

# **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ЧИСЛЕННЫМ МЕТОДАМ И КОМПЬЮТЕРНОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ**

**И.В. Барматина**

В статье изложены некоторые вопросы проектирования технологии обучения, а также представлен опыт преподавания курса «Численные методы и компьютерное моделирование» на математическом факультете педагогического университета.

*Ключевые слова:* проектирование, технология обучения.

Основными задачами современного образования являются обеспечение новых уровней качества подготовки специалистов, формирование гибкой системы подготовки кадров, которая обеспечивает потребность общества в специалистах различных направлений с быстрой адаптацией к изменяющимся условиям профессиональной деятельности, т.е. способность молодых специалистов к расширению и пополнению знаний. Реализация этого в системе высшего профессионального образования предусматривает построение педагогиче-

ской системы, состоящей из элементов, формулирующих дидактическую задачу, и элементов, описывающих технологию обучения как средство решения этой задачи.

Формулировка дидактической задачи осуществляется путем раскрытия таких элементов педагогической системы, как студент, цели образования, структура содержания образования. Эти элементы системы описаны в исходных требованиях к поступающим в высшее учебное заведение и Государственных образовательных стандартах высшего профессионального образования.

Описание другой части педагогической системы - технологии обучения - требует определения понятия педагогической технологии, ее структуры и анализа существующих педагогических технологий.

Анализ различных подходов к определению понятия педагогической технологии позволил нам сформулировать следующее определение.

Педагогическая технология - это исследование с целью выявить принципы и разработать модель оптимизации образовательного процесса путем анализа компонентов личности студента, содержания образования, форм, методов и приемов, повышающих образовательную эффективность, путем применения отобранных методов и приемов, а также посредством их оценки. Таким образом, целью педагогической технологии является оптимальное управление учебно-воспитательным процессом, который включает в себя взаимосвязанные организацию деятельности обучаемого и контроль этой деятельности.

Как известно, структура педагогической технологии представлена такими элементами управления учебно-воспитательным процессом, как “Обучающийся”, “Цели обучения”, “Содержание обучения”, “Объем усвоенных знаний на деятельностной основе”, “Дидактические процессы”, “Организационная форма управления учебно-воспитательным процессом”.

Выбор педагогической технологии для реализации поставленной дидактической задачи предполагает проведение анализа существующих технологий. Анализ возможно проводить по следующим пара-

метрам: цель технологии, ее сущность, механизм реализации в учебном процессе. В этом случае можно выделить педагогические технологии, которые позволяют обеспечить личностное индивидуальное развитие обучаемых, развитие их познавательной активности, творческой самостоятельности, способностей, интересов. В то же время эти технологии реализуют профессиональное становление будущих специалистов через усвоение знаний о содержании профессиональной деятельности и способов ее осуществления. Проведенный анализ педагогических технологий позволяет сделать вывод: 1) всю совокупность педагогических технологий можно условно разделить на три группы: группа А - изменение подходов к представлению содержания обучения - проблемное, концентрированное, модульное; группа Б - учет запросов обучаемых - развивающее, дифференцированное; группа В - изменение способов деятельности в обучении - контекстное, игровое; 2) современные технологии обучения не только не противоречат друг другу, но и в идеальном случае должны сочетаться в учебно-воспитательном процессе. Поскольку детальное описание каждой из названных педагогических технологий представляет собой самостоятельную задачу, мы остановимся в данной статье на характеристике модульно-рейтинговой технологии обучения численным методам и компьютерному моделированию студентов педагогических специальностей, в рамках которой покажем систему управления самостоятельной работой студентов.

Природа феномена самостоятельности как процесса сознательной саморегуляции активности индивида позволяет сформулировать ряд общих положений, на базе которых возможно построить систему управления самостоятельной деятельностью студентов в процессе учения.

1. Знания как обобщенный и освоенный личностью фрагмент коллективного опыта, включающий как информацию (описание понятий, предметов, явлений, процессов), так и способы деятельности, а также критерии оценок осваиваются каждым студентом в результате активной, поэтапной, направляемой, структурированной, целенаправленной самостоятельной познавательной деятельности.

2. Деятельность, рассматриваемая как активность личности, направленная на решение задач, всегда целенаправленна, и для обеспечения эффективности этой деятельности необходимо, чтобы личность имела опережающее представление о результате этой деятельности.

3. Тип структурированной деятельности студентов в обучении и способ ее поэтапного осуществления (технология) определяют качество и эффективность усваиваемых знаний и формируемых умений.

В рамках построенной системы управления выделяются воспроизводящие и творческие процессы в деятельности студента. В зависимости от этого различаются три уровня самостоятельной деятельности студентов: репродуктивный, реконструктивный, творческий. Репродуктивные самостоятельные работы выполняются по образцу: решение задач, заполнение таблиц, схем и т.д. Познавательная деятельность студентов проявляется в узнавании, осмыслении, запоминании. В ходе реконструктивных самостоятельных работ происходит перестройка решений, составление плана, тезисов, аннотирование. Творческая самостоятельная работа предполагает анализ проблемной ситуации, получение новой информации; студенты должны самостоятельно произвести выбор средств и методов решения.

В системе управления практически применяются разнообразные приемы индивидуализации и активизации самостоятельной работы студентов. Приведем некоторые из них, относящиеся к:

а) индивидуализации самостоятельной работы студентов (СРС):

- аудиторные занятия проводятся таким образом, чтобы обеспечить безусловное выполнение некоторого минимума самостоятельной работы всеми студентами и предусмотреть усложненные задания для студентов, подготовленных лучше;

- осуществляется регулярный контроль успешности выполнения СРС со стороны преподавателя, и проводятся индивидуальные консультации;

- для обеспечения успешности СРС студентам выдаются четкие методические указания по ее выполнению; в технологических картах отображается содержание СРС;

- система заданий к занятиям содержит все типы задач, методами решения которых студент должен овладеть;

- перед началом изучения дисциплины проводится “входной контроль”;

- задания для СРС содержат две части - обязательную и вариативную; объем выполнения каждой из них учитывается при итоговом контроле;

б) активизации СРС:

- осуществляется обучение студентов методам самостоятельной работы; сообщаются рефлексивные знания, необходимые для самоанализа и оценки;

- во время чтения лекций, на лабораторных и практических занятиях демонстрируется необходимость овладения предлагаемым учебным материалом;

- некоторые теоретические вопросы учебного курса излагаются проблемно с воспроизведением типичных способов реальных рассуждений, используемых в науке;

- студентам после каждой лекции выставляются задания теоретического и практического характера, вопросы к зачету (экзамену);

- для обеспечения возможности студенческого самоконтроля используется система контрольно-обучающих заданий;

- некоторым студентам по результатам работы в первом модуле присваивается статус консультанта;

- используется рейтинговый метод контроля СРС и т.д.

Основными этапами самостоятельной работы студентов в процессе обучения численным методам и компьютерному моделированию являются: 1) выполнение заданий, которые предлагаются в процессе чтения лекции; 2) выполнение практических заданий с консультациями и самоконтролем; 3) выполнение самостоятельных творческих работ.

Рабочая программа по численным методам и компьютерному моделированию имеет модульную структуру. Построение модулей основывается на принципах системности, межпредметной и внутрипредметной связи: а) внутри модуля устанавливаются горизонталь-

ные связи между темами; б) между модулями устанавливаются горизонтальные и вертикальные связи, а также опосредованные связи, т.е. одна из тем модуля является базовой для последующих модулей. Таким образом образуется структурно-логическая схема изучения дисциплины, в которой мы выделяем следующие виды тем: а) базовые, или обязательные, темы; б) сквозные темы, которые объединяют несколько модулей; в) внутри каждой темы выделяются вариативные подтемы, т.е. вопросы, которые предполагают выбор студентом направления исследования и изучаются индивидуально.

Каждый модуль учебного курса имеет информационное обеспечение, в состав которого входят лекционный материал, технологическая карта преподавателя, карта знаний и умений, технологическая карта студента, индивидуальная карта студента, учебное приложение, система контрольно-обучающих и тестовых заданий. Курс в целом сопровождается тематическим планом, схемой распределения баллов по модулям, итоговой рейтинговой ведомостью, материалами итогового контроля.

Дадим краткое описание применяемых нами технологических и индивидуальных карт. Технологические карты выдаются каждому студенту на первой неделе семестра. Она (технологическая карта) состоит из двух частей: 1 часть (на бумажном носителе) - собственно технологическая карта; 2 часть (в электронном виде) - приложение к технологической карте, которое содержит задания самостоятельной работы студентов практического характера, вопросы для самостоятельного изучения теоретического характера, вопросы, выносимые на зачет по указанной теме, и список понятий и терминов, которыми необходимо овладеть в процессе изучения модуля. Приложение к карте выдается по мере необходимости в соответствии с графиком выполнения работ.

Индивидуальная карта выдается каждому студенту группы. В соответствии с картой студент может самостоятельно вести свой рейтинг, т.е. заполнять карту, а также планировать деятельность по выполнению вариативных работ, вести подготовку к контрольным работам. Заполнение индивидуальной карты является одной из форм

[ студенческого самоконтроля. Если студентом заполнена индивидуальная карта, которая подписана преподавателем, то технологическая карта студента считается отработанной. Сопоставительный анализ технологической и индивидуальной карт позволяет отслеживать интенсивность работы студентов. Обычно индивидуальные и технологические карты студентов используются для мониторинга качества образования по курсу, и поэтому они хранятся в мониторинговом портфеле студентов данного курса.

Обязательной частью системы управления самостоятельной работой студентов является контроль - проверка хода и результатов теоретического и практического усвоения студентами учебного материала, а, с точки зрения преподавателя, - достижения дидактических целей развития личности обучаемого. Качество усвоения студентами учебного материала, качество деятельности, которую могут осуществлять студенты, можно характеризовать как уровни деятельности (усвоения): уровень представления, уровень воспроизведения, уровень умений и навыков, уровень творчества. Для достижения любого уровня усвоения студент должен осуществить учебную деятельность, состоящую из трех видов действий: ориентировочной основы действия, исполнительских действий и контрольных действий [1,2].

Как вариант решения проблемы построения технологии контроля за результатами обучения мы выбрали рейтинговую систему контроля качества усвоения учебного материала. Контроль и оценка качества усвоения знаний проводится в двух направлениях: прямом (мониторинг) и опосредованном (выполнение практических работ, лабораторных работ, научно-исследовательских, учебно-исследовательских заданий и др.).

В каждом из названных направлений разработана рейтинговая система, которая характеризуется следующими признаками: предметной направленностью; индивидуализацией учебного материала по степени сложности; ориентацией на групповое обучение студентов в составе до 15 человек.

Организация рейтинговой системы, основанная на данных признаках, может быть представлена следующим образом:

1. Рейтинг - количественная оценка качества обученности студента по отдельному предмету, суммарная (накопительная) оценка работы студента.

2. Курс разделен на шесть модулей, которые упорядочены в соответствии с содержанием Государственного образовательного стандарта.

3. В данной рейтинговой системе будем рассматривать следующие виды рейтинга: обязательный (результатов трех основных видов контроля) и дополнительный (результат двух дополнительных видов контроля), который учитывает индивидуальную работу студента, но при этом имеет фиксированный балл, величина которого определяется как - 40% от балла обязательного рейтинга.

4. Рейтинговая сумма баллов формируется по результатам трех основных видов контроля: текущего (на занятиях, опосредованный), промежуточного (контрольная работа), итогового (экзамен) и двух дополнительных: контроль исходного уровня (перед началом изучения дисциплины) и контроль достижений в области творчества (научно-практические конференции, учебно-исследовательские работы и т.д.)

5. В баллах оцениваются следующие виды работ, среди которых выделяются обязательные и дополнительные. Обязательные виды: посещение лекционных, практических и лабораторных занятий, выполнение системы задач и упражнений на практических занятиях, обязательных домашних работ и контрольных аудиторных работ и сдача курсового проекта и экзамена. Дополнительные виды: выполнение вариативных работ, участие в научной работе кафедры, выступление с докладом на студенческой научной конференции и т.д.

6. Студенту сообщается максимальный рейтинговый балл по конкретному заданию, который начисляется в соответствии с требованиями, предъявляемыми к качеству исполнения задания; а после выполнения задания - то количество баллов, которое получил студент за выполненное задание.

7. В рейтинг засчитываются баллы, набранные студентом по модулю на период его окончания.



Следует отметить, что в процессе обучения по модулю студент может повысить первоначальный рейтинг, выполнив обязательную контрольную работу и вариативную работу по выбору.

8. Для оценки качества заданий, выполненных студентом, используется шкала оценок, которая формируется следующим образом:

- максимально возможная семестровая сумма есть сумма всех максимально возможных баллов за выполнение каждого задания в течение семестра;

- предметная итоговая рейтинговая сумма (предметный рейтинг студента) накапливается по окончании изучения предмета (например, в течение нескольких семестров);

- сумму максимальных рейтинговых оценок по всем контрольным заданиям всего учебного предмета определяет преподаватель; она представляет собой максимальное значение рейтинговой шкалы обученности студента за один семестр.

9. Нахождение ранга, подсчет относительного и абсолютного рейтингов отображается в виде таблиц данных и диаграмм. В ходе учебного процесса осуществляется ежемесячный мониторинг успешности обучения студентов по учебному предмету, который представлен двумя диаграммами (предыдущий рейтинг и текущий) или одной диаграммой с приращением.

10. Описание заданий-измерителей. По каждому модулю разработан пакет задач, самостоятельное полное и верное решение которых студентом означает, что он освоил модуль на достаточном уровне. Каждая задача имеет свой рейтинг, величина которого означает меру важности для понимания содержания как соответствующего модуля, так и всего учебного курса. Этот рейтинг (общий балл) указывается после формулировки каждой задачи, кроме этого к каждой задаче (или, если это возможно, к некоторой группе задач), прилагается список критериев оценки выполненной задачи. Поэтому студент, решая модульные задачи, имеет возможность самооценки своих знаний, самостоятельного контроля за ходом овладения курсом, нахождения пробелов в своих знаниях. Свой

вариант решения модульных задач студент записывает в тетрадь или формирует в виде файлов и сдает на проверку преподавателю по окончании изучения каждого модуля. В обмен получает правильно выполненное решение задач модуля и комментарии к решению. Такая организация работы, с одной стороны, дает возможность студенту сравнить собственное решение с правильным, выявить возможные ошибки, получить консультацию преподавателя (временной промежуток для анализа), с другой стороны, дает возможность преподавателю осуществлять систематический контроль за приращением знаний, выполнять профилактику ошибок и т.д.

Содержание всех модулей и тем учебного курса определяет систему контрольно-обучающих и тестовых заданий. Контрольно-обучающие методы группируются нами по следующим видам и разновидностям:

а) использование тестовых и контрольно-обучающих заданий в виде основных и дополнительных заданий в ходе практического занятия при рассмотрении (обсуждении) того или иного вопроса изучаемой темы;

б) использование контрольно-обучающих заданий в виде основных и дополнительных упражнений и задач в ходе практического или лабораторного занятия для формирования и отработки некоторых специальных умений;

в) проведение по проблемно-сформулированным контрольно-обучающим заданиям проверочных работ, посвященных одной из тем или модулю, объединяющему смежную тематику;

г) индивидуальные домашние задания на основе системы используемых контрольно-обучающих заданий по каждой теме того или иного модуля;

д) использование проблемных контрольно-обучающих заданий в лекциях для стимулирования познавательного интереса, творческого отношения студентов к рассматриваемой тематике курса, его основным модулям;

е) организация ведущим преподавателем по тематике курса учебно-исследовательской группы, главной целью которой является

повышение качества знаний, умения их применять в освоении других курсов учебного плана.

Система контрольно-обучающих заданий рассматривается нами как система, состоящая из трех подсистем: 1) подсистема вопросов, 2) подсистема упражнений и 3) подсистема задач.

Подсистема вопросов представляет собой совокупность контрольных вопросов, ориентирующих студента на определенную совокупность сведений, которые следует надежно усвоить и запомнить и предназначенных для самопроверки знаний студента. Она (подсистема) дает студенту возможность оперативно оценить свою подготовленность по данной теме и определить уровень готовности к изучению следующей темы. Классификация видов контрольных вопросов соотносится с видом решаемых задач. Поэтому вопросы можно сгруппировать в пять видов: 1) проверка понимания понятийного аппарата учебной дисциплины; 2) воспроизведение фактического материала; 3) раскрытие причинно-следственных связей; 4) выделение главного, сравнение, доказательство, конкретизация; 5) обобщение и систематизация знаний. Данная классификация позволяет разделить всю совокупность контрольных вопросов на два типа: вопросы репродуктивного характера и вопросы творческого характера. Каждый тип имеет свои стандартные модели, в основе построения которых лежат ключевые слова.

Вторым элементом системы контрольно-обучающих заданий являются упражнения. Подсистема упражнений представляет собой совокупность заданий, направленных на формирование умений. Разработанная нами система упражнений характеризуется тремя основными признаками: 1) имеет репродуктивный характер и строится по принципу нарастающей сложности, т.е. для выполнения каждого следующего упражнения требуется обучаемым не один известный алгоритм, а некоторое их сочетание; 2) требует строгого соблюдения последовательности выполнения упражнений, для того чтобы подвести обучаемого к решению задач и позволить последовательно отработать как простейшие операции или алгоритмы обработки информации, так и более сложные их варианты, характеризующиеся

четкой формулировкой исходных и результатных данных; 3) требует обязательного построения четко сформулированного на основе понятий информатики и компьютерных технологий словесного описания алгоритма выполнения каждого упражнения или представление его в виде блок-схемы.

Третьим элементом контрольно-обучающих заданий является подсистема задач, состоящая из задач двух типов: стандартных и нестандартных. Такая типология задач создает различные виды учебных ситуаций, которые обуславливают различные стратегии обучения. При решении задач возникают следующие виды учебных ситуаций: 1) решение стандартных задач, общий метод решения которых еще не известен обучаемым; 2) решение стандартных задач, общий метод решения которых уже известен обучаемым; 3) решение нестандартных задач. В первой ситуации стратегия обучения предполагает решение однотипных частных задач с целью открытия общего метода (алгоритма) решения задач данного класса. Задачи, рассматриваемые в этой ситуации, близки по своему назначению к заданиям типа “упражнение” с той лишь разницей, что предполагают большую самостоятельность обучаемого. Во второй ситуации требуется применение уже известных общих правил, алгоритмов с некоторой степенью конкретизации к предложенной частной задаче. Стратегия обучения в этой ситуации ориентирована на обучение распознаванию принадлежности частных задач к классам задач, решаемых с помощью определенных, уже известных общих алгоритмов. В третьей ситуации стратегия обучения ориентирована на обучение некоторым регулярным методам поиска решений. Если обучение в первой и второй ситуациях представляет собой задачу среднего уровня сложности, т.к. деятельность носит алгоритмический характер, то обучение в третьей ситуации является проблемным, т.к. ситуация требует от обучаемых генерирования эвристик.

Система упражнений по темам модуля представлена в виде группы файлов двух типов: файл-руководство для преподавателя, файл-задание для студентов. Файл-руководство содержит схему распределения баллов по заданиям работы (лабораторной или

практической) в пределах одного модуля и краткую характеристику каждого задания. Он необходим преподавателю для оценки и анализа студенческих работ. Файл-задание содержит схему распределения баллов по заданиям аудиторной и домашней работы. При изучении некоторых тем студенту дополнительно предлагаются файлы-приложения, содержащие либо материалы, обработка которых предусматривается при выполнении аудиторной/домашней работы (например, таблицы данных), либо справочную информацию по изучаемой теме.

Система контрольно-обучающих методов включает и тестовые задания. Система тестовых заданий позволяет количественно оценить учебные достижения студентов. Процесс разработки системы тестовых заданий связан с решением ряда вопросов: разработка структуры системы, определение ее содержания, уровня контроля, формы представления тестовых заданий тестируемому, алгоритмов проверки правильности выполнения заданий и т.д. Разработка структуры системы тестовых заданий осуществляется с помощью технологической карты (матрицы) тестовых заданий, в которой отображается структура теста, уровни деятельности тестируемых, количество заданий по каждому блоку теста и их доля от общего количества заданий теста. Одной из целей создания такой технологической карты является установление оптимального соотношения между заданиями внутри теста. Оптимальное соотношение определяется с учетом следующих условий: а) выбор уровня контроля: контрольно-обучающий, контрольный; б) компоновка конкретного задания; в) систематизация отобранных заданий. В зависимости от этих условий в практике обучения используются разные схемы включения содержания тем курса в тест (поэлементная или интегральная схемы) и разные типы тестов: с выбором ответа, с кратким ответом и задания с развернутым ответом. Названные типы тестовых заданий имеют свои подтипы. В качестве характеристик тестовых заданий используются: тематическая принадлежность задания; тип (подтип) задания; уровень сложности задания; максимальный балл, выставляемый за выполнение задания.

Следует отметить, что такая типология тестовых заданий позволяет использовать различные технологии обработки ответов тестируемых: проверка преподавателем по критериям или с помощью автоматизированной системы тестирования.

В результате внедрения описанной системы в рамках модульно-рейтинговой технологии обучения численным методам и компьютерному моделированию нами получен интересный опыт в вопросах организации самостоятельной работы студентов. Однако, открытыми остались некоторые вопросы: какое влияние на структуру мотивационного блока личности студента оказывает данная система; каким образом изменился (и изменился ли) уровень вооруженности студентов методами научного познания; какие изменения можно наблюдать в системе личностных и познавательных задач студента в процессе учения; изменилось ли своеобразное личностное концептуальное видение мира у студента (“образ мира”, А.Н. Леонтьев) и др. По каждому из них в настоящее время ведется направленная работа. Автор рассматривает данную работу как определенный этап в разработке проблемы построения системы управления самостоятельной работой студентов в рамках модульно-рейтинговой технологии обучения, направленной на развитие личности обучаемого.

#### Библиографический список

1. Новиков, А.М. Методология образования / А.М. Новиков. - М., 2006.
2. Ушакова, Н.М. Что изучает технология обучения? / Н.М. Ушакова // Качество образования: системы, технологии, инновации: материалы Международной научно-практической конференции. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2007.
3. Филатов, О.К. Информатизация современных технологий обучения в высшей школе / О.К. Филатов. - Ростов-на-Дону, 1997.

# **DESIGNING EDUCATIONAL TECHNOLOGY IN NUMERICAL METHODS AND COMPUTATIONAL MODELING FOR PEDAGOGUE STUDENTS**

**I.V. Barmatina**

In the paper some problems of educational technology designing are stated as well as an experience in teaching the course " Numerical methods and computational modeling" at the mathematical faculty of the pedagogical university is presented.

*Key words:* designing, educational technology.