

Опыт использования личностно-ориентированных информационных технологий при обучении экономико-математическим методам и моделям

А.В. Астахова

Совершенствование образовательных технологий в условиях экономической реформы в России предусматривает решение двух основных проблем. К первой относится сохранение и развитие отечественной системы образования, которая отличалась системностью и фундаментальностью и, как следствие, - высоким уровнем вузовской подготовки специалистов. Вторая проблема связана с изучением и использованием зарубежного опыта на путях ориентирования системы образования на рыночную экономику. При этом решение названных проблем предполагает не только приобретение студентами глубоких теоретических знаний и практических навыков, но и воспитание человека как высшей социальной ценности.

В свете вышесказанного важно подчеркнуть, что все обучаемые должны иметь одинаковую возможность получать глубокие знания. Однако существующая практика говорит о противоположном. Сложившиеся технологии преподавания "у доски" в современных условиях вынуждено высокой учебной нагрузки преподавателей, ориентированы лишь на определенную группу студентов, чаще всего - со средними способностями. При этом сильные студенты, которые поступали в вуз с высоким проходным баллом, быстро усваивают материал и их нужно "занимать" другими задачами, а те, кто не прошел по основному конкурсу и поступил учиться на платной основе, зачастую вообще слабо понимают то, что переписывают с доски. Это приводит к появлению у отстающих студентов комплексов неполноценности, к нежеланию вообще заниматься науками, к поиску собственных путей сдачи экзаменов. Поскольку любой вуз в условиях становления рынка в России остро нуждается в денежных средствах, то слабо успевающие студенты, оплачивая свое пребывание в его стенах, продолжают "учиться". Не останавливаясь на моральной стороне затронутого вопроса, рассмотрим некоторые предложения по решению поставленных проблем путем разработки и внедрения в учебный процесс личностно-ориентированных технологий.

Использование нетрадиционных образовательных технологий целесообразно, прежде всего, при изучении дисциплин, вызывающих у большинства обучаемых значительные трудности. Сказанное относится как к общим, так и к прикладным математическим дисциплинам. Опыт практического использования оптимизационных и имитационных моделей, обучающе-контролирующих и тестирующих программ в рамках различных дисциплин ("Математические методы исследования экономики", "Математическое моделирование экономических систем", "Автоматизация технологических и производственно-экономических процессов") позволяет автору данной статьи обобщить полученные результаты научения студентов при автоматизации учебного процесса на различных специальностях.

Обеспечение индивидуализации содержания обучения и внедрение в вузе новых образовательных технологий возможно прежде всего на практических занятиях; лабораторных работах на ПЭВМ; во время самостоятельной работы студентов. Для этих целей на кафедре Прикладной математики Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова разрабатываются и внедряются в учебный процесс такие личностно-ориентированные технологии как использование стандартных программных средств; обучающе-контролирующих программ; программного обеспечения математических моделей производственно-экономических процессов и систем; электронных учебников; систем тестового контроля.

Для примера рассмотрим подходы к освоению модели классической задачи линейного программирования. В канонической форме она формулируется следующим образом. Найти максимум (минимум) линейной формы

$$L = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \quad (1)$$

при условиях

[illegible]

$$x_j \geq 0; \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

Условия (2) могут быть представлены и в векторном виде:

$$\mathbf{A}_1x_1 + \mathbf{A}_2x_2 + \dots + \mathbf{A}_nx_n = \mathbf{B}, \quad (4)$$

где \mathbf{A}_j – j -й вектор условий, \mathbf{B} – вектор ограничений задачи.

Для практики представляет интерес не столько приведенная модель, сколько использование данного подхода к решению прикладных задач оптимизации. Так, при изучении математических методов исследования экономики студенты должны усвоить постановку задачи из конкретной предметной области, провести ее идентификацию, построить экономико-математическую модель, найти ее решение симплекс-методом. При этом студентам предлагаются практические задачи линейного программирования с различными видами ограничений и различными функциями цели: задачи объемного планирования в энергетике, в металлургии, в нефтяной индустрии, в сельском хозяйстве, в планировании производства на промышленном предприятии, в планировании раскроя материалов и пр.

Работа по данной теме предусматривает исследование пары двойственных задач: это задача (5)-(7) и двойственная к ней задача (8)-(10).

$$L = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \rightarrow \max, \quad (5)$$

$$a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n \leq b_i, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (6)$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (7)$$

$$F = b_1y_1 + b_2y_2 + \dots + b_my_m \rightarrow \min, \quad (8)$$

$$a_{1j}y_1 + a_{2j}y_2 + \dots + a_{mj}y_m \geq c_j, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (9)$$

$$y_i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (10)$$

После построения конкретной модели студенты должны пояснить экономический смысл переменных двойственной задачи и исследовать построенную модель на чувствительность к изменению неуправляемых параметров: коэффициентов линейной формы и составляющих вектора ограничений.

Данная тема рассчитана на три лабораторных работы. Опыт их проведения показывает, что с точки зрения усвоения теоретического материала студентами нематематических специальностей, тема относится к одной из самых трудных. Традиционно студентам предлагалось выполнять построение моделей и все расчеты по оптимизации вручную. Этот подход имел явный плюс: обучаемые, которые строили симплекс-таблицы самостоятельно, в совершенстве осваивали алгоритм. Но чем больше было число итераций в симплекс-преобразованиях в задачах, хотя бы немного приближенных к практике, тем меньше становилось студентов, выполняющих работу самостоятельно. В дальнейшем при появлении пакетов линейного программирования появилась возможность выполнять расчеты на ЭВМ. Однако использование таких пакетов, построенных по типу "черного ящика", в учебном процессе не только не добавляло знаний обучаемым, а имело противоположный эффект: редко кто мог объяснить, как отыскивается решение на модели и как его исследовать.

К сегодняшнему дню практически для всех стали доступны ПЭВМ с новыми широкими возможностями, предоставляемыми пользователям Microsoft Office. При этом нахождение оптимального решения модели с использованием симплекс-метода можно выполнить, в частности, в Excel. Однако следует отметить, что технология работы в Excel при решении задач линейного программирования рассчитана на использование ее опытными пользователями ПЭВМ, которые к тому же должны иметь достаточно хороший уровень математической культуры, то есть это может быть лишь "продвинутой" частью студенческой группы. Большинство же студентов нематематических специальностей, сталкиваясь с технологией выполнения математических расчетов в Excel, испытывает затруднения в понимании сути вопроса.

Для преодоления названных трудностей предлагается использовать у учебном процессе специально разработанные программные продукты, которые отвечают следующим основным требованиям:

- наличие подробного меню, рассчитанного на работу с ним непрофессионального пользователя ПЭВМ, и предусматривающего все этапы выполнения лабораторных работ по теме;
- наличие помощи (Help), в том числе, - контекстной;
- реализация в работе дружественного интерфейса, построенного с учетом требований современных вычислительных систем, в том числе, - при вводе исходной информации и при выводе результатов решения;
- ведение диалога на подмножестве профессионального языка пользователя, с использованием наименований показателей, описывающих исследуемую предметную область, - вместо обозначений соответствующих векторов; наличие демонстрационных примеров;
- реализация обучающего режима, позволяющего запоминать результаты работы по шагам алгоритма, и возвращаться к любому шагу (как вперед, так и назад); реализация контролирующего режима, позволяющего студенту самому увидеть уровень своих знаний по изучаемой теме;

- реализация автоматического режима оптимизации при задании различных вариантов неуправляемых параметров модели; возможность исследования модели на чувствительность к изменению неуправляемых параметров;
- наличие библиотеки вариантов моделей различных задач, доступной для работы во всех режимах.

Практика показала, что использование данного программного продукта с накопленной библиотекой вариантов задач и соответствующих им моделей помогает студентам не математических специальностей достаточно быстро проходить этап идентификации модели и в дальнейшем достаточно быстро переходить к решению и исследованию более сложных задач оптимального планирования. В качестве одного из примеров такой модели можно привести модель (11)-(14) задачи оптимального раскроя партий материалов для изготовления комплектов выпускаемой продукции.

$$z \rightarrow \max, \quad (11)$$

$$\left[\frac{1}{q_i} \sum_{s=1}^l \sum_{j=1}^n a_{sij} x_{sij} \right] \geq z, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad (12)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{sj} = a_s, \quad s = 1, 2, \dots, l, \quad (13)$$

$$z \geq 0, \quad x_{sj} \geq 0, \quad s = 1, 2, \dots, l, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (14)$$

где z - планируемое к выпуску число комплектов (z - критериальный показатель и одновременно - управляемый параметр модели); q_i - число заготовок i -го вида, входящих в один комплект; a_{sij} - число заготовок i -го вида, получаемых из единицы материала s -й партии согласно j -му варианту раскроя; a_s - количество материала одного размера в одной партии s -го вида; x_{sj} - управляемые параметры модели: искомое количество единиц материала s -ой партии, раскраиваемых согласно j -му варианту раскроя.

Аналогично вышеописанному построены программные продукты, реализующие другие модели оптимизационных задач в экономике. Одним из них является пакет, позволяющий в обучающе-контролирующей режиме формировать варианты решений модели транспортной задачи (15)-(17), а также находить оптимальный план перевозок. Базисное решение задачи студенты учатся формировать тремя способами: эвристическим, методом северо-западного угла и методом наименьшей стоимости. Следует отметить, что используемый для оптимизации метод потенциалов осваивается во время лабораторных работ и самостоятельной работы студентов с использованием обучающего режима работы программы. Пакет обладает большими возможностями с точки зрения Help, в результате чего консультации преподавателя во время занятий минимальны.

$$c = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min, \quad (15)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad (16)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (17)$$

Еще одним примером модели, который потребовал разработки специального пакета программ, является модель межотраслевого баланса, сводящаяся к системе линейных алгебраических уравнений. В матричной форме она имеет вид:

$$\mathbf{X} = \mathbf{aX} + \mathbf{Y}, \quad (18)$$

где \mathbf{X} - вектор валовых выпусков; \mathbf{Y} - вектор конечной продукции; \mathbf{a} - матрица коэффициентов прямых затрат.

Если валовую продукцию каждой отрасли выразить как функцию конечной продукции всех отраслей, тогда модель примет вид системы уравнений (19).

$$\mathbf{X} = \mathbf{AY}, \quad (19)$$

где

$$\mathbf{A} = (\mathbf{E} - \mathbf{a})^{-1}. \quad (20)$$

С точки зрения математики решение системы уравнений (18) или (19) - типовая задача, легко автоматизируемая. Для отыскания решения системы линейных алгебраических уравнений разработано достаточное количество

программных продуктов. Для этих целей, в частности, можно использовать и возможности Excel. Однако экономическая интерпретация параметров модели и методика формирования межотраслевого баланса, когда в системе из n уравнений имеется $2n$ неизвестных, требует разработки специального программного обеспечения. Разработанный на кафедре Прикладной математики программный продукт позволяет, в частности, строить графическую интерпретацию вычисления элементов матрицы A в виде дерева "входимости". Эти элементы являются коэффициентами полных материальных затрат на производство единицы выпускаемой продукции. Они формируются на основе коэффициентов прямых материальных затрат с заданной степенью точности, то есть с точностью до включения косвенных затрат n -го порядка. Одна из целей лабораторной работы по данной теме - анализ прямых и полных затрат по видам продукции и формирование такого варианта межотраслевого баланса, который отражает заданное конечное распределение и использование национального дохода. Таким образом и в этой лабораторной работе, как и в других, на экранах перед студентами - не только индексы переменных модели и сами переменные, а также наименования объектов, процессов, показателей. Это помогает лучше понять экономические постановки задач и более осмысленно находить их решение.

Лабораторный практикум предполагает использование не только специально разработанных на кафедре программных продуктов, но и широко тиражируемых пакетов прикладных программ, ориентированных на производственно-экономические и финансовые расчеты с использованием как статических, так и динамических экономико-математических моделей. Автором данной статьи используется два таких пакета: "Project Expert" и "Дельта". Первый позволяет осуществлять имитационное моделирование финансовой деятельности предприятия при формировании вариантов бизнес-планов. Второй реализует деловую игру в сетевом варианте, в которой несколько промышленных предприятий в течение нескольких плановых периодов осуществляют свою хозяйственную деятельность, принимая решения в области финансового менеджмента, управления производством, снабжением, сбытом готовой продукции и оценивая свои финансово-экономические результаты и состояние рынков. В игре имеется возможность оптимизации принятия решений при планировании производства, уровня запасов и пр. Возможно использование стратегии в рамках многокритериальной оптимизации. В целом имитируется движение всех основных материальных потоков в рамках логистической системы и соответствующих финансово-экономических процессов как на каждом предприятии, так и на рынках сбыта товарной продукции.

Не останавливаясь на других математических моделях и их программной реализации, можно обобщить результаты проведения лабораторных работ на ПЭВМ с выдачей индивидуальных вариантов заданий для каждого студента (или групп студентов - в деловых играх).

Уровень знаний студентов при использовании автоматизированных технологий обучения значительно выше уровня, который был обеспечен с использованием традиционных технологий проведения практических занятий. Компьютерные программы, реализующие деловые игры, модели различных ситуаций или процессов, программы тестирования - все они воспринимаются студентами как игры. Это способствует развитию познавательного интереса, создает рабочую атмосферу, в которой даже пассивные студенты проявляют инициативу, так как общение с хорошей компьютерной программой увлекает и вызывает желание "доказать" ей, что собственный естественный интеллект не ниже, чем ее искусственный. Атмосфера дружественного интерфейса программ с обучаемыми ведет к созданию непринужденной обстановки и позволяет работать в ритме, необходимом для усвоения теоретического материала, для применения его к решению задач, для самоанализа результатов выполненных заданий.

Работа по подготовке к проведению лабораторных и самостоятельных работ начинается с подготовки информационного обеспечения соответствующей темы. В него входят тексты (Help в программах), освещающие теоретические вопросы; варианты практических заданий, задач, тестов; методические указания по их выполнению.

Эффективным методом контроля знаний студентов является использование технологии тестирования. Содержание теста определяется содержанием учебного курса. Это значит, что для составления теста необходимо прежде всего представить структуру знаний, которыми должен обладать студент в итоге изучения дисциплины в целом и ее отдельных тем, в частности.

Тесты составляются, исходя из того, что они должны иметь определенную меру трудности, задания должны быть краткими, ясными и корректными, все ответы должны быть правдоподобными и равнопривлекательными. Тесты на ПЭВМ студенты воспринимают с большим желанием, чем на бумаге. По-видимому, это связано со спецификой работы на самом компьютере. Тесты разрабатываются с использованием четырех форм заданий. Это: задания закрытой, открытой формы, задания на соответствие и на установление правильной последовательности. Наиболее распространенной является первая форма, так как психологически легче ответить, когда знаешь, что один из предложенных ответов является правильным.

Количество и содержание вопросов в тесте зависит от того, какой выполняется вид оценки знаний: текущий, итоговый, остаточных знаний. Итоговый тест и тесты остаточных знаний содержат обычно 25-30 заданий, а при текущем контроле могут использоваться тесты с 7-10 заданиями. Как показывает практика тестирования, необ-

ходимо иметь в базе данных достаточно большое количество тестов по каждой теме, а на тестирование выдавать лишь несколько заданий, выбирая их с помощью датчика случайных чисел для каждого студента. В противном случае тестируемые, однажды заучив правильные ответы, на все вопросы дают верные ответы безо всякой теоретической подготовки. Те, кто разрабатывал тесты знают, что создание хороших тестов, да еще и в достаточном количестве - довольно трудоемкое дело, которое пока у нас находится в стадии становления.

В целом опыт использования личностно-ориентированных технологий способствует повышению степени внимания и обеспечению активизации студентов, развитию их самостоятельности, созданию условий для творческой самореализации, сотрудничеству преподавателя и студентов в процессе обучения.

Сведения об авторе

Астахова Александра Васильевна

Адрес: Россия, 656099, Барнаул, пр. Ленина, 46, АлГТУ, каф. прикладной математики

тел: (3852)36–75–83

e-mail: sak@agtu.secna.ru