

Информационные технологии в обучении математике студентов технических специальностей

А.П. Мателенок

Учреждение образования «Полоцкий государственный университет»

Проблема повышения качества обучения студентов в вузе является одной из важнейших в национальной системе образования. Информационные технологии и применение систем компьютерной алгебры становятся необходимой основой для совершенствования процесса обучения курсу «Математика». В статье рассматривается применение в рамках традиционной системы обучения мультимедийных технологий, презентаций с использованием средства Microsoft Power Point; компьютерных математических пакетов MathCAD, Maple. Выделены дидактические преимущества и возможности этих средств обучения. Показана необходимость корректировки содержания курса «Математика» через использование современных информационных технологий. Опыт и экспериментальные исследования показывают, что их применение способствует усилению базового и прикладного уровней усвоения фундаментальных математических знаний, умений и навыков студентов технических специальностей, формированию навыков применения полученных фундаментальных знаний при решении задач, в том числе и прикладных, осуществлению индивидуального подхода к темпу обучения каждого студента.

Ключевые слова: информационные технологии, мультимедийные технологии, компьютерные математические пакеты, методические средства, самостоятельная работа студентов.

Information technologies in teaching Mathematics to Engineering students

A.P. Matalenok

Educational establishment «Polotsk State University»

The problem of teaching quality improvement of university students is one of the most important in the national educational system. Information technology and the use of computer algebra systems are becoming an essential basis for the perfection of teaching the course of Mathematics. The article deals with the application of multimedia as well as presentations using Microsoft Power Point, MathCAD, Maple in the traditional educational system. Didactic advantages and possibilities of these teaching tools have been pointed out. The necessity of adjustment the content of the course of Mathematics to the use of modern information technology is indicated. The experience and experimental investigations show that their use helps engineering students to enhance their basic and applied levels of fundamental mathematic knowledge, skills and practices mastering, to form the skills of the received knowledge application in problem solving, including applied ones, implementation of individual approach to the learning pace of each student.

Key words: information technology, multimedia technology, computer Maths packages, methodological tools, self-study.

В программе комплексной информатизации системы образования Республики Беларусь на 2007–2010 гг. [1], подчеркнуто, что для повышения качества образования и обеспечения его доступности необходимы использование новых образовательных технологий, разработка и внедрение национальных информационных образовательных ресурсов, электронных средств обучения, а также научного и учебно-методического обеспечения процессов информатизации образования. В настоящее время внедрение информационных технологий (ИТ) в учебный процесс рассматривается как одно из эффективных средств, имеющих большой потенциал и позволяющих перейти на качественно новый уровень в решении образовательных задач.

Необходимо отметить, что по образовательному стандарту Республики Беларусь выпускник должен обладать следующими академическими компетенциями:

- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, получением и анализом информации и работой с компьютером;
- анализировать и оценивать тенденции развития техники и технологий;
- владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;
- владеть системным и сравнительным анализом [2–3].

На основе толкований слов и словосочетаний понятийного аппарата информатизации образования [4] и в контексте нашего исследования под информационными технологиями понимаются совокупность средств, способов, методов автоматизированного сбора, технические средства орга-

низации, хранения, обработки, восстановления и передачи данных, способствующих созданию электронных образовательных ресурсов (программно-методических, учебно-методических, обучающих, вспомогательных и контролирующих), используемых для организации образовательного процесса и получения позитивных результатов. Информационные технологии характеризуются широким использованием компьютерной техники, обеспечивающей простоту взаимодействия пользователя с компьютером и прямой (без посредников) доступ к диалоговому режиму. В свою очередь ИТ предполагают использование программного обеспечения, т.е. обучающих программ.

Следует отметить, что информационные технологии нашли широкое применение в преподавании математических дисциплин. Это обусловлено следующим: в математике накоплен значительный опыт в формализации и алгоритмизации методов решения задач, их графической и анимационной интерпретации; апробированные, успешно реализуемые с помощью компьютера методики преподавания; математику преподают наиболее подготовленные в области информационных технологий кадры преподавателей; при появлении более современного программного обеспечения первоначальное освоение его идет в основном среди математиков [5].

В рамках традиционной системы обучения все более широкое применение находят мультимедийные технологии, презентации с использованием средства Microsoft Power Point; компьютерные математические пакеты MathCAD, Maple.

Вышеизложенное определило цель нашего исследования – разработка методики включения систем компьютерной алгебры в процесс обучения студентов инженерных специальностей, направленной на повышение качества их математической подготовки в процессе обучения в вузе.

Материал и методы. Материалом для работы послужили данные эксперимента, проведенного на инженерно-технологическом факультете (специальность 1-70 04 02 «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна»), в исследовании участвовали 90 человек. Лекционные и практические занятия по высшей математике у студентов проводились в рамках традиционной системы обучения с применением мультимедийных технологий, презентаций с использованием средства Microsoft Power Point; компьютерных математических пакетов MathCAD, Maple.

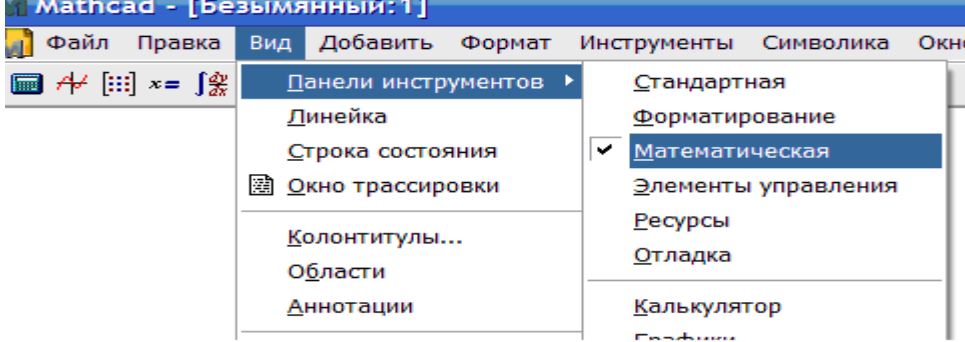
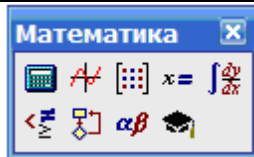
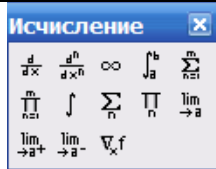
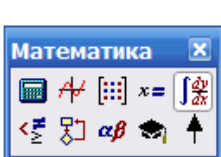
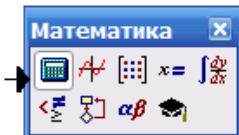
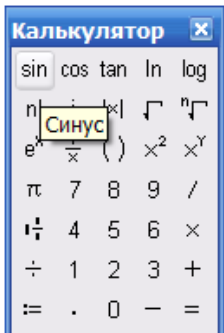
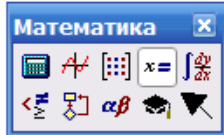
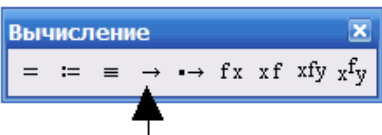
В работе применялась совокупность теоретических и эмпирических методов исследования: теоретический анализ и синтез эмпирических данных; эмпирические методы (изучение документов и результатов практической деятельности, педагогическое наблюдение); изучение педагогического опыта; интерпретация полученных результатов.

Результаты и их обсуждение. Развитие современных информационных ресурсов позволяет решать многие задачи математическими средствами EXSEL и компьютерных математических пакетов (КМП), таких, как MathCAD, Matlab, Maple, но после изучения курса школьной информатики студенты-первокурсники владеют в основном только EXSEL. Это обстоятельство побудило нас, в большей степени на пропедевтическом уровне, применять не только EXSEL, но и элементы КМП в учебном процессе, при изучении большинства разделов курса «Математика», на технических специальностях. Коллектив кафедры высшей математики Полоцкого государственного университета проводит работу над проектированием учебно-методического комплекса (УМК), где предпринята попытка спроектировать процесс обучения математике как систему целей, содержания, форм, методов и средств обучения, обеспечивающих в своем взаимодействии организацию познавательной деятельности студентов с учетом дифференциации их способностей. Дидактическую основу комплекса составляют дифференцированный и деятельностный подходы к обучению математике, а также принципы научности, системности, доступности [3; 5]. В структуру УМК включена и авторская разработка, позволяющая использовать дидактические возможности КМП для решения основных задач по всем разделам математики. Включение в учебный процесс обучения математике на технических специальностях математических пакетов стимулирует познавательную деятельность студентов, т.к. расширяет возможности их самостоятельной работы, демонстрирует будущим инженерам рациональные способы решения задач из различных разделов математики с помощью средств ИТ. Применение наглядных и технических средств обучения способствует не только усвоению соответствующей информации, но и развивает у обучающихся способность увязывать теорию с практикой; формирует навыки технической культуры; воспитывает внимание и аккуратность; повышает интерес к учению; расширяет источники получения знаний.

Рассмотрим основные этапы создания приложений в системах компьютерной алгебры. Первый этап начинаем с описания основных команд и функций систем компьютерной алгебры MathCAD или Maple, которые используются для реализации и исследования построенных моделей. На вто-

ром этапе показывается, как с помощью моделирования можно решать задачи и осуществлять самостоятельную проверку домашнего задания. В третьем этапе рассматриваются различные задания и методы их исследования, их компьютерная реализация.

Продemonстрируем предложенную методику создания приложений на примере проектирования вкладок для УМК «Элементы математического анализа» с применением одного из наиболее популярных математических пакетов MathCAD. Для того, чтобы начать работать с приложением, вызовите панель Calculus (вычисления). Нажмите на панели вкладку ВИД → ПАНЕЛИ ИНСТРУМЕНТОВ → МАТЕМАТИЧЕСКАЯ (рис. 1). Далее появится рис. 2, студент выбирает вкладку «Исчисление» (рис. 3) и продолжает работу.

		Рис. 1.	
	Рис. 2.		Рис. 3.
	Рис. 4.		Рис. 5.
			Рис. 6.
	Рис. 7.		Рис. 8.
	Рис. 9.		Рис. 10.

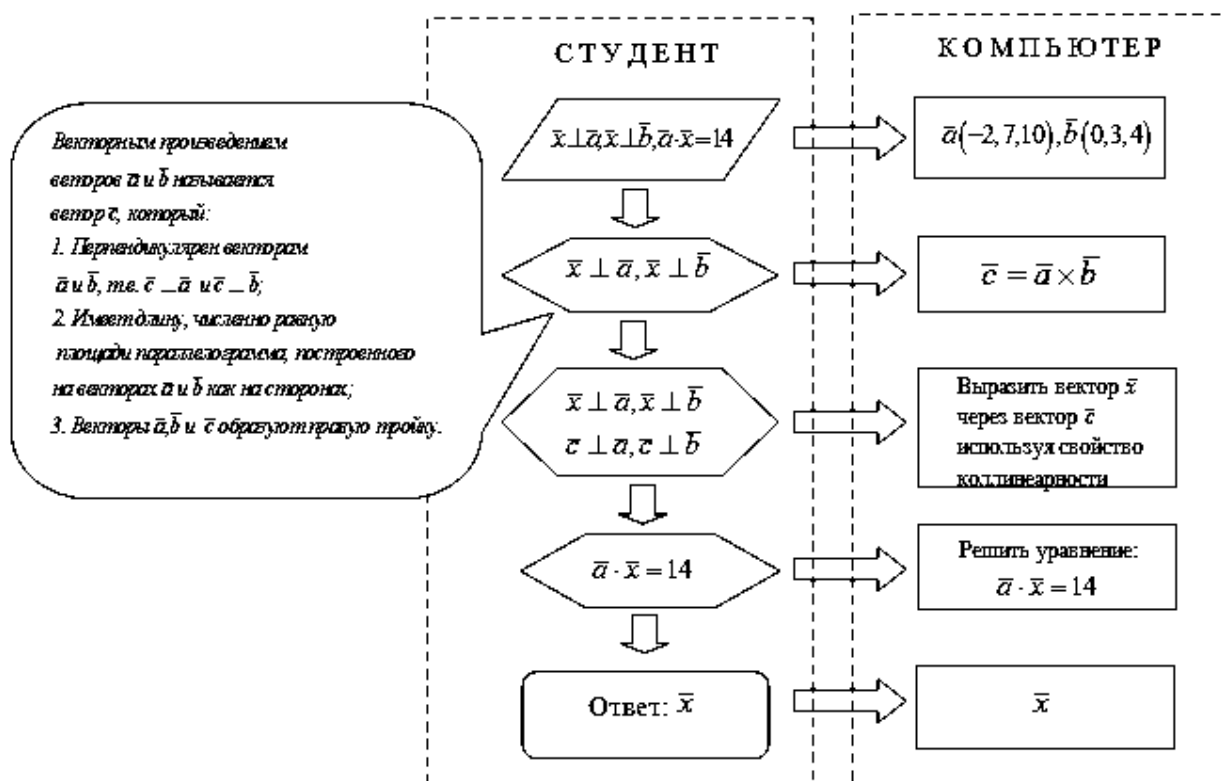


Рис. 11.

Например, необходимо вычислить предел $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x}$. Для этого выбирается вкладка «Исчисление» и на ней значок предела (на рис. 4 обозначено стрелочкой). После этого появляется следующий символ (рис. 5), в рассматриваемом примере $x \rightarrow 0$, поэтому нижние поля заполняются соответственно (рис. 6), далее используется вкладка «Калькулятор» (рис. 7) и вводятся данные согласно рассматриваемому примеру (рис. 8), выбирается вкладка «Вычисление» (рис. 9), а на этой вкладке стрелочка; ответ получен (рис. 10).

Приложения систем компьютерной алгебры методически целесообразно использовать как на лекционных, так и на практических занятиях.

Обратимся к методике использования вкладок, разработанных с использованием КМП на лекции по теме «Физические и механические приложения определенного интеграла. Общий принцип применения определенных интегралов для решения задач механики и физики». Приведем пример решения задачи на лекции.

Задача. Найти работу, которую нужно затратить, чтобы выкачать жидкость плотности γ из цистерны, имеющей форму параболического цилиндра, размеры которого указаны на рисунке.

1 этап. Представление схематического чертежа. Рисунок, необходимый для решения задачи, выполняется в виде презентации PowerPoint, это не только оправдано, но и дает ряд преимуществ: наглядность и экономия времени при изображении. При этом все дополнительные построения выводятся на экран, по мере необходимости, не перегружая схематический чертеж. В результате создается анимационная модель.

2 этап. Выведение на экран информации из смежных наук, необходимой для решения задачи. Необходимые для решения задачи понятия из физики (в частности, что «есть работа, затрачиваемая на поднятие тела весом P на высоту h ») уточняются по учебно-методическому комплексу по физике, связанному с лекцией гиперссылкой. Это позволяет реализовать межпредметные связи курсов математики и физики.

3 этап. Создание алгоритма. Преподаватель поясняет этапы задачи для формирования у студентов целостного представления о необходимости составления математической модели задачи и ее решения с помощью математического аппарата (определенного интеграла), а также возможностей КМП.

Алгоритм решения:

- выполнить чертеж задачи и ввести систему координат;
- уточнить необходимые понятия из физики;
- использовать понятие «элементарный слой» или «элементарная часть изучаемой величины»;
- выполнить необходимые построения для решения рассматриваемой задачи;
- найти главную часть приращения зависимой величины при изменении x на бесконечно малую величину, т.е. дифференциал функции;
- применить соответствующую формулу для вычисления дифференциала исследуемой величины;
- определить пределы изменения независимой переменной;
- определить исследуемую величину.

4 этап. Выполнение расчетов. После полного анализа задания демонстрируется решение этой задачи в компьютерном математическом пакете MathCAD. Предлагаемый методический подход позволяет студентам формировать умения и навыки свободного владения средствами программного обеспечения, использования их как вспомогательного аппарата при выполнении математических вычислений на различных этапах решения комплексных задач.

Большие перспективы открывает использование КМП на лекциях, включающих большое количество графиков. Например, по теме «Поверхности 2-го порядка в пространстве» графические возможности программ позволяют показать строение чертежей во всех плоскостях. Преподаватель вращает фигуру, объясняет студентам особенности каждой поверхности. Это не только способствует запоминанию материала, но главным образом повышает уровень знаний и глубину понимания учебного материала. Использование рассматриваемых дидактических возможностей КМП также формирует образное мышление студентов. Преподаватель фиксирует внимание студентов на зависимости внешнего вида фигуры от изменяющихся параметров. При использовании лишь доски и мела этого достичь достаточно сложно, т.к. из-за ограниченности времени можно изобразить максимально один-два чертежа на каждую поверхность. КМП позволяют продемонстрировать более шести вариантов. На лекции или практическом занятии студенты могут, используя программу, просмотреть возможные варианты формы поверхностей при изменении параметров в уравнении поверхности. Цветовая гамма этих программ позволяет выбрать наиболее выгодные сочетания цвета для аккумуляции внимания студентов, которое к концу занятия у них снижается. MathCAD, Matlab, Maple целесообразно использовать и при построении тел, ограниченных различными поверхностями, так как именно эта часть учебного материала вызывает у студентов затруднения при изучении темы «Поверхности 2-го порядка в пространстве». На практических занятиях обязательно демонстрируется студентам изображение поверхностей «вручную», т.к. без этого материал будет изучен не полно.

На начальных этапах работы с приложениями систем компьютерной алгебры на практических занятиях следует включать решение задач, в которых требуется использование алгоритмов и составления блок-схемы (описание каждого этапа задачи). Такой методический прием не только благоприятно сказывается на понимании учебной дисциплины и формировании логики действий, но и в дальнейшем способствует успешному решению студентами прикладных задач, позволяет сформировать навыки дробления сложных задач на подзадачи и поиск их решения на каждом этапе.

Проиллюстрируем сказанное следующим примером, который решают студенты на практическом занятии: вектор $\vec{x}$, перпендикулярный к векторам $\vec{a}$ и $\vec{b}$. Найти вектор $\vec{x}$, если $\vec{a} = -2,7,10$, $\vec{b} = (0,3,4)$, $\vec{a} \cdot \vec{x} = 14$. Представим решение в виде блок-схемы.

Как представлено на рис. 11, схема состоит из двух блоков: теоретический – решение задачи обучаемым, и блок-вычисление, применение КМП. При рассмотрении примера преподаватель концентрирует внимание студента на том, что компьютер лишь помощник в его деятельности, а ведущая роль принадлежит человеку. КМП могут выполнять лишь вычисления, расширяют круг решаемых задач за счет обработки больших массивов информации, а осуществляет руководящую деятельность оператор ПЭВМ, т.е. решает задачу, ищет логические связи. Навыки и умения, полученные студентом в процессе использования специализированных программных сред (КМП), могут быть полезны не только в аудитории, но и на производстве. Отметим, что во избежание лишней

нагрузки на обучаемых, на лекции демонстрируются вкладки с выполнением элементарных действий с векторами, разработанных в КМП на занятиях, или студенты могут проработать этот материал самостоятельно с использованием вкладок УМК. Использование различных математических пакетов дает возможность обучаемым сделать осознанный выбор из представленных программ и стимулирует их самостоятельную работу.

Как показало проведенное исследование, на практических занятиях нецелесообразно тратить много времени на демонстрацию возможностей КМП: достаточно 15–20 мин по изученной теме. Например, при изучении темы «Элементы линейной алгебры» (на последнем занятии, за несколько минут до окончания) демонстрируется вычисление определителей, умножение матриц, решение СЛАУ и т.д. в Excel, MathCAD, Matlab, Maple, вкладки готовятся заранее, также важно убедиться в том, что все программы работают корректно. После демонстрации обращается внимание студентов на вкладки с приложениями систем компьютерной алгебры в учебно-методическом комплексе по математике. Экспериментальным путем установлено, что этого достаточно для успешного применения КМП для самоподготовки студентов к последующему тестированию, т.е. они решают задачи, используя программы для проверки.

Для стимулирования развития познавательной самостоятельности студентов технических специальностей предлагаем выполнить несколько заданий из внеаудиторной контрольной работы с использованием КМП. (Внеаудиторная самостоятельная работа студентов – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия). Отметим, что применение вкладок является одним из способов развития познавательной самостоятельности студентов. Проиллюстрируем это на следующем примере, оно входит во внеаудиторную контрольную работу, состоящую из 10 заданий. В системах компьютерной алгебры требуется выполнить две задачи: вычисление площади фигуры, ограниченной графиками функции, и нахождение центра масс плоской фигуры. Остальные задания выполняются письменно.

Такие задания рассматриваются на практических занятиях.

Ставится задача: вычислить площадь фигуры, ограниченной графиками функций $y = x^2$ и $y = \sqrt{x}$. Для решения этой задачи студентам предлагается в течение 3 мин внимательно изучить условие и попытаться найти решение, используя геометрические и аналитические пути решения. В нашей практике студенты быстро предлагают решение. Покажем алгоритм этого решения:

1. Выполнить построение указанных графиков.
2. Найти точки пересечения графиков функций.
3. Вычислить площадь полученной фигуры.
4. Найти информацию для решения задачи в разделах «Построение графиков функций», «Приложение определенных интегралов».
5. Изучить источник информации – УМК «Определенный интеграл. Функция нескольких переменных»: информационная таблица, вкладки для работы с КМП.
6. Разработка блок-схемы.
7. Выбор программы.
8. Оформление решения.

Оформление решения выполняется в КМП (рис. 12), соблюдая основные пункты алгоритма (выделено жирным шрифтом), обычным шрифтом даются пояснения по вычислению.

Однако на начальной стадии организации процесса изучения определенного интеграла нецелесообразно чрезмерное увлечение средствами КМП, так как их применение может занять много времени и, в результате, не позволит достичь поставленных дидактических целей. Для демонстрации средств компьютерной алгебры следует рассмотреть два–три примера на лекции и один на практическом занятии, в сочетании с рекомендациями использования вкладок со вкладками, предложенных в УМК, этого достаточно для овладения студентом работой КМП и выполнения заданий внеаудиторной контрольной работы.

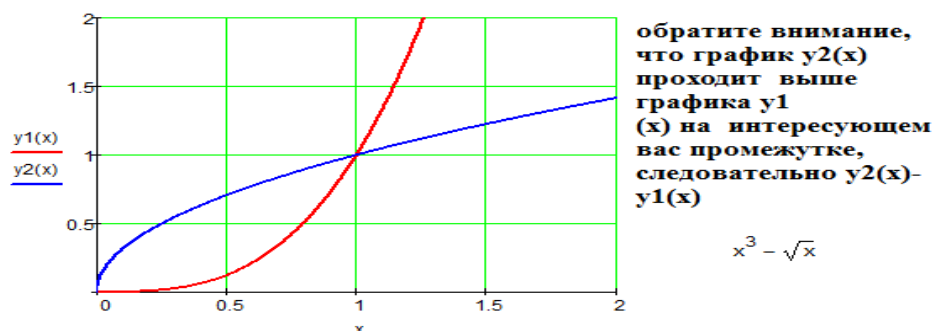
Отметим, что при работе со студентами первого курса первого семестра использование дидактических возможностей КМП должно быть минимально. Проведение занятий показывает неподготовленность обучаемых к самостоятельной работе, поэтому демонстрация более простых способов решения задач может способствовать формированию превратного мнения о «легкости» предмета. Студенты не будут уделять изучению материала достаточного количества времени, что скажется

на качестве их математической подготовки. Со второго семестра применение КМП рекомендуется увеличить, но их применение должно занимать не более 20% учебного времени, т.к. живое общение преподавателя и студента не заменит ни одна компьютерная программа.

Вычислим площадь фигуры ограниченной следующими графиками функции

$$y_1(x) := x^3 \quad y_2(x) := \sqrt{x}$$

1. Выполним построение указанных графиков



2. Найдите точки пересечения графиков функций

$$\begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad \text{Введите } y_1(x) - y_2(x), \text{ выделите переменную } x \text{ и щелкните по строке Solve пункта Variable в меню Symbolics}$$

3. Вычислите площадь обозначенной фигуры

$$\int_0^1 (y_2(x) - y_1(x)) dx \rightarrow \frac{5}{12}$$

Рис. 12.

Вместе с тем, при работе со студентами второго курса, в процессе изучения раздела «Математическая статистика» на занятиях по математической статистике, использование КМП позволяет обучаемым получить умения решения более широкого круга задач, а также улучшить их навыки самостоятельной работы. Поэтому нами рекомендуется использовать поэтапное увеличение применения систем компьютерной алгебры в учебном процессе по высшей математике. Однако ведущая роль должна оставаться за преподавателем и на его усмотрение, в зависимости от специфики факультета и интеллектуальных возможностей группы, должен решаться вопрос: какой процент аудиторного времени следует уделить КМП?

Сочетание традиционных методов обучения и организации самостоятельной работы студентов с использованием ИТ дает возможность сильным студентам проявить себя, а слабым и средним еще раз повторить материал и работать в меру своих сил и способностей. При решении несложных проблемных заданий мы учим их применять полученные знания в новой ситуации (обучающемуся надо не только решить задачу, но и представить ее решение в КМП). При этом у студентов есть выбор в заданиях, благодаря трехуровневой тестовой среде, используемого УМК.

Заключение. Таким образом, комплексное использование возможностей информационных технологий с целью повышения качества математической подготовки студентов технических специальностей применяется не только для экономии времени на лекционных и практических занятиях, но и для расширения круга решаемых задач практического содержания; для моделирования и имитирования инженерно-физических процессов и явлений; повышения интереса к процессу обучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комплексная информатизация системы образования Республики Беларусь на 2007–2010 годы: постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 1 марта 2007 г. № 265 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2007. – № 67. – 5/24853.
2. Образовательный стандарт Республики Беларусь. Высшее образование. Первая ступень. Специальность 1-70 04 02 Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна. Квалификация «Инженер-строитель» // гос. учр. образ. «Республиканский институт высшей школы». – 2004. – 15 л.
3. Вакульчик, В.С. Элементы линейной алгебры. Введение в математический анализ. Дифференциальное исчисление функции одной переменной: учеб.-метод. комплекс для студ. техн. спец. / сост. и общ. ред. В.С. Вакульчик. – Новополоцк: ПГУ, 2007. – 352 с.
4. Погоньшева, Д.А. Формирование будущих специалистов экономико-математическими средствами / Д.А. Погоньшева. – М.: ЗАО «Издательский дом», «Экономическая литература», 2004. – 125 с.

5. Роберт, И.В. Толкование слов и словосочетаний понятийного аппарата информатизации образования / И.В. Роберт // Информатика и образование. – 2004. – № 5. – С. 22–29; № 6. – С. 63–70.

Поступила в редакцию 16.10.2012. Принята в печать 14.12.2012

Адрес для корреспонденции: e-mail: Atess@rambler.ru; Kyznetsova@tut.by – Мателенок А.П.