

УДК 377.112.4

**МЕТОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ
К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ПРИ РЕШЕНИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ**

© 2013 г.

*А.А. Садыкова¹, М.В. Ларина²*¹ Волгоградский государственный социально-педагогический университет² Волгоградский государственный медицинский университет

sadykova80@mail.ru

Поступила в редакцию 12.06.2013

Обосновываются значение и возможности моделирования при решении задач профессиональной направленности в процессе обучения математике и целесообразность разработки методической системы подготовки к использованию моделирования. Описаны результаты реализации методической системы в практике обучения студентов медицинского и педагогического вузов.

Ключевые слова: моделирование, обучение математике, методическая система.

Природа написана на математическом языке, и изучать природу и познать ее законы лучше может тот, кто хорошо владеет математическими законами.

Галилео Галилей

Главной задачей реформирования профессионального образования в современных условиях при переходе к стандартам нового поколения является подготовка компетентных специалистов, которые способны применять свои знания на практике в изменяющихся условиях и основная компетенция которых заключается в умении включаться в постоянное совершенствование профессиональной подготовки на протяжении всей профессиональной деятельности.

Моделирование как деятельность по созданию моделей, выражающих существенные черты объекта, явления или процесса, и исследованию полученных моделей математическими методами является одним из эффективных методов решения математических задач профессиональной направленности в процессе подготовки специалистов различных профилей. В моделировании используются различные математические средства: алгебраическое, дифференциальное, интегральное исчисления; теория множеств; теория алгоритмов и т.д. Изучение большей части закономерностей, встречающихся в медицинских, биологических, экономических и иных процессах, возможно только на их моделях, дающих точное описание структуры исследуемого процесса.

Для успешного применения моделирования в анализе и исследовании процессов, явлений, ситуаций, возникающих в профессиональной деятельности, необходимо овладение деятельностью мо-

делирования. Обучение моделированию студентов можно рассматривать в двух аспектах: как содержание, которое должно быть усвоено в процессе обучения, и как способ познания, которым обучаемые должны овладеть [1].

Методическая система подготовки студентов к использованию моделирования реализовывалась нами в процессе обучения студентов медицинского и педагогического вузов города Волгограда.

Методическая система представляет собой определенную совокупность компонентов, образующих единое целое во взаимодействии, которое может быть разделено определенным способом. Под методической системой обучения студентов моделированию понимается совокупность взаимосвязанных компонентов (цели, содержание, методы, средства и организационные формы), необходимых для создания целенаправленного и строго определенного педагогического взаимодействия субъектов образовательного процесса, ориентированного на подготовку будущих специалистов к использованию моделирования в процессе решения математических задач профессиональной направленности [2].

Содержательный компонент методической системы для каждого из вузов имеет свою специфику.

Современный этап развития общества характеризуется качественным изменением деятель-

ности врача, которое связано с широким внедрением в эту деятельность процедур математического моделирования явлений, имеющих место в медицинской практике. К основным предпосылкам данного процесса можно отнести тенденцию привлечения к медицинской диагностике современных компьютерных технологий; стремление количественно выразить результаты исследований в области медицины; возможность на основе метода математического моделирования достаточно быстро и адекватно выявить сложную структуру многих явлений и процессов, с которыми имеет дело врачебная практика; дать прогноз развития этих процессов и найти рациональные способы исследования и управления этими процессами.

Первый аспект использования моделирования в обучении математике обусловлен задачей формирования у студентов научно-теоретического типа мышления, означающего мышление о действительности посредством моделей реальных явлений и процессов. Он означает обоснование необходимости включения в содержание образования понятий модели и моделирования.

Все основные математические понятия (число, функция, уравнение и т.д.) представляют собой модели количественных отношений и пространственных форм окружающей действительности. Содержание учебного предмета «Математика» составляют система научных математических моделей, аппарат для их исследования, методика использования на практике результатов исследования. Все понятия математики необходимо представлять как модели явлений, ситуаций, связанных с профессиональной деятельностью студента медицинского вуза. Раскрытие содержания математических понятий посредством решения задач медицинского содержания позволит повысить мотивацию студентов к изучению предмета. Например, кардиограмма работы сердца человека – графическая модель изменения электрического потенциала на волокнах сердечной мышцы во время сердечного цикла. При изучении темы «Функция» можно подчеркнуть функциональную зависимость жизнедеятельности человеческого организма от работы органов и процессов, протекающих в данном организме, исхода болезни от правильности проводимого лечения и т.д.

Второй аспект состоит, во-первых, в использовании моделирования как формы наглядности для выявления и фиксации в легко обозримом виде существенных особенностей и отношений изучаемых явлений; во-вторых, в формирова-

нии умений использовать моделирование для построения общих схем действий и операций, которые обучаемые должны проделать в процессе изучения сложных абстрактных понятий.

С точки зрения второго аспекта, необходимо научить студентов осуществлять моделирование при решении задач. В процессе моделирования можно выделить следующие этапы: структурный анализ объекта (явления, ситуации) с целью выделения существенных связей между компонентами; построение модели (формализация); формально-логический анализ построенной модели – математическое решение; интерпретация результатов анализа модели; уточнение модели; контроль адекватности. Решение задач медико-биологического, химического, фармацевтического и т.п. содержания подразумевает прохождение этих этапов. Процессы, описываемые в задаче, можно задать в виде функции, методами математического анализа – решить поставленную задачу, а затем интерпретировать полученные результаты решения с точки зрения медицины.

Проиллюстрируем это на примере изучения темы «Дифференциальные уравнения». Процесс обучения студентов решению дифференциальных уравнений организовывается следующим образом: на примере исследования одной ситуации из предметной области рассматривается построение ее модели – дифференциального уравнения; проводится математический анализ полученной модели – описывается решение полученного дифференциального уравнения; затем иллюстрируется применение этого дифференциального уравнения для рассмотрения различных ситуаций. В качестве примера описывается процесс построения модели пополнения колонии неких бактерий, помещенных в среду, для определения прогноза ее численности.

Пусть $x(t)$ – численность бактерий на начальный момент времени, когда «питания» и «пространства» для каждой бактерии достаточно. Тогда рост численности будет пропорционален начальному количеству бактерий, помещенных в среду:

$$\frac{dx}{dt} = kx,$$

где k – коэффициент пропорциональности.

Появляется простейшая модель ситуации.

С ростом популяции бактерий в среде из-за объективных факторов будет уменьшаться количество новых бактерий. Получаем

$$\frac{dx}{dt} = kx - ax^2.$$

Решением данного дифференциального уравнения будет

$$x(t) = \frac{kx_0 e^{kt}}{k - ax_0(1 - e^{kt})}.$$

Появляется усовершенствованная модель описываемой ситуации.

Следующий шаг – проведение эксперимента, в результате которого подбираются параметры модели (a , k). Для определения параметров проводится серия экспериментов с объектами, и получаются разные значения функции $x(t)$ для разных значений t .

Методом наименьших квадратов строится экспериментальная кривая зависимости функции $x(t)$ по последней формуле. Подбирают оценки a и k , обеспечивающие минимальное отклонение экспериментальных данных от данных, полученных по формуле. Иногда эти значения могут быть взяты из соответствующей литературы.

Полученная модель может использоваться для прогноза численности количества бактерий через определенный промежуток времени.

В процессе обобщения вышесказанного для созданной модели конкретной ситуации выделяются следующие этапы:

- 1) система (объект, процесс, ситуация);
- 2) эксперимент (информация об объекте);
- 3) модель системы;
- 4) изучение модели;
- 5) корректировка модели.

Далее преподаватель вместе со студентами рассматривает различные примеры ситуаций, в которых применяется рассмотренное дифференциальное уравнение $\frac{dx}{dt} = kx$.

Например, это дифференциальное уравнение возникает при моделировании следующих ситуаций: остывание (или нагрев) тела в среде с постоянной температурой; радиоактивный распад; увеличение количества фермента; рост популяции; изолированная колония организмов и т.п.

В процессе решения задач полезно привести примеры, иллюстрирующие исторические предпосылки и факты применения дифференциальных уравнений для исследования и прогнозирования ситуаций. Например, Даниил Бернулли впервые применил дифференциальное исчисление для моделирования развития заболевания оспой; Леонардо Фибоначчи («задача о кроликах» в книге «Liber abacci», 1202 г.) и Роберт Мальтус («Опыт о народонаселении»,

1798 г.) использовали его для моделирования развития биологической популяции.

После рассмотрения этих задач делается вывод: при моделировании различных качественных явлений природы возникает одно и то же дифференциальное уравнение. В процессе анализа преподаватель подчеркивает значимость математики при решении профессиональных задач, далее уточняет характеристики дифференциальных уравнений исходя из специфики рассматриваемых ситуаций. В первых трех ситуациях модель описывает исследуемые процессы с точностью, достаточной как для практических расчетов, так и для качественного описания развития процесса во времени. Эти модели можно использовать при любых начальных данных и на неограниченных промежутках времени. Для оставшихся ситуаций найденный закон носит предположительный характер (вопрос о том, насколько эта модель соответствует реальности, решает экспериментальная проверка). В этих случаях дифференциальное уравнение либо имеет смысл в теоретическом аспекте (например, оно показывает, как развивалась бы система при идеальных условиях – неограниченность ресурсов питания, отсутствие влияния и т.п.), либо описывает динамику искусственно созданной и поддерживаемой системы.

Такой подход к обучению студентов решению дифференциальных уравнений позволяет повысить мотивацию к изучению математики, раскрывает смысл математизации различных наук и значение математического моделирования в процессе будущей профессиональной деятельности и приводит к осознанному изучению данного раздела математического анализа. Изучение других разделов дисциплины (функция, производная, первообразная и т.д.) также осуществляется на основе моделирования.

Аналогичный подход используется в процессе обучения математике студентов нематематических специальностей педагогического вуза. Отличие наблюдается в содержательном компоненте методической системы: задачи подбираются из сферы будущей профессиональной деятельности студентов каждого из факультетов. При таком подходе к обучению математике проявляется прикладной аспект математического знания. Студенты осознают необходимость изучения математических понятий для успешного решения профессиональных задач.

Методическая система подготовки студентов математических факультетов педагогического вуза – будущих учителей математики к использованию моделирования имеет свою специфику. Моделирование в процессе обучения математике в школе имеет два аспекта: 1) содержание, которое должно быть усвоено в процессе обучения; 2) способ познания, которым обучаемые должны овладеть, одно из учебных действий, входящее в состав учебной деятельности. Исходя из этого, будущие учителя математики должны научиться применять моделирование не только при решении задач и при проектировании и конструировании процесса обучения математике, но и в самом процессе обучения в качестве объекта изучения и метода обучения математике [3].

Подготовка будущих учителей математики к использованию моделирования в обучении школьников осуществляется поэтапно. Первый этап (пропедевтический) включает первоначальные сведения о моделировании математических объектов и педагогических ситуаций, полученные в рамках изучения курса информатики, математических, психолого-педагогических дисциплин. Второй этап (мотивационный) предполагает формирование эмоционально-ценностного отношения к моделированию, потребности будущих учителей математики в приобретении знаний и умений по использованию моделирования в профессиональной деятельности. Третий этап (теоретический) содержит знания о моделях, моделировании, видах моделей в обучении математике в школе, этапах моделирования. Четвертый этап (практический) направлен на обуче-

ние студентов использованию моделирования при решении различных математических задач, на формирование умений, необходимых для осуществления моделирования. Пятый этап (компетентностный) предполагает обучение студентов применению моделирования при анализе, проектировании процесса обучения и непосредственно в процессе обучения математике.

Подготовка будущих учителей математики к использованию моделирования осуществляется в ходе изучения дисциплин методического блока в соответствии с описанными этапами [3].

Опыт использования моделирования при решении задач профессиональной направленности в практике работы преподавателей кафедры математики ВГМУ и в процессе подготовки будущих учителей математики преподавателями кафедры теории и методики обучения математике и информатике ВГСПУ позволил сделать вывод об эффективности моделирования в процессе профессиональной подготовки будущих специалистов.

Список литературы

1. Мерлина Н.И., Садыкова А.А. Содержательный компонент подготовки будущих учителей математики к использованию метода моделирования // Ярославский педагогический вестник. 2010. Т. 2. № 3. С. 129–135.
2. Смыковская Т.К. Теоретико-методологические основы проектирования методической системы учителя математики и информатики: Дис. ... д-ра пед. наук. М.: МПГУ, 2000. 313 с.
3. Садыкова А.А. Методика подготовки будущих учителей математики к использованию моделирования в обучении школьников: Дис. ... канд. пед. наук. Н. Новгород: ННГУ, 2010. 223 с.

INSTRUCTIONAL SYSTEM FOR PREPARING STUDENTS TO USE MODELING IN SOLVING MATHEMATICAL PROBLEMS

A.A. Sadykova, M.V. Larina

This paper discusses the role and the potential of modeling in the context of solving professionally oriented problems when teaching mathematics. We also consider the desirability of developing an instructional system for training students to use modeling. The results are described of implementing the instructional system in the practice of teaching students of medical and pedagogical institutions of higher education.

Keywords: modeling, teaching mathematics, instructional system.