УДК 37.0

К. Н. Лунгу

Модернизация математического образования студентов технических вузов

В статье рассматривается вопрос модернизации математической подготовки студентов технического вуза, основанной на организации понимающего усвоения математики, в условиях перехода к компетентностной модели обучения. Понимание математики может быть достигнуто при условии организации деятельности в двухполушарном режиме, опираясь на наглядность и моделировании. При этом содержание должно быть развернуто в виде фундирующих комплексов математических и профессионально прикладных задач.

Ключевые слова: компетентностная модель обучения; понимание как основа ключевых компетенций; технологические задачи и решения; принципы организации понимающего усвоения; фундирование.

K. N. Lungu

Modernization of Mathematical Education of Technical College Students

In the article is regarded the question of modernization of mathematical training of technical college students based on the organization of understanding studying of Mathematics in conditions of transition to a competence model of training. Understanding of Mathematics can be reached under condition of the activity organization in a double-hemisphered mode, relying on presentation and modeling. The contents should be developed in the form of funding complexes of mathematical and professionally applied tasks.

Key words: a competence model of training; understanding as a basis of key competences; technological tasks and solutions; principles of organization of conscious studying; funding.

Концепция модернизации современного вузовского образования предусматривает его содержательное, структурное и процессуальное обновление. Необходимо сделать все возможное для ресурсной обеспеченности образовательной сферы и направлять эти ресурсы на ее эффективное обновление и развитие. В качестве приоритетных целей и задач в концепции модернизации признаны качество, общедоступность и эффективность образования. При этом существенной представляется модернизация профессиональной подготовки выпускников технического вуза, так как от этого зависит нынешнее благосостояние всего народа.

Важнейшей составляющей полноценной подготовки специалиста технического вуза является математическое образование, служащее основой развития научного мышления, формирования профессиональных компетенций. Современный инженер должен свободно ориентироваться в основных математических методах и их использовании, строить и решать математические модели, проводить самостоятельные расчеты, анализировать их и делать правильные выводы. Поэтому формирование профессионального инженера в своей области невозможно без серьезной теоретической математической подготовки.

Нематематические специальности и факультеты появились при классических университетах, при этом в программах вносились компоненты, связанные со специализацией студентов, а математический компонент сохранялся университетский. Затем, на основе этих факультетов образовались технические, экономические, аграрные, сельскохозяйственные и другие вузы с сохранением основного курса высшей математики почти в стандартном виде. Мы согласны с проф. А. Д. Мышкисом в том, что курс математики является неоправданно усложненным, перегруженным неработающим материалом и в то же время бедным по содержанию [1]. Преподаватели, воспитанные в традициях «чистой математики», совершенствуя курс, не всегда интересуются о том, как он будет работать в дальнейшем. Сегодня ориентация на приближение многочленами не отвечает современным требованиям и характеру приближаемой функции. Аппроксимации Паде, приближение рациональными функциями адекватно представляют характер современных процессов (природных, политических и социальных), описываемых лишь мероморфными функциями.

Многие идейно и методически важные для приложений вопросы не изучаются из-за трудности их строгого изложения, а некоторые основные понятия (аппроксимация рациональными функциями, наилучшие приближения, измеримость, суммируемость и т. п.) рассматриваются не в том контексте и тех аспектах, в каких они в дальнейшем должны применяться; вместо убедительного объяснения сущности объектов, явлений, процессов, фактов и методов стремятся к формальной строгости изложения, которая все равно не достигается и не понадобится. Во избежание недоразумений, заметим, что математика для инженера должна быть ориентирована больше на убедительность и понимание, чем на строгость.

Например, метод подбора частного решения линейного неоднородного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами со специальной правой частью может быть установлен и понят самими студентами, не прибегая к теоремам или специальным указаниям.

Сейчас методика обучения математике переживает достаточно сложный период: сокращается число часов на обучение математике, изменяются общие цели образования, разрабатываются новые учебные планы, рабочие программы, особые подходы к отбору содержания, методов, средств и форм обучения. Особое место должна занимать интеграция не только с точки зрения содержательных взаимосвязей между учебными предметами, но и с точки зрения использования методов и приемов учебной деятельности. Компетентностная модель должна быть ориентирована на понимание, понимающее усвоение математики, на повышение способности и готовности к ее применению.

Понимание – это способность и умение дать определение данного учебного элемента, выявить его признаки и свойства, устанавливать содержательные, структурные и логические связи с другими учебными элементами. Понимание – это способность устанавливать связь между элементами собственного знания, которая выступает как высшая форма знания. Из этого определения следует, что понимание невозможно, недостижимо без определенной суммы знаний, ибо оно должно эти знания структурировать, связать и упорядочить. Представляется адекватной формула: **компетентность = понимание + опыт.**

Современная методика преподавания математики должна быть ориентирована на понимание, понимающее усвоение. Понимающее усвоение математики должно обеспечивать: 1) постижение сущности математических объектов, явлений, процессов и методов; 2) установление содержательных, системных и логических связей между математическими объектами; 3) перевод математического содержания на разные языки представления (вербальный, знаково-символический, наглядный и деятельностный); 4) прочность усвоенного математического содержания, включая его знаково-символическое представление, методы и приемы его преобразования; 5) целостность и единство математики как науки, направленность усвоения на приобретение личностного опыта применения математики в конкретных ситуациях как в учебной, так и в практической деятельности.

Понимание математического материала достигается в проблемных лекциях и практических занятиях, в групповой работе студентов, когда новый метод, прием открывается самим студентом. Например, равенства вида:

$$\int e^{ax} P_n(x)dx = e^{ax}\widetilde{P}_n(x) + C,$$

$$\int e^{ax}(P_n(x)\cos bx + Q_m(x)\sin bx)dx = e^{ax}(\widetilde{P}_n(x)\cos bx + \widetilde{Q}_n(x)\sin bx)+\text{C}.$$

и др., выражающие суть метода неопределенных коэффициентов (МНК), и заменяющий сложный метод интегрирования по частям, являются результатом наблюдений студентов за операцией дифференцирования соответствующих выражений.

Практика показывают, что вербальное описание учебного материала малоэффективно, ввиду сложности его последовательной логической организации, которая нуждается в опорных схемах и сигналах. Задача осложняется тем, что переработка информации происходит в одноканальном режиме, то есть осознание человеком своих умственных действий и управляющего ими логико-психологического механизма затруднено. Поэтому эффективным средством понимания математических объектов является наглядность и моделирование.

Наглядность фиксирует внимание на изучаемый объект, вызывает интерес к его познанию, способствует активности субъекта. Наглядность – это специфическая особенность образов объектов, которые создает человек в процессе познания, показатель простоты и понятности того психического образа, который он формирует в результате его непосредственного или опосредованного познания.

Когда человеку дается вербальное описание, оно преобразуется в образное за счет внутренней работы мозга, на что затрачивается изрядное количество умственной энергии. Когда же информация дается наглядно, в готовом виде, мозг активизирует процесс обработки информации, поскольку это происходит не только за счет внутренних ресурсов. В этом состоит естественная деятельность мозга в двухполушарном режиме.

Одной из главных целей обучения математике студентов технического вуза является формирование у них потребности в профессионально-ориентированных математических знаниях, и, что также важно, студент должен быть уверен в том, что он получает знания, необходимые для будущей его работы, а в идеале, быть уверен еще и в том, что ему в вузе понадобятся те знания, которые он получил в школе. Вместе с тем именно последнее условие иногда нарушается. Анализ проблемы преемственности обучения математике в вузе показывает, что в вузовской математике заново создается преобразовательный, вычислительный аппарат, который считается усвоенным в средней школе.

Происходит это по причине линейной схемы построения теоретического знания, тогда как содержание математического образования должно рассматриваться как целостная система знаний, умений, навыков, алгоритмов и методов, представляющих собой необходимое фундирование школьного математического содержания [2].

Фундирование – это единственное средство и естественный механизм развития качеств личности, опираясь на поэтапное расширение и углубление школьных базовых знаний, умений и навыков. Содержание математического образования должно развертываться по спирали и представлять собой целостную систему фундирующих комплексов математических и профессионально ориентированных задач.

Содержание должно строиться на модульной основе, на принципах фундирования и укрупнения дидактических единиц, повышая роль интеграции учебных элементов и самостоятельной деятельности студентов. Например, укрупненный, интегрированный модуль «Числовые последовательности и ряды» обеспечивает лучшее понимание обоих математических объектов, а также их взаимосвязь и взаимозависимость. При этом становится понятным такое понятие, как «скорость сходимости» ряда и последовательности, имеющее большое значение в выборе оптимального метода аппроксимации. Говоря о представлении последовательности в разных формах (явно, неявно, рекуррентно), становятся естественными некоторые базовые математические и практические задачи, в частности, задача суммирования многочленов, равносильная задаче составления общего члена последовательности, заданной рекуррентно: $a_{n+1} - a_n = P_m(n)$, $n \in N$, где в правой части стоит многочлен данной степени *m*. Общая задача суммирования имеет большое прикладное значение, поскольку моделирует накопительные процессы в экономике, физике, технике, геологии и др. Эта задача имеет и теоретическое значение и является объектом изучения разностных и дифференциальных уравнений. Для случая $a_{n+1} - a_n = n^m$ задача решена в рекуррентном виде [3] (см., также [4], где для решения задачи привлекаются специальные факториальные многочлены), а в конечном виде решена автором (см., напр. [5]). Сейчас эта задача внесена в типовых расчетах для студентов технических специальностей и факультета прикладной математики, ее решение представляет собой истинное фундирование в линии МНК [6] .

Представление содержания образования в виде укрупненных модулей представляет собой нетривиальную методическую и технологическую задачу. Многие проблемы решаются на стыке разных научных направлений, поэтому синтез и кооперация взглядов, методов и идей представляет форму нелинейного мышления [7], они способствуют решению любой практической задачи. Идеи укрупнения дидактических единиц, фузионизма, формирования универсальных, сквозных математических умений, методических линий можно реализовать в разных математических дисциплинах (алгебра и геометрия, дифференциальное и интегральное исчислении, дифференциальные уравнения, теория вероятностей и математическая статистика, теории функций комплексной переменной и др.).

Уменьшение количества часов на математику очевидным образом усложняет проблему усвоения материала, поскольку ему уделяется меньше времени и внимания и никакая самостоятельная работа не может обеспечить необходимую глубину и полноту усвоения. На этом пути мы видим методическую неизбежность и возможность использования сквозных задач, то есть общих задач в разных разделах математики, решения взаимообратных задач, а также составления задач самими студентами.

Это открывает широкие возможности оптимизации и технологизации процесса обучения, используя идею применения «сквозных задач». Например, в разделе «Интегральное исчисление» можно брать интегралы, от специальных рациональных, специальных, тригонометрических, показательных, логарифмических выражений, разложения которых в виде простейших дробей основаны на решении линейных систем, использованных в «Линейной алгебре». Так можно использовать одну математическую модель в разных математических разделах (метод наименьших квадратов в «Функции многих переменных» и «Статистике» и др.). При этом опору нужно сделать на механизмы фундирования соответствующих знаний, умений, навыков, личного опыта, компетенций.

Это, в частности, способствует формированию представления о единстве и целостности математики, иначе создается впечатление о ней, как о наборе дисциплин, разделов, тем, в которых трудно найти метод решения конкретной практической задачи. При этом основное внимание следует уделять решению профессионально-прикладных задач (вычисление определенных интегралов, возникающих в конкретных практических ситуациях, приводящих к вычислению площади, объема, силы, работы, моментов силы, энергии, потенциала, емкости и т. д. и т. п.).

Кроме этого имеет смысл использовать технологические задачи и технологические решения. Технологической называем задачу, содержащую много действий, выполняемых «методом аналогий». В аналитической геометрии целесообразно решить одну задачу на вычисление длин сторон треугольника, величин углов, его площади, составлении уравнений сторон, высот, биссектрис, медиан и т. д. и т. п.

Приемы табличного интегрирования формируются, понимаются, закрепляются, запоминаются на так называемых технологических задачах типа:

$$\int\left(\frac{\cos^2 x}{\sqrt{1+x^2}}-\frac{2x^2+\sin 2x}{\sqrt{x^2+1}}-(2^{3x}-\ln x+tg3x-xe^{-4x})\sqrt{x^2+1}\right)\frac{dx}{\sqrt{1+x^2}}$$

Технологическим называем решение, использующее минимальное число действий и знаков равенства. Например, предыдущий интеграл следует брать, используя непрерывность (запись «в строчку») решения и не более двух знаков равенства. Особое внимание стоит уделять свернутости действий, компактности выражений, сопровождению всех действий речью, что способствует пониманию и запоминанию формул и приемов действия (мышление поддерживает речь, а речь развивает мышление). Запоминанию формул способствует «метод выделения фигуры на фоне». В качестве фигуры обычно выделяется то, что имеет смысл, связано с прошлым опытом человека. Человек предпочитает осознавать то, что ранее видел. Закон последействия фигуры и фона гласит (В. М. Аллахвердов, [8]): то, что однажды человек воспринял как фигуру, имеет тенденцию к повторному выделению в качестве фигуры. Опыт, полученный студентом при дифференцировании выражений должен быть фундирован в процессе деятельности по интегрированию и служить надежной основой для формирования «интегральных фигур», в приведенном примере фигур – дифференциалов.

Для эффективного воплощения в практику понимающего усвоения студентов технических вузов необходим единый взгляд на математику, ее преподавание и учение. Осуществление этого единства составляет важный элемент нашей концепции обучения математике:

1) математика для инженера – это ее понимание;

2) обучать математике – значит систематически побуждать обучающихся к открытию собственных путей понимания;

3) диалогичное обучение математике с оперативной обратной связью является главным и незаменимым средством развития мыслительных способностей, нравственного воспитания и обучения науке индивидуальной свободы.

Смысл этих тезисов ясен: главным в обучении пониманию математики должно быть создание условий для поиска средств понимания математических понятий, правил, законов, связей. Это обязывает преподавателя разрабатывать специальные стратегии «не сообщить все», а формировать у студентов потребность в поиске истины посредством понимания, достигаемое на основании определенного объема знаний, которые необходимо углублять, обобщать, расширять и воспитывать у них желание находить все самостоятельно. Для этого нужно постоянно задавать вопросы: Что? Как? Почему? Откуда?

Основными принципами обучения пониманию математики являются:

1) принцип творчества – лучше самому открывать, чем слушать других;

2) принцип убеждения – лучше самому обосновать, чем верить другим;

3) принцип единства теории и практики при решении задач;

4) принцип природосообразности и доступности в обучении и учении, соблюдая логику, убедительность, точные математические определения и формулировки теорем;

5) принцип адекватной значимости разных форм представления математической информации;

6) принцип понимания и получения удовольствия от математической деятельности.

Основная стратегия организации понимания – стратегия общения. Общение определяет особое пространство, в котором преподаватель и студент проявляют свою индивидуальность, происходит их личностное развитие. Эффективное общение может реализоваться только путем диалога. Диалог – это суть подлинный и естественный способ существования человека в позиции творца и исполнителя.

«Диалогичность – один из принципов стиля нового педагогического мышления, следование которому предполагает обмен знаниями и личностными смыслами. Совместный поиск, способный стать взаимным учением, основой сотворчества участников образовательного процесса» ([9], стр. 51). Организация диалогических отношений требует установку на поиск и решение задач интересных для студента и преподавателя.

Библиографический список:

1. Аллахвердов, В. М. и др. Психология [Текст] / В. М. Аллахвердов. – М. : «Проспект», 2004.
2. Гельфонд, А. О. Исчисление конечных разностей [Текст] / А. О. Гельфонд. – М., «Наука», 1967.
3. Лунгу, К. Н. Об одном способе суммирования многочленов [Текст] / К. Н. Лунгу // Математика в школе. – № 6. – 2009. – С. 48–51.
4. Лунгу, К. Н. Систематизация приемов учебной деятельности студентов при обучении математике студентов [Текст] / К. Н. Лунгу. – URSS, 2010.
5. Михеев, В. И., Лунгу К. Н. Проблемы формирования нелинейного мышления учащихся и студентов в эпоху информатизации [Текст] / В. И. Михеев, К. Н. Лунгу // Вестник РУДН, Серия «Фундаментальное естественнонаучное образование». – М. : РУДН, 2006, – С. 79–86.
6. Мышкис, А. Д. О преподавании математики прикладникам [Текст] / А. Д. Мышкис // Образование в техническом вузе в XXI веке. – 2009. – Выпуск 5. – С. 123–130.
7. Новоселов, С. И. Специальный курс элементарной алгебры [Текст] / С. И. Новоселов. – М. : Советская наука, 1951.
8. Подготовка учителя математики: инновационные подходы [Текст] : учебное пособие / под редакцией профессора В. Д. Шадрикова. – М. : Гардарики, 2002.
9. Сенько, Ю. В., Фроловская, М. Н. Педагогика понимания [Текст] / Ю. В. Сенько, М. Н. Фроловская. – М. : Дрофа, 2007.