействиях. При этом возможно не только решение задач динамики объекта, но и его структурной и параметрической идентификации. Как правило, при моделировании сложных объектов строится прототип, с которым производят имитационные эксперименты с целью уточнения структуры и параметров модели, после чего оказывается возможным применение модели для оценки последствий внешних воздействий и выработки управлений, которые могли бы обеспечить оптимальное функционирование объекта в реальных либо предполагаемых условиях.

Метод анализа иерархий занимает промежуточное положение между методами обработки количественной и качественной информации. Он позволяет в диалоге с экспертом решать задачи, для которых нет адекватных количественных методов и моделей. Однако ряд сложностей его применения в условиях неопределенности, а также в процессах обучения обусловили необходимость разработки метода многокритериального выбора на основе предпочтений. Метод реализован программно и успешно используется в преподавании дисциплин, связанных с информационными системами и технологиями в различных отраслях.

В процессах изучения экономической теории значительное внимание уделяется качественному анализу явлений экономической жизни. При этом никак не используются возможности математики и компьютеров. Однако попытки более или менее глубокого анализа наталкиваются на ограниченные возможности человека. Изучение закономерностей на качественном уровне может быть поддержано возможностями математики. Для достижения этой цели была построена концепция качественного имитационного моделирования (в противовес

существующему количественному имитационному моделированию, которое неприменимо на этапах качественного анализа). Она основана на теории множеств и теории отношений. Введены понятия параллельной и последовательной композиции отношений. Разработаны алгоритмы и компьютерные программы, реализующие процессы качественной имитации. Причем теория качественной имитации может быть расширена для моделирования сложных систем, для которых обязательен учет градаций качества как во времени, так и по интенсивности связей между элементами системы.

Перечисленные выше модели и соответствующие компьютерные приложения показали высокую эффективность в преподавании различных дисциплин. Они не только оттеняют прикладные аспекты математики и позволяют отработать навыки ее использования в решении учебных задач, но и перебрасывают мостик от теории к практике профессиональной деятельности. В этой связи необходимо отметить, что часть методов может быть хорошо освоена и с использованием пакетов прикладных программ общего назначения. В частности, пакеты электронных таблиц позволяют решать задачи, связанные с отдельными разделами математики, такими, как линейная и матричная алгебры, поиск решения систем уравнений и другие (ориентация на методы). В дополнение к ним, естественно, имеет смысл разрабатывать специальные проблемно-ориентированные приложения.

Значительный интерес представляют системы для проведения вариантных расчетов в области бизнес-планирования. Эта довольно массовая область деятельности требует проведения расчетов и обоснования направлений развития существующего либо создаваемого предприятия. Причем объем используемых при этом математических, экономических, технологических и специальных отраслевых знаний не лимитирован. Более глубокое изучение объекта, среды и условий его функционирования порождает потребности во все более сложных математических методах. Наблюдается постепенный переход от простых моделей к более и более сложным, от задач прямого счета (в технике их называют инженерными расчетами) к вариантным расчетам, имитации, а затем и к оптимизации – в начале однокритериальной, а потом и к многокритериальной. Здесь также может быть предложен некоторый набор моделей и программных средств поддержки как профессиональной деятельности, так и процессов обучения будущих профессионалов.

Для обучения методам линейного программирования мы используем широко распространенные бесплатные пакеты прикладных программ учебного назначения. Задачи многокритериальной оптимизации имеют пока ограниченный перечень достаточно эффективных методов. Тем не менее основные из них реализованы в обучающих компьютерных программах и изучаются как на лекционных, так и на лабораторно-практических занятиях. Определенное внимание мы уделяем и методам многокритериального выбора в условиях неопределенности (отсутствия количественных оценок). Статические задачи с качественной исходной информацией решаемы методом анализа иерархий либо методом многокритериального выбора на основе предпочтений. Для динамических задач лучше подходит метод качественной имитации. Выше мы уже упоминали о нем.

В заключение хотелось бы изложить модель системы знаний, которая положена в основу универсальных обучающих и контролирующих программ. Элементарный, атомарный элемент (рис. 2) представляет собой название некоторого понятия и связанное с ним определение.

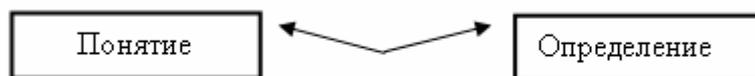


Рис. 2. Состав и связи элементарного знания

Понятия связаны между собой и образуют определенную структуру, которую можно представить себе в виде пирамиды, на вершине которой располагаются наиболее общие понятия, а в нижней части - понятия меньшей степени общности (см. рис. 3). Понятия связаны между собой отношениями, которые называют классификационными. Классификация образует каркас любой дисциплины и является основой ее трактовки как самостоятельной отрасли науки. Поэтому наряду с освоением понятий требуется явно или неявно подвести обучаемых к пониманию и усвоению, а в последующем и возможному активному использованию классификации понятий изучаемой области знания.

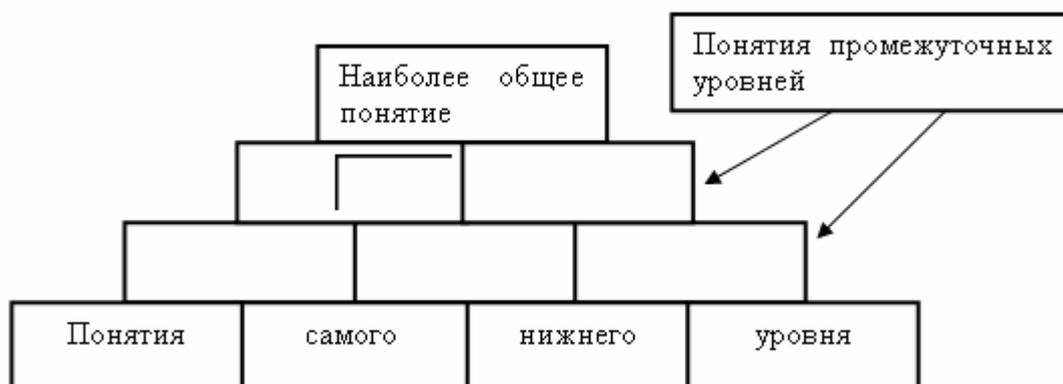


Рис. 3. Иерархия системы понятий

Такая структура может рассматриваться как модель системы знаний. Причем в качестве формального аппарата применимы самые разные разделы математических теорий (предикаты, правила продукций, семантические сети и т.п.) и результаты практических изысканий (тезаурусы, гипертекст). Для ее использования были разработаны алгоритмы и компьютерные программы. Их особенность, как уже отмечалось, заключается в универсальности. Они включают два вида основных действий.

1. Понимание - освоение содержания изучаемого понятия. Оно включает в свой состав не только само понятие, но и многообразие его связей с другими понятиями предметной области, как с ближайшими, так и некоторыми отдаленными, но существенными для достижения целей, формулируемых в рамках изучаемой теории.

2. Использование - установление связи между содержанием понятия и его выражением, а также связи свойств с возможными полезными или вредными эффектами, которые определяют прагматический аспект понятия.

Любая дисциплина излагается на языке, который является специфическим подмножеством естественного языка, и изучается с помощью этого языка. Лингвистический аспект дисциплины существенен также и для целей коммуникации, хранения информации, обучения с помощью программных и технических средств. Специфические особенности связей различных языков или их подмножеств обуславливают возможность и необходимость разработки соответствующих обучающих программ. Если за базовый взять, к примеру, русский язык, то на его основе осуществляется обучение таким языкам, как: формализованный язык математики; язык команд операционной системы персонального компьютера; языки программирования; естественные (иностраные языки) и, в том числе, и все специальные дисциплины будущей профессиональной деятельности студентов. Обучающе-контролирующие программы этого типа включают три основных действия или реализуют три основные функции обучения.

1. Понимание - изучение смысла.
2. Перевод - изучение способов выражения смысла в другом языке.
3. Правописание.

Существенным достоинством использования модели знаний в системах обучения является ее универсальность и возможность использования на различных этапах и фазах обучения от ознакомительной до функции контроля и оценки уровня знаний обучаемого.

В условиях интенсивного развития глобальных сетей намечается определенная ориентация на разработку Интернет-приложений (Web-приложений) для использования как в глобальных, так и в локальных сетях (Intranet). Предложенные модели и алгоритмы могут быть легко переложены в рамки решений, принятых в Интернет. Этому благоприятствуют развитые возможности языков программирования и технологии разработки приложений. Значительную часть подготавливаемых материалов мы планируем размещать в сети для использования с помощью стандартных программных средств (браузеров, почтовых программ и т.п.). Для этого существуют развитые технологии создания гипертекста и гипертекстовых приложений как клиентского типа, так и клиент-серверных. Мы ориентируемся преимущественно на использование пары языков HTML – JavaScript для создания клиентских гипертекстовых обучающих приложений или прототипов, а также язык C/C++ - для самостоятельных приложений в исполняемом коде и элементов управления, дополняющих возможности гипертекстовых приложений.

Изложенные в данной статье результаты исследований и разработок прошли практическое опробование и используются в процессах преподавания различных дисциплин в нескольких высших учебных заведениях.