

УДК 51(07)

Н.Ф. ПЕСТОВА, Э.Н. ПОДСКРЕБКО, Л.А. КАН

ТРАДИЦИИ И НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В МЕТОДИКЕ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

В статье отмечаются наиболее существенные особенности преподавания курса высшей математики, сложившиеся на кафедре ВМ ТПУ. Многолетний опыт чтения лекций, проведения практических занятий, организации самостоятельной работы в последние два десятилетия обогатился применением новых информационных технологий. Авторы делятся своим опытом чтения лекций в аудитории с обратной связью и об организации самостоятельной работы студентов с помощью автоматизированных учебных курсов и электронного учебного пособия.

Устойчивые традиции организации учебного процесса сложились на кафедре высшей математики в период 1945 – 1970 гг., когда ею заведовал профессор Сергей Павлович Кузнецов. На кафедре были четко разработаны основные требования, которыми должен был руководствоваться каждый преподаватель при подготовке и проведении лекции и практического занятия. Отметим некоторые из них.

1. Излагать материал на лекции рекомендовалось последовательно, подробно, доступно, с необходимыми доказательствами, помня, что начинающему студенту изучать высшую математику по учебнику достаточно сложно. Если лекция содержит только готовые формулы и рецептурные правила, то в памяти студентов в самый короткий срок ничего не останется от математики.

2. На практическом занятии обязательные структурные элементы – разбор типового примера у доски и самостоятельное решение задач студентами в течение второго часа занятий. По каждой теме курса математики был составлен и доведен до студентов обязательный минимум особо значимых задач, аналогичные которым включались в контрольные работы и экзаменационные билеты.

3. Качество проведения занятий постоянно контролировалось путем посещения их заведующим кафедрой и ведущими лекторами. На заседании кафедры проводились неформальные обсуждения занятий с подробным и строгим разбором работы преподавателя. Эти обсуждения были хорошей школой для всех преподавателей, особенно для начинающих. Прислушиваясь к дельным замечаниям С. П. Кузнецова и своих коллег, каждый преподаватель критически оценивал свой личный опыт, обдумывал всякий раз, какие приемы следует сохранить, а от каких отказаться.

4. Систематически проводились методические семинары с обзором публикаций по вопросам преподавания математики, с докладами преподавателей по содержанию и методике чтения лекций, проведению практических занятий, организации самостоятельной работы.

На своей кафедре Сергей Павлович создал сплоченный и дружный коллектив единомышленников, увлеченно и творчески относящихся к преподаванию математики. Среди его верных соратников можно назвать таких выдающихся педагогов, как Лидия Семеновна Шерстнева, Маремьяна Васильевна Самойлова, Лидия Васильевна Шагарова, Тамара Артемьевна Луковская, Антонина Павловна Филиппова, Муся Израилевна Монарх, Иван Кузьмич Батраков, Ростислав Петрович Дячук, Галина Петровна Сергеева, Василий Иванович Матвеевко и многие другие. Их студенты с благодарностью вспоминают своих знающих, требовательных и внимательных преподавателей.

В последующие годы на кафедре продолжали развиваться указанные традиционные направления и появились новые разнообразные формы методической работы.

К устоявшимся направлениям методической работы кафедры отнесем посещение занятий с последующим обсуждением, совершенствование организации самостоятельной работы студентов, издательскую деятельность, работу общекафедрального и научно-методического семинаров.

Знакомство с опытом коллег способствовало росту профессионального мастерства преподавателей. Ранее ежегодно проводилось 4 – 6 открытых лекций и практических занятий и значительное число контрольных посещений и взаимопосещений. Так, в 1979 г. – открытая лекция И. К. Батракова «Дифференциальные уравнения первого порядка». Грамотная математическая речь, логичное спокойное изложение материала, хороший темп, интересные примеры, временами вопросы к студентам. Лекция П. В. Бозрикова «Уравнения высшего порядка, допускающие пони-

жение порядка» построена в форме оживленного рассказа. Лектор увлечен сам и часто обращается к студентам за поддержкой, не упускает случая привлечь их к самостоятельному размышлению. Яркое практическое занятие Г. П. Сергеевой «Непосредственное интегрирование». Преподаватель владеет разнообразными способами разъяснения одного и того же метода, путем серии наводящих вопросов («Что вы хотите иметь?», «Как этого добиться?», «Нет ли чего-нибудь знакомого?» и т. д.) подводит студентов к необходимому ответу, помогает им напряженно думать, аргументировать, объяснять свои попытки решения.

На лекции и практическом занятии у творчески работающего преподавателя всегда есть интересные методические находки. Так, Л.А.Беломестных с первых шагов своей преподавательской деятельности не упускает случая рассказать студентам об истории возникновения математических понятий и методов, о судьбах выдающихся ученых. Не случайно на ее лекциях студенты всегда внимательны, слушают с интересом и активно работают. Многие преподаватели при изложении материала привлекают доступные слушателям примеры из приложений математики (И.А.Цехановский, Е.Н.Некряч и др.)

Невозможно в кратком обзоре рассказать о колоссальном опыте, накопленном преподавателями кафедры, и об их творческом подходе к делу.

Увы, кроме блестящих примеров педагогического мастерства выявлялись при посещении занятий и случаи неподготовленности преподавателя к занятию, неумение самому решить пример из домашнего задания, отсутствие плана проведения занятия, подбор («придумывание») примеров по ходу занятия, которые оказывались либо слишком простыми, либо слишком громоздкими. Как следствие некомпетентности преподавателя – грубое одергивание студента, обратившегося с вопросом, неуважительные, резкие реплики.

Но большинство занятий демонстрировало, что студенты в надежных и умелых руках, в группах на практических занятиях и в потоках на лекциях царит деловое настроение, преподаватели находятся в постоянном поиске эффективных методических приемов и способов разбудить и развить творческую активность студента.

На заседаниях методического семинара систематически делались сообщения с обсуждением методики чтения лекций, проведения практических занятий, организации самостоятельной работы. С докладами выступали не только преподаватели кафедры, но и сотрудники кафедр математики вузов города (проф. ТГУ М. Р. Куваев, проф. ТУСУРа Л. И. Магазинников и др.).

Коллектив кафедры не ограничивался изучением только собственного опыта. На методическом семинаре заслушивались обзоры содержания сборников научно-методических статей «Проблемы преподавания математики в вузе», журналов «Математика в школе», «Вестник высшей школы». Проведены серии докладов по таким книгам, как «Математика и правдоподобные рассуждения» и «Математическое открытие» Д. Пойа, «Мысли о современной математике и ее изучении» Л. Д. Кудрявцева, «Элементарная математика с точки зрения высшей» Ф. Клейна и др.

Постоянный интерес к вопросам методики математики способствовал созданию новых форм организации самостоятельной работы студентов, повышению качества проводимых занятий. Преподаватели кафедры применяют разнообразные способы контроля знаний студентов: контрольные работы на 2 часа, самостоятельные работы (от 20 минут до часа), теоретические коллоквиумы, письменный опрос по теории, математические диктанты, индивидуальные задания, выполняемые на практическом занятии, типовые расчеты. Создан фонд индивидуальных заданий по всем разделам математики, выдаются студентам и индивидуальные задания, изданные для студентов МЭИ, других московских, новосибирских и томских вузов.

К новым направлениям методической работы можно отнести следующие:

- проведение студенческих конференций на первом и втором курсах с докладами, посвященными дополнительным к программе, более глубоким, вопросам математики, истории математики, применению математических методов в естественных и общественных науках;
- выявление межпредметных связей, формулировка целевых установок курса математики, уточнение уровня применения математики в смежных и специальных дисциплинах;
- проверка качества усвоения математики студентами в процессе изучения математики (1, 2 курсы) и на старших курсах, когда преподавание математики нашей кафедрой закончено и математические знания остаются востребованными (в разной степени) в дисциплинах специальности.

Последнее направление появилось и стало активно развиваться с 1984 г. В сентябре 1984 г. по предложению государственной инспекции Минвуза РСФСР были составлены контрольные задания для проверки знаний по высшей математике у студентов, закончивших изучение общего курса математики. Всего было составлено 105 вариантов по 3 задачи в каждом. В составлении вариантов принимали участие Р. П. Дячук, В. К. Барышева, Л. А. Беломестных и др. Проверка планировалась на 15 минут. Задание состояло из трех задач, ориентированных на а) выяснение знания основных понятий курса, их свойств, б) проверку умения следовать заданному алгоритму и степени сформированности вычислительных навыков, в) выявление уровня математической культуры.

Воспользовавшись составленными вариантами, кафедра неоднократно в течение 10 лет проводила проверку знаний по математике студентов различных курсов. Анализ проведенной работы по проверке математических знаний привел к выводу о ее необходимости, так как, во-первых, проверка знаний математики у студентов, окончивших изучение курса, является стимулом дальнейшего совершенствования содержания и методики преподавания курса математики; во-вторых, отражает уровень применения математических методов в смежных и специальных дисциплинах; в-третьих, воспитывает у студентов ответственное отношение к математике как к фундаменту их образования и общей культуры.

Приобретенный опыт был успешно использован при составлении новых комплектов заданий, ориентированных на подготовку студентов к аккредитации ТПИ.

В 1996 – 1998 гг. работа по совершенствованию заданий продолжалась (руководитель – А.А.Лучинин), в 1998 г. было издано учебное пособие «Высшая математика. Материалы по подготовке к экзамену на степень магистра и бакалавра».

Методическая мысль кафедры не осталась в стороне от инноваций, которые были внесены в учебный процесс новыми компьютерными технологиями. Практически сразу после появления доступных ЭВМ начались попытки их использования в сфере образования.

В 1983/84 учебном году в Томском политехническом университете начала действовать автоматизированная система управления познавательной деятельностью студентов на лекции (АСУ ПДС «Лекция»).

Для чтения лекций по новой технологии была подготовлена лекционная аудитория № 323 8-го корпуса, оборудованная пультом управления и экраном лектора, телевизионной системой для предъявления иллюстративных материалов и тестов, а также терминалами студентов. Система обратной связи позволяла проводить учет присутствующих на лекции, оперативно обрабатывать результаты тестирования, выводить их на экран преподавателя, посылала на терминал каждого учащегося сообщение о правильности его ответа на предъявленный тест («прав», «неправ»).

С 1983 г. группа опытных преподавателей приступила к систематической разработке методического обеспечения лекционных занятий. Энтузиастами нового дела стали Л.А.Беломестных, Г.А.Кошельская, Т.В.Тарбокова и авторы этой статьи, а также Г.П.Сергеева – преподаватель кафедры ВМ-2.

Нельзя не упомянуть и первопроходца в деле освоения новой учебной технологии, заведующего кафедрой высшей математики ТУСУРа Л.И.Магазинникова, оказавшего существенную поддержку начинающему коллективу.

Методическая подготовка материалов лекции предполагала его тщательный отбор и структурирование – формирование методических блоков, а также составление тестов – той части методического обеспечения, которая позволяла организовать обратную связь на лекции. Так, уже к первому чтению курса математического анализа было подготовлено 800 тестов.

Лекция в аудитории с обратной связью обрела новую структуру: информационное изложение части нового материала, предъявление тестов по этому материалу, обсуждение результатов тестирования.

Предъявление тестов преследовало самые различные дидактические задачи: создание проблемной ситуации, иллюстрацию изложенного материала, повторение ранее изученного материала, освоение приемов познавательной деятельности.

Основная задача управления познавательной деятельностью на лекции состояла в достижении заданного уровня усвоения материала проведением серии тестирований с помощью тестов, ориентированных на применение одного элемента знания.

Изменился характер учебного процесса на лекции, отчетливо проявились черты самостоятельной и индивидуальной деятельности обучающихся: возможность обдумать проблему и найти ее решение, ответить на вопрос и суметь обосновать свой ответ при последующем обсуждении.

Коррекция знаний обучаемых осуществлялась в большинстве случаев в процессе их коллективной деятельности. Студент, правильно ответивший на вопрос, аргументировал свое решение, остальные в это время сравнивали свой ответ с эталонным, тем самым своевременно исправляя допущенные ошибки, получали возможность продолжить изучение нового материала. Располагая оценкой рабочего состояния аудитории, оперативно корректировал свою деятельность и преподаватель. Влияли на ход лекции и сами обучаемые, например, высказывая предложения о прекращении или продолжении тестирования.

Телевизионные экраны, смонтированные в аудитории, позволяли значительно улучшить уровень наглядности используемых методических материалов. Появилась возможность предъявлять качественно выполненные чертежи, рисунки, схемы, таблицы, портреты, заранее заготовленные цитаты и изречения.

Новые возможности лекционной аудитории позволили изменить характер педагогического процесса на лекции и существенно повысить его эффективность.

В осеннем семестре 1986/87 учебного года лабораторией АСУ, кафедрой ВМ Томского политехнического института при участии кафедры педагогики и педагогической психологии МГУ был проведен эксперимент по сопоставлению работы студентов на лекциях в аудитории, оборудованной АСУ ПДС «Лекция», и на лекциях, читаемых традиционным способом. Результаты экзаменов по математическому анализу в экспериментальных и контрольных потоках лекторов Н.Ф.Пестовой, Л.А.Кан и Т.В.Тарбоковой показали, что максимальное повышение уровня абсолютной успеваемости составило 7 %, а уровня качества – 24%. С помощью анонимного анкетирования было изучено мнение студентов по поводу обратной связи на лекции, подтвердившее заинтересованное отношение к новому способу чтения лекций у большинства обучаемых.

Все последующие годы кафедра активно работала в направлении развития и углубления методического обеспечения курсов математики, читаемых в аудитории с обратной связью.

В год 100-летия института системой обратной связи была оборудована аудитория № 227 главного корпуса. К перечисленным ранее особенностям аудитории добавилась возможность предъявлять демонстрационные модели. Были сформированы именные банки тестов лекторов, работающих по новой технологии, которые ежегодно обновлялись и расширялись. На основе наработанных материалов были составлены и опубликованы методические пособия, содержащие упорядоченные наборы тестов для самостоятельного, целенаправленного осмысления учебного материала. Среди них: «Введение в анализ» и «Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных» (авторы Н.Ф.Пестова, Э.Н.Подскребко), «Дифференциальные уравнения первого порядка» (автор Л.А.Кан), «Неопределенный интеграл» (автор Н.Ф.Пестова), «Дифференциальное исчисление функций одной переменной» (авторы Л.А.Кан, Н.Ф.Пестова, Э.Н.Подскребко).

Изменилась качественная сторона организации и представления учебного материала. Были введены в рассмотрение структурно-логические схемы, отражающие последовательность и уровень глубины изучаемого материала.

Совместно с лабораторией новых информационных технологий в образовании (НИТО) были разработаны демонстрационные и интерактивные модели, используемые при чтении лекций в специализированной аудитории. Среди них «Нахождение объема тела по площади поперечного сечения» (автор Н.Ф.Пестова), «Геометрический смысл частных производных» (автор Э. Н.Подскребко), «Понятие двойного интеграла» (автор Л.А.Кан) и т. д.

Деятельность преподавателей кафедры ВМ была направлена на возможность использования технических средств для интенсификации практических занятий по математике. Проблема изыскания наиболее эффективного способа проведения практических занятий и организации самостоятельной работы студентов назрела в связи с сокращением числа часов (до 25 – 30 %), отводимых на обязательные аудиторские занятия, и увеличением доли самостоятельной работы студентов.

С февраля 1989 г. группа преподавателей кафедры ВМ начала проводить практические занятия в классах, оснащенных ПЭВМ ДВК-3. На базе инструментальной системы «РАКУРС» были созданы первые 15 автоматизированных учебных курсов (АУКов), необходимых для занятий по материалу второго и четвертого семестров факультета АВТ. В создании первых автоматизированных учебных курсов принимали участие авторы этой статьи, а также преподаватели Г.А.Кошельская, Т. В.Тарбокова и операторы – сотрудники лаборатории НИТО.

Условия для преподавателей и операторов были весьма жесткими: надо было через каждые две недели запустить новый курс к очередному занятию по расписанию для каждого преподавателя.

При создании автоматизированных учебных курсов мы придерживались следующих принципов.

1. Сохранить накопленный опыт преподавания математики.
2. Обогащить сложившуюся традиционную методику подачи информации, организации практического занятия, самостоятельной работы и контроля, используя возможности компьютера.

3. Сохранить принципы теории обучения:

- научности;
- систематичности и последовательности;
- доступности;
- наглядности;
- сознательности и активности;
- индивидуального подхода;
- воспитания.

Следуя исторически сложившимся традициям обучения, в каждый раздел автоматизированного учебного курса включены следующие элементы:

- изложение теоретического материала;
- самостоятельная работа студентов;
- контрольное задание по изученной теме.

Отметим некоторые, на наш взгляд, положительные качества, присущие действующим автоматизированным учебным курсам.

1. Диалоговая форма предъявления материала. Задачи, подобранные для иллюстрации изложения нового материала, стимулируют неспешную беседу преподавателя со студентом. Подготовленные цепочки наводящих вопросов способствуют всестороннему изучению излагаемого понятия, предлагают не просто потренироваться в решении задач, но и привлечь внимание к некоторым особенностям приемов, методов, границам их применимости.

2. Индивидуализация обучения. В зависимости от введенного студентом ответа предлагаются разнообразные варианты обучения, ориентированные на способности и знания конкретного студента.

3. Обучение сопровождается доброжелательным вниманием к обучаемому. При прохождении курса приводятся реплики, высказывающие одобрение по поводу успешной работы или сочувствие, поддержка в случае неудачи.

В студенческих группах, занимавшихся в компьютерном классе, неоднократно проводилось анонимное анкетирование. Результаты анкетирования показали, что предложенная обучаемым форма работы с автоматизированными учебными курсами нравится студентам.

К числу привлекательных особенностей таких занятий, высказанных студентами, можно отнести следующие:

- элемент новизны формы занятия;
- возможность видеть итог своей работы;
- возможность у студента работать в своем темпе;
- обязательное решение каждого задания каждым обучаемым;
- АУК помогает студенту неформально усвоить материал, а также выработать собственные умения и навыки при решении задач и упражнений.

Положительный отзыв студентов об автоматизированных учебных курсах, а также поиск новых путей совершенствования организации учебного процесса, направленных на формирование познавательного интереса у обучаемых, на воспитание положительной мотивации к изучаемой дисциплине, стимулировали продолжение работы над созданием новых учебных курсов.

Этому способствовало также появление новых типов компьютеров и инструментальной системы «АДОНИС».

К концу 1993 г. были созданы 64 автоматизированных учебных курса по различным разделам и темам дисциплины «Высшая математика». В создании курсов принимали участие Н.Ф.Пестова (15 АУКов), Э.Н.Подскребко (10), Л.А.Кан (15), Г.А.Кошельская (9), Т.В.Тарбокова (8), Е.Т.Ивлев (3), А.М.Сухотин (2), К.П.Арефьев (1), Ю.И.Галанов (1).

Все курсы автоматизированы сотрудниками лаборатории НИТО.

Разработанные АУКи вот уже более 10 лет используются преподавателями ВМ в обучении студентов факультетов АВТ, МС, ГРН, АЭЭ в различных целях:

- повторение школьного курса математики;

- закрепление пройденной темы;
- организация самостоятельной работы студентов над материалом, не читаемым на лекции;
- углубленное изучение отдельной темы.

В 1999 г. подготовлены к эксплуатации качественно новые автоматизированные учебные курсы в составе электронного учебного пособия (ЭУП) по материалу первого семестра обучения студентов в технических вузах: «Введение в математический анализ» (автор Н.Ф.Пестова), «Векторная алгебра и аналитическая геометрия» (автор Э.Н.Подскребко), «Линейная алгебра» (автор Л.А.Кан), созданные на базе инструментальной системы «ToolBook».

Электронное пособие предназначено для студентов очной и заочной форм обучения, впервые приступающих к изучению курса высшей математики.

Основными структурными элементами ЭУП являются:

- 1) теоретическая часть: а) определения, формулировки теорем и доказательства некоторых из них, б) формулы и краткое пояснение теории, в) разбор решения типовых примеров;
- 2) упражнения и тесты, предлагаемые для реализации следующих целей: а) организация мышления над границами применения изучаемого метода, б) логический анализ понятий, в) иллюстрация теоретического материала на конкретных примерах, г) выработка первоначальных навыков исследования и решения задач по теме, д) самоконтроль;
- 3) материалы, обеспечивающие наглядность изложения курса и достижение более высокого уровня понимания теории: а) структурно-логическая схема раздела, б) чертежи, в) таблицы, г) схемы, д) мультипликация, е) видеофрагменты, ж) портреты ученых.

Наличие демонстрационных и интерактивных моделей, «оживление» материала абстрактного характера помогают студентам создать более четкое представление об изучаемом понятии, проверить свое пространственное воображение.

Одной из существенных отличительных особенностей ЭУП является свобода выбора студентом пути изучения раздела.

Обучаемый может не только начать прохождение материала с любой темы, содержащейся в структурно-логической схеме, но и «листать» пособие по кадрам «вперед – назад», как книгу.

В случае необходимости студент может обратиться к ранее изученному материалу с помощью ключевых слов, выделенных в тексте кадра цветом.

В настоящее время при чтении лекций в аудиториях, оснащенных телевизионными экранами, используются фрагменты электронных пособий – качественные иллюстративные материалы, чертежи, рисунки, схемы, таблицы, портреты, демонстрационные и интерактивные модели, исторические справки, готовые последовательности тестов, позволяющие организовать учебную деятельность.

Сочетание глубокой методической проработки материала и новых информационных технологий позволило поднять лекции и самостоятельную работу студентов на качественно более высокий уровень.

Созданный фонд автоматизированных учебных курсов неоднократно обсуждался на городском методическом бюро и семинарах объединения преподавателей математики вузов г. Томска и получил одобрение коллег. Доклады, посвященные новым направлениям в методике преподавания математики, были сделаны на многих всероссийских, всесоюзных и международных конференциях и семинарах в Москве, Минске, Петербурге, Киеве, Севастополе, Самаре, Саратове, Абакане и других городах.

Новые возможности в преподавании математики всегда вызывали неизменный доброжелательный интерес слушателей.