

ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Использование информационных технологий (ИТ) в обучении высшей математике в техническом вузе ставит на повестку дня вопрос о сочетании такого использования ИТ с основными принципами обучения. В данной статье предлагается дополнить основные дидактические принципы принципом смены приоритетов.

Введение

Компьютеризация образования ставит перед организаторами образовательного процесса ряд проблем: определение роли и места компьютера в процессе преподавания, выяснение его влияния на принципы, методы и формы преподавания, на формирование профессиональных компетенций студента.

В работах большого числа исследователей [1; 2] возможности ИТ рассматриваются однопланово, без корректировки и пересмотра соответствующих принципов и методов обучения высшей математике, уточнения в связи с этим деятельности преподавателя и студента.

На необходимость пересмотра организации учебного процесса в связи с использованием ИТ указывалось во многих исследованиях [3; 4], связанных с внедрением информационных технологий в учебный процесс. Авторы считают, что для эффективного использования компьюте-

ров в математическом образовании инженеров необходима разработка теоретических концепций, основанных на анализе проблем компьютеризации и результатах психолого-педагогических исследований использования компьютера в обучении.

Обучение высшей математике в техническом вузе направлено на овладение студентами определенным объемом знаний, а также выработку способности применять полученные знания на практике в их будущей профессиональной деятельности, которая в эпоху ИТ тесно связана с использованием компьютера. Этот факт ставит на повестку дня вопрос о соответствующей корректировке процесса обучения высшей математике в техническом вузе, а именно корректировке основных принципов, методов и условий обучения высшей математике с учетом использования ИТ.

В данной статье рассматриваются возможности, которые предоставляют ИТ в обучении высшей математике в техническом вузе в сочетании с основными дидактическими принципами. Кроме того, учитывая специфику обучения высшей математике будущих инженеров-технологов, в тесной связи с использованием ИТ обосновывается актуальность введения еще одного принципа – *принципа смены приоритетов*.

Основные принципы обучения высшей математике в техническом вузе при использовании ИТ

В исследованиях, связанных с методикой преподавания математики, а также в ходе практического педагогического опыта были выделены *дидактические принципы*, которые рассматриваются как важнейшие требования к организации процесса обучения, его содержанию, формам и методам. Ядро дидактических принципов образуют *принцип научности, принцип сознательности, активности и самостоятельности, принцип систематичности и последовательности, принцип доступности, принцип наглядности, принцип индивидуального подхода к обучаемым, принцип прочности знаний*.

В ряде исследований, связанных с методикой обучения математике, авторами [4; 5; 6-8] предлагаются принципы, конкретизирующие и дополняющие основные принципы обучения. Суть предложенных А.А. Столяром [7, с. 63] принципов заключается в том, что курс математики должен отражать, в соответствии с уровнем мыслительной деятельности учащихся, фундаментальные идеи и логику современной математики, а процесс обучения математике должен строиться подобно процессу исследования в математике, имитировать процесс творческого поиска.

Применительно к обучению высшей математике студентов нематематических специальностей В.Г. Скатецкий [6, с. 50] выдвинул следующую систему принципов, базирующихся на общедидактических принципах: принцип фундаментальности; принцип профессиональной адаптации; принцип новой математической идеи; принцип преемственности.

Специфическим для высшей школы является сочетание фундаментальной и прикладной направленности. Высшая школа всегда была и будет профессиональной по своей сути и назначению. Поэтому требова-

ние прикладной направленности, в сочетании с фундаментальностью, является ведущим для любого высшего учебного заведения, в том числе и технического профиля.

Принцип фундаментальности требует обучения основным математическим структурам, которые используются при создании и исследовании математических моделей достаточно широкого круга явлений и процессов действительности. Согласно этому принципу обучение высшей математике характеризуется определенным уровнем логической обоснованности изучаемых фактов, абстрактности математических понятий, наличием универсальных математических методов, соблюдением внутренней логики развития предмета [9, с. 62]. Реализация принципа фундаментальности отрицает узкий утилитаризм, когда обучают только тому, что непосредственно будет использовано на практике.

Принцип профессиональной адаптации, в отличие от утилитаризма, ориентирует обучение на использование предметных ситуаций из предстоящей области деятельности для иллюстрации общих подходов к построению моделей, их исследованию и использованию.

Специфика профессиональной подготовки специалистов инженерного профиля состоит не только в получении новых математических знаний, но и в воспитании потребности и готовности к применению математических методов, повышению креативности в профессиональной деятельности. Это подразумевает выработку умения проводить анализ производственных и технических задач с использованием их математических моделей, оценивать адекватность модели реальной ситуации, что также предполагает повышение роли компьютерной подготовки.

Принцип новой математической идеи подразумевает, что в процессе обучения высшей математике необходимо создавать условия для расширения и углубления изложенного, обобщения полученных результатов, а также наличия прикладных задач, соответствующих данной специальности, решение которых требует дополнительных сведений из области математики.

Принцип преемственности означает продолжение в той или иной форме математического образования студентов после окончания изучения основного, определенного учебным планом и программой курса математики. Это подразумевает организацию консультаций для студентов старших курсов, создание спецкурсов по отдельным разделам математики, а также тесный контакт и обмен информацией между преподавателями математики и спец дисциплин.

С.А. Розанова [10, с. 113] дополняет эти принципы *принципом неформальной строгости* (преподавание математики студентам технического вуза осуществляется с выделением ядра курса, в котором бы сохранялась строгость и точность изложения, а также части курса, в котором акцент делается на содержательном обосновании утверждений и их использовании), *принципом универсальности* (введение профессионально-прикладной оставляющей, формирующей представление у студентов об универсальности математических формул и методов), *принципом само-*

обучения и самовоспитания (развитие способности студентов к самообучению и самовоспитанию).

Использование ИТ в процессе обучения высшей математике в техническом вузе предполагает выяснение их дидактического потенциала, изучение особенностей проявления основных принципов обучения при соответствующей его организации.

Принцип научности во многих исследованиях рассматривается совместно с *принципом систематичности и последовательности обучения* как единый принцип.

Выступая в роли инструментария, ИТ позволяют более наглядно демонстрировать многие математические понятия и связи между ними. Это, в свою очередь, способствует получению студентами целостного представления об изучаемом разделе или теме. Суть *принципа научности* заключается в том, что студент овладевает процессом формирования научных знаний и методами самой науки, знакомится с ее проблемами, задачами и способами их решения. Содержание курса высшей математики должно учитывать перспективы расширения сферы применения математики в инженерном деле, а его преподавание должно нацеливать студентов на формирование научного мировоззрения.

Принцип научности ориентирует на усвоение общих методов научного познания [6; 8; 9], среди которых одним из важнейших является метод математического моделирования, поскольку построение математических моделей изучаемых явлений лежит в основе решения практически всех задач, возникающих в деятельности инженера. Поэтому требование принципа научности естественным образом выдвигает на первый план обучение студентов доступным для них способам математического моделирования. Решение практической задачи условно можно разделить на несколько этапов: этап формализации (перевод задачи на математический язык, составление формальной математической задачи); этап решения математической задачи; этап интерпретации решения математической задачи и сопоставления полученных данных с исходной практической задачей. Этап решения математической задачи сопряжен с выполнением алгоритмической части, которая зачастую бывает многошаговой, разветвленной и трудоемкой. В связи с этим подобного рода вычисления целесообразно проводить с использованием возможностей ИТ.

Кроме того, возможность моделирования, имитации изучаемых объектов, явлений, процессов (как реальных, так и виртуальных) с помощью ИТ может обеспечить проведение экспериментально-исследовательской деятельности и вместе с тем приблизить эксперимент к современным научным методам исследования [11, с. 17].

Принцип сознательности, активности и самостоятельности заключается в целенаправленном активном восприятии студентами изучаемых понятий, их осмыслении, творческой переработке и применении.

Понятно, что без активной мыслительной деятельности студента невозможно сознательное усвоение материала. При этом необходимо по-

мнить, что потенциал студента по усвоению информации может реализоваться лишь при условии, если он понимает содержание информации, видит в ней личностный смысл и связывает ее с возможностями использования в практических действиях [1, с. 45].

Активная деятельность студента будет более эффективной, если он обладает навыками самостоятельной работы, активнее и глубже усваивает учебный материал, оказывается подготовленным к самообразованию и творческому труду по изучаемой специальности.

Требование обеспечения сознательности обучения, самостоятельности и активизации деятельности обучаемого предполагает обеспечение средствами ИТ самостоятельных действий по извлечению учебной информации при четком понимании студентом конкретных целей и задач учебной деятельности. Активизация деятельности студента может обеспечиваться возможностью самостоятельного воздействия на учебную ситуацию, выбором режима учебной деятельности; вариативностью действий студента в случае принятия им самостоятельного решения. При организации самообразования студентов ИТ выступают в качестве важного вспомогательного средства организации учебного процесса. Средствами ИТ можно сделать более оперативной обратную связь обучаемого с обучающим. Существовавшая ранее сложная проблема поиска необходимой информации сменилась, на первый взгляд, простой, но на самом деле не менее сложной проблемой поиска нужных сведений среди большого объема информации.

Принцип доступности требует, чтобы объем и содержание материала по высшей математике были по силам студентам, соответствовали уровню их умственного развития и имеющемуся запасу усвоенных знаний, приобретенных умений и навыков.

Учебный материал с использованием ИТ можно представлять студенту порциями в виде блоков различного объема, при этом блоки могут отличаться и глубиной изложения. Вариативность представления учебного материала с помощью ИТ позволит студенту ознакомиться с различными подходами к его изложению и выбрать приемлемый способ изучения.

Установление того, доступен ли пониманию обучаемого учебный материал, соответствует ли он ранее приобретенным знаниям, умениям и навыкам, производится с помощью разнообразных форм контроля, среди которых, в силу своей оперативности, массовой технологичности, значительное место занимает компьютерное тестирование.

Использование в обучении *принципа наглядности* предполагает создание образов, которые выступают в качестве ориентиров при формировании представлений об изучаемых объектах, служат основой для развития интуиции. Принцип наглядности состоит в последовательном и взаимосвязанном изложении доступных для уяснения студентов элементов курса высшей математики в их единстве, целостности, структурной упорядоченности. Графическая и символическая наглядность применя-

ется и как средство познания нового, и для иллюстрации изучаемых положений, и для развития наблюдательности, и для лучшего запоминания изученного материала.

При обучении высшей математике ИТ используются не только для визуализации учебного материала, но и для экспериментирования с ним. Основное преимущество компьютера состоит в том, что он значительно расширяет возможности наглядного предъявления изучаемого материала. Применение цвета, графики, мультимедиа, звука, всех современных средств визуализации позволяет нагляднее представить изучаемые объекты и связи между ними. При использовании ИТ появляется возможность гибкого оперирования с наглядной информацией.

Обучение высшей математике в техническом вузе, согласно государственному образовательному стандарту, сводится 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. Освоение идейной стороны курса подразумевает овладение студентами определенным набором теоретических, фундаментальных знаний по высшей математике, достаточных для будущей профессиональной деятельности. Техническая сторона курса высшей математики включает в себя овладение навыками решения стандартных задач, в том числе с привлечением средств ИТ.

Курс высшей математики насыщен алгоритмами и формализмами. С одной стороны, усвоение этих алгоритмов требует от студента значительных временных затрат. С другой стороны, реализация этих алгоритмов возможна за счет различных пакетов прикладных математических программ и занимает при этом значительно меньше времени, чем выполнение вручную даже не очень сложных вычислений. Кроме того, многие вычисления, связанные с обработкой большого количества данных, проведение различных расчетов и т.д. инженер в своей профессиональной деятельности, как правило, осуществляет с помощью компьютера.

В процессе обучения студентов основным подходам к решению стандартных задач важно делать акцент не только на запоминании, но и, прежде всего, на понимании сущности используемых формализмов. Высвободившееся за счет уменьшения рутинных вычислений учебное время целесообразно использовать для обучения «креативным» аспектам курса.

Принцип смены приоритетов ориентирует на освоение идейной стороны курса, овладение основными способами решения типовых задач, ознакомление с техническими трудностями, которые могут возникнуть при исследовании разнообразных предметных ситуаций, и освоение возможностей пакетов прикладных математических программ.

Принцип смены приоритетов ориентирует преподавателя на четкое, поэтапное планирование учебного процесса, постановку образовательных целей и организацию их достижения, учитывая при этом специфику обучения высшей математике в техническом вузе и те возможности, которые предоставляют ИТ.

Принцип смены приоритетов в обучении высшей математике в техническом вузе

Процесс обучения высшей математике условно можно разделить на несколько этапов. На начальном этапе освоения содержательной линии курса высшей математики происходит ознакомление с базовыми понятиями и их основными свойствами. Условно этот этап отвечает на вопрос “Что это?”. При этом доминирует процесс восприятия основных положений, описывающих сущность явлений, понятий, процессов. Для лучшего усвоения новых понятий целесообразно демонстрировать их свойства и взаимосвязи на простых примерах. На начальном этапе на первый план выступает *приоритет идеи и понятия*. Подчеркнем, что большое значение здесь имеет ясная мотивировка вводимых понятий.

Помимо этого, для усиления идейного смысла содержания утверждений особенно велика роль наглядности, подбора системы практических примеров и разработка характерных частных случаев. Возможности ИТ по визуализации изучаемых понятий и их свойств позволяют на этом этапе создавать базу демонстрационного материала, которую легко хранить и использовать.

После ознакомления с базовыми понятиями курса переходят к освоению методов решения типовых задач. Условно этот этап отвечает на вопрос “Как это сделать?”. При этом деятельность студента должна быть направлена, прежде всего, на изучение методов решения стандартных задач. Приоритетным на этом этапе является *освоение типовых способов деятельности и выработка умений решения типовых задач*. На этом этапе деятельность студента должна быть ориентирована на выполнение действий по образцу, а также на анализ различных примеров рационального применения типовых приемов и алгоритмов, которые позволяют студенту представлять сложности, возникающие в различных конкретных ситуациях. Каждый рассматриваемый пример должен пояснять ту или иную сторону понятия, однако все задачи вначале не должны требовать больших вычислений. На этом этапе, как правило, деятельность студентов организуется без использования ими возможностей компьютера.

Например, при изучении математической статистики на этапе освоения основных принципов систематизации и обработки данных желательно вначале использовать задачи, не требующие большого ручного счета, то есть задачи с небольшим количеством данных. Однако за особенностями распределения выборки удастся лучше проследить на больших объемах, что сопряжено с большими временными затратами, отводимыми на ручной счет. В связи с этим в дальнейшем студенту при решении такого рода задач эффективнее и удобнее задействовать возможности компьютера. Разумеется, обучать студентов использованию возможностей ИТ лучше всего после того, как студент “вручную” освоил основные правила и способы обработки данных (построение частотных таблиц, диаграмм, определение параметров выборки и т.д.).

Кроме того, преподавателю, чтобы не тратить время на запись данных на доске, построение различного рода таблиц, существенным образом может помочь использование возможностей ИТ по хранению и оперативному предоставлению различного рода информации. Это могут быть разнообразные заготовки данных, взятых из областей деятельности будущего инженера (например, с реального производства).

В процессе обучения желательно использовать задачи, постановка которых была бы приближена к исследованию реальных процессов. Рассмотрение таких задач способствует трансформации одного типа деятельности (познавательного) в другой (профессиональный), когда усвоенные в процессе обучения знания, а также умения и навыки выступают в профессиональной деятельности уже не в качестве предмета, на который направлена активность студента, а в качестве средства решения задач, в том числе и задач с профессиональным содержанием.

Традиционно реализация прикладной направленности обучения высшей математике в техническом вузе осуществлялась посредством иллюстрации предметной сущности изучаемых математических объектов, решения задач межпредметного характера, демонстрации применения используемых методов в различных областях профессиональной деятельности будущего специалиста. Благодаря возможностям вычислительного, графического, визуализационного, справочно-информационного характера, предоставляемым ИТ, становится реальным формирование общего подхода к решению прикладных задач, относящихся к различным предметным областям профессиональной деятельности, а это, в свою очередь, будет способствовать повышению качества усвоения курса высшей математики.

При решении задач прикладной направленности происходит «проверка действительности» методов, приемов и правил, которые у студента к этому моменту сформировались. Условно этот этап отвечает на вопрос «*Как это реализовать?*». Деятельность студента должна быть направлена на то, чтобы внести определенные коррективы в свои представления об изучаемых объектах и в приемы своей деятельности по решению задач. Он должен также уяснить значимость приобретенных знаний и умений для качественного и квалифицированного решения более сложных задач из области будущей профессиональной деятельности. Таким образом, на этом этапе приоритетным является *использование приобретенных знаний и умений при решении профессиональных задач*.

При решении профессионально ориентированных задач студенту необходимо провести анализ полученных данных (выбрать значимое, существенное, отбросить несущественное и т.п.), построить математическую модель на основе проведенного анализа данных, осуществить поиск средств решения сформулированной математической задачи. Отметим также, что в данном случае вместо ручного счета целесообразнее использовать возможности ИТ при выполнении стандартных вычислений.

И вот здесь использование вычислительных возможностей ИТ (например, разработанных прикладных математических программ) позволит значительно сократить время, отводимое на выполнение стандартных алгоритмических вычислений. Однако не следует при этом считать, что вычислительные возможности данных программ делают ненужными не только многие умения и навыки, но и виды учебной деятельности студента (например, запоминание основного содержания и освоение стандартных способов деятельности), поскольку с помощью прикладных пакетов математических программ можно вычислять лишь то, что запрограммирует пользователь. Поэтому для использования того или иного прикладного пакета программ пользователю необходимо знать как сущность задач, для решения которых этот пакет предназначен, так и те обстоятельства, которые ограничивают его применение. Привлечение средств и возможностей ИТ будет действительно эффективным и целесообразным только после приобретения практических умений в решении стандартных задач.

После того как задача решена, наступает важный этап анализа полученных данных. Условно этот этап отвечает на вопрос *“Что получилось?”*. На этом этапе студенту необходимо обратить внимание на форму представления полученного результата и правильную его интерпретацию. Таким образом, на данном этапе приоритетным является *проверка адекватности модели и интерпретация выводов*.

При этом важно оценивать влияние на окончательный результат различного рода погрешностей, присущих исходным данным, а также погрешностей, связанных с округлениями при получении итоговых характеристик. После проведения вычислений следует сделать критическую оценку полученного компьютером результата и решить, насколько соответствуют полученные выводы реальному процессу или явлению. При необходимости следует вернуться к математической модели, пересмотреть или уточнить ее и исследовать уточненную математическую задачу. По результатам решения математической задачи следует сделать практические выводы.

Если отведенное время не позволяет реализовать цели обучения во всей их полноте, то на разных этапах обучения преподаватель может менять акцент преподавания в деятельности студента (восприятие – осмысление – применение – рефлексия). Именно на это и ориентирует принцип смены приоритетов.

Заключение

Использование возможностей, предоставляемых ИТ на каждом этапе обучения высшей математике в техническом вузе, позволяет увеличить степень наглядности при демонстрации изучаемых объектов и их связей, расширить круг возможных способов представления учебного материала, сделать более оперативной обратную связь преподавателя и студента.

На этапе решения прикладных задач возможности ИТ по выполнению символьных преобразований помогают значительно сократить долю рутинных вычислений. Кроме того, при анализе сложных производственных задач с помощью прикладных математических программ можно оперативно анализировать и при необходимости модифицировать используемые математические модели.

Организация обучения в соответствии с принципом смены приоритетов требует конкретизации дидактических целей на каждом этапе обучения и нацеливает на более тесную увязку процесса обучения высшей математике с предстоящей профессиональной деятельностью студентов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. **Вербицкий, А.А.** Активное обучение в высшей школе: контекстный подход / А.А. Вербицкий. – М. : Высш. шк., 1991. – 206 с.
2. **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., 2001. – 21 с.
3. **Зайцева, Ж.И.** Методика преподавания высшей математике с применением новых информационных технологий в техническом вузе : автореф. дисс. ... канд. пед. наук : 13. 00. 02 / Ж.И. Зайцева. – Елабуга, 2005. – 20 с.
4. **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.
5. **Роберт, И.В.** Современные информационные технологии в обучении: дидактические проблемы, перспективы использования / И.В. Роберт. – М. : Школа Пресс, 1994. – 140 с.
6. **Скатецкий, В.Г.** Профессиональная направленность преподавания математики: теоретический и практический аспекты / В.Г. Скатецкий. – Минск : БГУ, 2000. – 160 с.
7. **Столяр, А.А.** Педагогика математики / А.А. Столяр. – Минск : Выш. шк., 1986. – 416 с.
8. **Черкасов, Р.С.** Методика преподавания математики в средней школе / Р.С. Черкасов. – М. : Просвещение, 1985. – 178 с.
9. **Кудрявцев, Л.Д.** Современная математика и ее преподавание / Л.Д. Кудрявцев. – М. : Наука, 1980. – 144 с.
10. **Розанова, С.А.** Формирование математической культуры студентов технических вузов : дисс. ... докт. пед. наук : 13. 00. 02 / С.А. Розанова. – М., 2003. – 327 с.
11. **Карасик, А.Л.** Дидактические особенности обеспечения наглядности обучения средствами ИТ : автореф. дисс. ... канд. пед. наук : 13. 00. 01 / А.Л. Карасик ; Вятский гос. гум. ун-т. – Киров, 2007. – 21 с.

Поступила в редакцию 23.08.2012 г.