

УДК 168.53:51:37.01

О.А. ШЕНДРИКОВА

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

*На качество обучения высшей математике в техническом вузе влияет эффективность использования информационных технологий (ИТ). Эта эффективность значительно повышается, если процесс обучения построен так, что компьютер рассматривается не только как средство обучения и контроля, но и как инструмент будущей деятельности инженера-технолога.*

### Введение

Потребности современного производства и новые промышленные технологии предъявляют к выпускникам технических вузов новые требования, которые определяются не только и не столько объемом усвоенных ими знаний, сколько способностью продуктивно использовать приобретенные знания в своей профессиональной деятельности.

Основные требования к подготовке будущего инженера-технолога, прописанные в государственном образовательном стандарте, сводятся к формированию достаточного уровня знаний в области изучаемой дисциплины для осуществления будущей социально-профессиональной деятельности, а также для непрерывного развития своих профессиональных знаний и умений в дальнейшем [1].

Одной из основных задач, стоящих перед преподавателем, является построение такого процесса обучения высшей математике, при котором математические знания студентов будут максимально задействованы как при изучении циклов общетехнических и специальных дисциплин, так и в дальнейшей профессиональной деятельности.

Проблема повышения качества обучения высшей математике остается весьма актуальной [2, 3]. Т. Лапухова дает такое определение качества образования: это совокупность свойств и характеристик, определяющих готовность специалистов к эффективной профессиональной деятельности, включающей в себя способность к быстрой адаптации в условиях научно-технического прогресса, владение профессиональными умениями и навыками, умение использовать полученные знания в ходе решения профессиональных задач [2].

Для решения проблемы повышения качества обучения высшей математике в техническом вузе предлагаются различные подходы. Ряд исследователей [4, 5, 6, 7] считают, что в основе организации эффективного учебного процесса должен лежать принцип активности и самостоятельности студентов в обучении, аргументируя это тем, что количество часов, отводимых на изучение курса высшей математики, сокращается при практически неизменном объеме содержания курса, увеличивая тем самым долю самостоятельной работы студента. Самостоятельная работа студентов при таком подходе рассматривается как средство организации познавательной деятельности [5, с. 103]. Именно этот вид деятельности считается авторами главным в учебной деятельности студента. Деятельность студентов по изучению выделенного преподавателем материала с применением различных форм – докладов, презентаций и т.д., самостоятельно подготавливаемых студентами под контролем и с помощью методических указаний преподавателя, – называют управляемой самостоятельной работой студента (УСРС).

УСРС будет успешной, при условии, что:

- студент желает овладеть соответствующим учебным материалом в заданном объеме и в заданное время;
- студент знает и умеет применять методы и средства самоконтроля и самоуправления в процессе учения;
- студент имеет доступ к качественным источникам учебной информации, что предполагает разработку преподавателями соответствующих учебно-методических пособий.

Роль преподавателя в УСРС выражается в том, что он создает мотивационный настрой, подготавливает учебно-методическое обеспечение, осуществляет непосредственное руководство и управление самостоятельной работой каждого студента над учебным материалом, а также готовит и проводит контрольно-оценочное мероприятие.

Еще один путь повышения качества обучения высшей математике многим исследователям видится в самой специфике построения курса обучения в техническом вузе [3, 8, 9, 10, 11]. Обучение высшей математике в техническом вузе должно быть профессионально ориентированным. Организация качественного обучения высшей математике, по мнению этих авторов, должна осуществляться в следующих направлениях:

- корректировка содержания курса высшей математики с учетом специальности студентов;

- разработка учебно-методических пособий, в которых учебный материал преподносился бы в тесной связи со специализацией студентов;
- разработка и внедрение профессионально-ориентированных задач;
- использование возможностей ИТ в создании учебно-методических пособий либо в моделировании прикладных задач.

Так, О.А. Валиханова [8], Т.А. Матвеева [3], В.Г. Скатецкий [11] считают, что, решая математические задачи, связанные с объектами предстоящей профессиональной деятельности, студент осознает профессиональную значимость соответствующих математических понятий, и, кроме того, такие задачи в определенном смысле имитируют решение профессиональных задач математическими методами, формируя тем самым у будущего специалиста навыки математического моделирования.

Методические разработки, направленные на организацию УСРС, разработку и внедрение профессионально ориентированных задач, используют возможности ИТ в основном как средства обучения по визуализации, хранению и предоставлению учебного материала. При этом компьютер используется чаще всего со стороны преподавателя. А то, что инженер-технолог в своей деятельности пользуется возможностями компьютера, при таком подходе – не учитывается.

Деятельность инженера при решении производственной задачи, как отмечает А.А. Вербицкий [4], предполагает: анализ ситуации, постановку задачи, решение задачи, доказательство истинности решения. Выполнение алгоритмической части задачи зачастую бывает многоступенчатым, разветвленным и трудоемким. В связи с этим подобного рода вычисления целесообразно проводить с использованием возможностей ИТ. Например, деятельность инженера сопряжена, как правило, с систематизацией и обработкой наблюдений, опытных или лабораторных данных о ходе какого-то процесса. Обработку этих данных из-за их объемности оправдано осуществлять с помощью разработанных программных средств, которые позволяют провести необходимый статистический анализ данных. Реализация других, неалгоритмизированных этапов не может быть поручена машине – этим должен заниматься человек.

Таким образом, поскольку обучение высшей математике в техническом вузе направлено на овладение студентами определенным объемом знаний, а также способностями применять полученные знания на практике в будущей профессиональной деятельности, которая тесно связана с использованием ИТ, то это ставит на пове-

стку дня вопрос о соответствующей корректировке процесса обучения высшей математике в техническом вузе.

### **Проблема использования ИТ в процессе обучения высшей математике студентов технологических специальностей**

Психолого-педагогические основы использования информационных и компьютерных технологий в образовании изложены в работах Е.И. Машбица, В.М. Монахова, Е.С. Полат, И.В. Роберта, Н.А. Апостол, Б.С. Гершунского. Вопросы создания электронных учебно-методических комплексов в процессе обучения обсуждаются в работах, в которых указываются основные методические требования к составлению учебного материала, его структуре, форме предоставления данных [12, 13, 14]. Опыт практического применения ИТ на примере существующих пакетов прикладных математических программ Maple, Mathcad, Mathematica в курсе высшей математики нашел отражение в работах И.В. Роберта, С.А. Дьяченко [15, 16]. Формирование готовности студентов к самообразованию средствами ИТ, а также методические условия организации самостоятельной работы с использованием ИТ рассматриваются А.И. Сорокиной и Л.К. Тучкиной [6, 7].

В современном понимании *информационные технологии* – это педагогические технологии, использующие специальные способы, программные и технические средства (кино, аудио- и видеосредства, компьютеры, телекоммуникационные сети) для работы с информацией.

Анализ проведенных исследований в области использования ИТ в учебном процессе показывает, что их авторы рассматривают возможности ИТ однопланово: либо как средство проведения вычислений (например, при проведении алгоритмических расчетов), либо как средство обучения (например, визуализация графических построений, создание обучающих и контролирующих программ на базе существующих пакетов прикладных математических программ). При этом сам процесс обучения высшей математике в техническом вузе остается традиционным. На необходимость пересмотра организации учебного процесса в связи с использованием ИТ указывалось, например, в исследованиях [4, 13], связанных с внедрением ИТ в учебный процесс. Так, О.В. Зиминая [13] отмечает, что довольно часто использование компьютера в обучении осуществляется традиционно, существенно не взаимодействуя с решением принципиальных вопросов педагогики: кого учить, чему учить и как учить. В связи с этим автор считает, что для эффективного использования компьютеров в математическом образовании инженеров

необходима разработка теоретической концепции, основанной на анализе проблем компьютеризации и результатах психолого-педагогических исследований использования компьютера в обучении.

Среди большого количества возможностей ИТ, используемых в процессе обучения, наиболее значимыми являются:

- визуализация объектов, понятий, явлений и процессов;
- создание и оперативное предоставление учебного материала;
- осуществление контроля качества знаний студентов;
- выполнение символьных преобразований.

### ***Визуализация объектов, понятий, явлений и процессов***

Сочетание графики, двухмерной и трехмерной анимации и звука позволяет предоставлять студенту достаточно большой объем информации за отведенное время. Это способствует лучшему усвоению и запоминанию студентами основных математических понятий, развивает у них пространственное воображение, повышает познавательный интерес.

Предоставляемые возможности современных средств вычислительной техники по визуализации понятий и закономерностей позволяют создавать наглядные образы новых математических понятий, расширять базу примеров и контрпримеров, выявлять в сжатой форме основные свойства новых объектов. Они дают возможность расширить в процессе обучения набор рассматриваемых практических примеров и экспериментальных расчетов.

### ***Создание и оперативное предоставление учебного материала***

Кроме существующих прикладных математических программ в обучении высшей математике используются так называемые универсальные программные продукты (например, графические и текстовые редакторы, электронные таблицы и т.п.). Их использование позволяет преподавателю расширить возможности предоставления учебного материала через создаваемые электронные учебно-методические пособия.

### ***Осуществление контроля качества знаний студентов***

Для определения уровня математической подготовки студентов необходимо создание соответствующей методики осуществления контрольно-оценочной деятельности. Одной из форм контроля качества знаний студентов является педагогический тест – система параллельных заданий и вопросов, которая позволяет оперативно измерить уровень подготовленности испытуемых. Тестирование – один из наиболее технологичных методов проведения автоматизированного контроля с заложенными в него параметрами качества [17]. При этом более технологичной формой проведе-

ния тестирования является компьютерное тестирование. Компьютерное тестирование эффективно использовать при проведении контрольных работ, контроля над самостоятельной работой студентов, частично (комбинированная форма: компьютерное тестирование и традиционное собеседование) – при проведении коллоквиумов, зачетов и экзаменов. Благодаря быстрдействию компьютера по результатам выполнения корректирующих и диагностических тестов можно незамедлительно выдать тестовый балл и на основе анализа протоколов принять неотложные меры по коррекции усвоения нового материала. При использовании компьютерного тестирования повышаются информационные возможности процесса контроля, появляется возможность сбора дополнительных данных о динамике прохождения теста отдельными студентами и для осуществления дифференциации пропущенных и не достигнутых заданий теста.

При проведении такого тестирования для снижения влияния на тестовые баллы опыта работы с компьютером рекомендуется включать в оболочки для компьютерного тестирования специальные инструкции и тренировочные упражнения для каждой формы заданий. Необходимо также предварительно ознакомить студентов с интерфейсом, провести репетиционное тестирование и выделить в самостоятельные группы студентов, не имеющих достаточного опыта работы с ПК, для того чтобы дополнительно обучить их или дать им бланковый тест.

На данных этапах компьютер выступает как *инструмент обучения*, значительно расширяя возможности предоставления учебной информации.

### **Выполнение символьных преобразований**

Решение ряда математических задач предполагает овладение соответствующими алгоритмами, которые, как правило, являются многошаговыми и разветвленными, их выполнение вручную занимает много времени и на определенном этапе обучения не является приоритетным. В этом случае оправдано и разумно задействовать возможности компьютера. При этом целесообразно обратить внимание и на вопросы точности, корректности и устойчивости применяемых методов.

Существующие пакеты прикладных математических программ (Mathlab, Maple, Mathematica, Mathcad и др.) позволяют выполнять различного рода алгоритмические расчеты. В разработанных прикладных математических программах реализуются два подхода к вычислениям: символьный (аналитический) и численный.

Ошибочно считать, что большие возможности ИТ по выполнению алгоритмов делают ненужными многие умения и навыки студентов, связанные с решением стандартных задач. Нельзя отказываться полностью от “ручных” вычислений. Связано это с тем, что студент должен увидеть сущность формализмов, которые реализуются в соответствующих алгоритмах, ознакомиться с использованием того или иного математического факта. По этой причине переход к использованию пакетов прикладных математических программ оправдан только после того, как студент усвоил необходимые понятия и факты и приобрел практические умения при решении стандартных задач. Косвенными положительными результатами такого использования вычислительной техники будет освоение навыков работы на компьютере, обучение алгоритмизации и программированию задач.

В связи с широким использованием возможностей разработанных прикладных математических пакетов при решении большого набора стандартных математических задач возникает проблема пересмотра объема математических знаний, которым должен овладеть будущий инженер-технолог, особенно в плане запоминания алгоритмов, таблиц производных и интегралов и т.п. Проблема пересмотра и корректировки содержания обучения в контексте использования ИТ связана непосредственно с определением соотношения в обучении между идейной и технической сторонами курса высшей математики. *Идейная сторона* курса высшей математики подразумевает овладение основными математическими структурами, которые широко используются при создании и исследовании математических моделей достаточно широкого круга явлений и процессов действительности, а также выработку способности студентов к математическому моделированию. *Техническая сторона* курса высшей математики предполагает формирование навыков решения стандартных задач.

С учетом того, что компьютер используется не только в процессе обучения, но и в будущей деятельности инженера, следует внести коррективы и в сам процесс обучения. Студента следует ориентировать на умение провести анализ задачи (установить, какие данные есть, каких недостает или они лишние, противоречивые, не относящиеся к делу, где запросить недостающую информацию), составить математическую модель задачи, подобрать необходимый аппарат для ее решения и исследования; выделить, какие части задачи может выполнить машина, а какие требуют человеческих способностей по предвидению и принятию решения.

На каждом этапе решения задачи следует делать критическую оценку полученного компьютером результата и решать, вернуться ли к предыдущему этапу или полностью изменить метод решения, если окажется, что выбран неверный путь. По результатам решения математической задачи следует сделать практические выводы, оценить их соответствие реальному изучаемому процессу.

Обучая студентов высшей математике, преподаватель отдает себе отчет в том, что со временем определенные навыки решения математических задач объективно будут утрачиваться, забудутся таблицы производных, интегралов и т.п. Однако решение стандартных математических задач по силам выполнить компьютеру. Именно так, как правило, и поступает инженер в своей деятельности, возлагая на компьютер выполнение различного рода вычислений. В процессе обучения студентов основным подходам к решению стандартных задач важно делать акцент не только на запоминание, но и, прежде всего, на понимание сущности используемых формализмов. Высвободившееся за счет уменьшения рутинных вычислений учебное время целесообразно использовать для обучения “креативным” аспектам курса.

В связи с наблюдающейся в последнее время тенденцией сокращения учебного времени, отводимого на изучение курса высшей математики, актуализируется проблема выборов приоритетов, а именно, на что следует ориентировать студента: на запоминание большого объема теоретической части курса, на овладение техническими навыками, на решение профессионально значимых задач и т.п.

Усвоение некоторых знаний, простейших навыков, решение задач чаще всего принимаются за ближайшие цели обучения. Решение учебных задач, по мнению Е.И. Машбица [18], не может рассматриваться как специфическая учебная цель. В учебной деятельности, в отличие от научно-познавательной и производственной, решение задач соответствует не цели, а ее средству. Целью же обучения должно являться усвоение способов действий. Поэтому, проектируя процесс обучения высшей математике, следует заботиться о создании условий для усвоения способов действий, в которых ИТ будут занимать заметное место.

Такая установка не входит в противоречие с существующим уже около полувека мнением о том, что основное внимание необходимо уделять тем разделам математики, которые шире всего применяются в работе будущего специалиста, и главное ударение переносить с доказательства теорем на рабочее овладение



математическим аппаратом и методами расчетов на вычислительных машинах (см., например, Л.М. Письмен [19]).

Для ликвидации перегрузки студентов, указывает Н.Ф. Талызина [20], необходим новый способ хранения информации: вместо хранения большого числа готовых знаний следует хранить метод, позволяющий анализировать и воссоздавать всю систему частных явлений.

“Свертывание” и “развертывание” знаний, по мнению А.Б. Шур, предполагает их структурирование, выделение главного, установление взаимосвязей между отдельными компонентами, что способствует улучшению качества образования, которое “определяется не тем, сколько сведений сообщено студенту, и даже не тем, сколько из них он запомнил, а тем, как он улавливает связи между ними” [21].

Таким образом, для будущего инженера запоминание большого объема теоретической части курса высшей математики и складирование в памяти большого числа готовых знаний, в том числе в виде громоздких доказательств разного рода теорем, разнообразных таблиц и алгоритмов, не является главным в обучении. Гораздо важнее обращать внимание на понимание сущности используемых математических формализмов, указывать на связи между ними, а также на овладение основными способами деятельности при решении стандартных задач, предполагающих использование ИТ.

Являясь мощным вычислительным средством при решении алгоритмизированных задач, компьютер выступает при таком подходе к обучению *как средство будущей профессиональной деятельности инженера.*

Эффективность использования средств ИТ повышается, если рассматривать компьютер в обучении высшей математике в техническом вузе с двух сторон. С одной стороны, компьютер – *средство обучения.* Он значительно расширяет возможности предоставления изучаемого материала, позволяет создавать наглядные образы изучаемых понятий, проводить алгоритмические расчеты, а также осуществлять контроль.

С другой стороны, компьютер – *инструмент будущей профессиональной деятельности* инженера. При обучении высшей математике в техническом вузе следует иметь в виду, что ИТ не ограничены только периодом обучения студента, они включены в процесс деятельности будущего выпускника. Будущему инженеру придется использовать компьютер для проведения необходимых расчетов с помощью существующих пакетов прикладных программ.

### Заклучение

При исследовании реальных процессов и решении реальных задач инженер для своей работы пользуется широкими возможностями, которые предоставляет вычислительная техника.

В обучении высшей математике в техническом вузе компьютер используется в основном как средство обучения для хранения и предоставления учебной информации, визуализации изучаемых понятий, контроля качества знаний. Возможности компьютера как инструмента будущей деятельности инженера в обучении практически не учитываются, хотя для решения большого круга математических задач разработаны и активно используются на практике специальные пакеты прикладных математических программ.

В связи с этим возникает необходимость определения объема математических знаний, которым должен овладеть будущий инженер-технолог, имея в виду, что в своей практической деятельности он будет решать типовые задачи с помощью вычислительной техники. Понятно, что без овладения элементарными навыками вычислений студент не сможет воспользоваться прикладными пакетами, смоделировать практические задачи. Поэтому требуется определить, в какой мере и в каком объеме необходимы ему эти навыки для изучения в дальнейшем как общетехнических, так и специальных дисциплин, а также для решения производственных задач.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ПЕРВАЯ СТУПЕНЬ Специальность 1-49 01 01 Технология хранения и переработки пищевого растительного сырья. Квалификация Инженер-технолог = ВЫШЭЙШАЯ АДУКАЦЫЯ ПЕРШАЯ СТУПЕНЬ Спецыяльнасць 1-49 01 01 Тэхналогія захоўвання і перапрацоўкі харчовай расліннай сыравіны. Кваліфікацыя Інжынер-тэхнолаг = HIGHER EDUCATION. FIRST DEGREE Speciality - 1-49 01 01 Technology of storage and processing of food of plant origin raw materials Qualification Engineer-technologist: ОСРБ 1-490102-2007. – Введ. 01.09.07. – Минск : Министерство образования Республики Беларусь, 2007. – 42 с.
2. **Лапухова, Т.** Диагноз качества подготовки специалиста / Т. Лапухова // Высшее образование в России. – 2001. – № 4. – С. 30.
3. **Матвеева, Т.А.** Формирование профессиональной компетентности студентов технического вуза в условиях информатизации образования : автореф. дисс. ... докт. пед. наук : 13. 00. 08 / Т.А. Матвеева : Рос. гос. проф.-пед. ун-т. – Н. Новгород, 2008. – 47с.
4. **Вербицкий, А.А.** Активное обучение в высшей школе: контекстный подход / А.А. Вербицкий. – М. : Высш. шк, 1991. – 206 с.

5. **Долженко, О.В.** Современные методы и технология обучения в техническом вузе / О.В. Долженко, В.Л. Шатуновский. – М. : Высш. шк., 1990. – 278 с.
6. **Сорокина, А.И.** Методические условия организации самостоятельной работы студентов с использованием компьютерных технологий (на примере овладения профессиональной коммуникативной компетенцией) : автореф. дисс. ... канд. пед. наук : 13. 00. 08 / А.И. Сорокина : Респ. ин-т профессионального образования. – Минск, 2005. – 23 с.
7. **Тучкина, Л.К.** Формирование готовности студента технического вуза к самообразованию средствами информационных технологий : автореф. дисс. ... канд. пед. наук : 13. 00. 08 / Л.К. Тучкина : Московский гос. гуман. ун-т им. М.А. Шолохова. – Москва, 2008. – 27 с.
8. **Валиханова, О.А.** Формирование информационно-математической компетентности студентов инженерных вузов в обучении математике с использованием комплекса прикладных задач : автореф. дисс. ... канд. пед. наук : 13. 00. 02 / О.А. Валиханова : Сибирский федеральный ун-т. – Красноярск, 2008. – 23 с.
9. **Кудрявцев, Л.Д.** Современная математика и ее преподавание / Л.Д. Кудрявцев. – М. : Наука, 1980. – 144 с.
10. **Мышкис, А.Д.** О программе и стиле преподавания математики во втузах / А.Д. Мышкис, Б.О. Солоноуц // Сб. научно-методических статей по математике. – Вып. 3. – 1973. – С. 3–12.
11. **Скатецкий, В.Г.** Профессиональная направленность преподавания математике: теоретический и практический аспекты / В.Г. Скатецкий. – Минск : БГУ, 2000. – 160 с.
12. **Гершунский, Б.С.** Компьютеризация в сфере образования: проблемы и перспективы / Б.С. Гершунский. – М. : Педагогика, 1987. – 263 с.
13. **Зими́на, О.В.** Печатные и электронные учебные издания в современном высшем образовании: теория, методика, практика / О.В. Зими́на. – М. : Изд-во МЭИ, 2003. – 339 с.
14. **Роберт, И.В.** Современные информационные технологии в обучении: дидактические проблемы, перспективы использования / И.В. Роберт. – М. : Школа Пресс, 1994.
15. **Дьяченко, С.А.** Использование интерактивной символьной системы Mathematica при изучении курса высшей математики в вузе : автореф. дисс. ... канд. пед. наук : 13. 00. 02 / С.А. Дьяченко. – М., 2006.
16. **Зайцева, Ж.И.** Методика преподавания высшей математики с применением новых информационных технологий в техническом вузе : автореф. дисс. ... канд. пед. наук : 13. 00. 02 / Ж.И. Зайцева. – Елабуга, 2005.
17. **Аванесов, В.С.** Композиция тестовых заданий : учебная книга для препод. вузов, учит. школ, аспирант. и студ. пед. вузов / В.С. Аванесов. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Адепт, 1998. – 217 с.
18. **Машбиц, Е.И.** Психолого-педагогические проблемы компьютеризации обучения / Е.И. Машбиц. – М. : Педагогика, 1988. – 192 с.
19. **Письмен, Л.М.** От числа к числу / Л.М. Письмен. – М. : Педагогика, 1973. – 207 с.

20. **Талызина, Н.Ф.** Педагогическая психология : учеб пособие для студ. сред. пед. учеб. заведений / Н.Ф. Талызина. – М. : Издательский центр “Академия”, 1998. – 288 с.
21. “Ассоциация Деминга”. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.deming.ru>. – Дата доступа : 20.12.2011.

Поступила в редакцию 29.12.2011 г.

Электронный архив библиотеки МГУ имени А.А. Кулешова