

Н. С. Абуева

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ УМЕНИЙ СТУДЕНТОВ-ЭКОНОМИСТОВ НА ЗАНЯТИЯХ ПО МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ПРОГРАММИРОВАНИЮ

*Работа представлена кафедрой общей и профессиональной педагогики
Сочинского университета туризма и курортного дела.
Научный руководитель – кандидат педагогических наук, доцент С. В. Киктев*

В статье рассматривается возможность формирования профессиональных умений студентов-экономистов на практическом занятии по математическому программированию. Основное внимание уделяется содержанию контрольно-коррекционного этапа занятия.

The article deals with the possibilities of students' acquisition of professional skills in the sphere of economics in mathematic programming classes. Attention is paid to the testing stage of the classes.

Как показывает образовательная практика вузов и опросы студентов и преподавателей, формирование профессиональных знаний и умений будущих специалистов-экономистов носит целенаправленный системный характер лишь при изучении общепрофессиональных и специальных дисциплин, а на занятиях по математическим дисциплинам такие знания и умения или не формируются вовсе, или формируются стихийно, фрагментарно, не систематически. Вместе с тем опыт автора свидетельствует о принципиальной возможности систематически формировать и совершенствовать при изучении математических дисциплин профессиональные знания и умения студентов в области экономики. Каким же образом следует изменить деятельность преподавателя и студентов-экономистов на занятиях по математическим дисциплинам, чтобы у последних стало возможным целенаправленное формирование и совершенствование профессиональных знаний и умений?

Рассмотрим реализацию указанных возможностей на конкретном примере. При изучении раздела математики «Математическое программирование» внимание сту-

дентов-экономистов концентрируется, в частности, на умении максимизировать прибыль и минимизировать издержки производства, определять выбор наилучшей стратегии для предприятия во избежание неоправданного риска и значительных убытков. Это является конкретизацией умения разрабатывать и обосновывать варианты эффективных хозяйственных решений (Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования для экономических специальностей 080105 «Финансы и кредит», 080502 «Экономика и управление на предприятии», 080109 «Бухгалтерский учет и аудит», 080102 «Мировая экономика», 080504 «Государственное и муниципальное управление», 080507 «Менеджмент организации»). Приведем краткое описание этапов практического занятия на тему «Графический метод решения задачи линейного программирования», на котором формируются умения максимизировать прибыль и минимизировать издержки производства. С математической точки зрения решение некоторых задач на получение максимальной прибыли предприятия и минимальных издержек производства сводится к поиску опти-

мального решения задач линейного программирования (ЗЛП) графическим методом. Опишем при этом более подробно контрольно-коррекционный этап занятия, который традиционно не отделяется от оценочно-результативного. Между тем, его выделение необходимо для осуществления обратной связи: информация, полученная на этом этапе, используется для коррекции знаний и умений студентов. Окончательный результат оценивается только после коррекции, что, как показывает наш опыт, способствует его значительному улучшению¹.

Общая цель занятия: формирование у студентов умения решать графическим методом экономические задачи, связанные либо с получением максимальной прибыли, либо с минимизацией издержек производства.

Конкретные цели занятия: формирование у студентов умения анализировать математическую модель ЗЛП на предмет использования для ее решения графического метода, анализировать математическую модель ЗЛП с геометрической точки зрения и строить допустимую область решения, применять на практике алгоритм графического метода, проверять и интерпретировать полученные результаты с экономической точки зрения.

В начале занятия, осуществляя профессионально ориентированную *мотивацию* студентов на достижение цели, целесообразно привести пример, связанный с повышением их индивидуальной конкурентоспособности в сфере предстоящей экономической деятельности при условии освоения графического метода решения ЗЛП.

Студентам предлагается решить 4 задачи (это составляет *содержание* занятия) в соответствии с возможными ситуациями при решении ЗЛП графическим методом: ЗЛП, имеющая единственное решение, бесконечное множество решений или не имеющая решения; решение графическим методом ЗЛП, содержащей более двух переменных.

Пример формулировки одной из задач,

отражающей реальную ситуацию профессиональной деятельности будущих экономистов.

Задача. При продаже двух видов товара используется 4 типа ресурсов. Нормы затрат ресурсов на реализацию единицы товара, общий объем каждого ресурса заданы в технологической таблице (табл. 1):

Таблица 1

Технологическая таблица

Ресурсы	Нормы затрат ресурсов на товары		Общее количество ресурсов
	1-го вида	2-го вида	
1	2	2	12
2	1	2	8
3	4	0	16
4	0	4	12

Прибыль от реализации одной единицы товара первого вида составляет 2 ден. ед., второго вида – 3 ден. ед. Требуется найти оптимальный план реализации товаров, обеспечивающий торговому предприятию максимальную прибыль.

Организационно-деятельностный этап занятия реализуется достаточно традиционно в соответствии с известными этапами решения задач с той лишь разницей, что преподаватель организует, в том числе деятельность студентов по предупреждению ошибок, в ходе которой происходит обучение пошаговому самоконтролю (объем статьи не дает возможности подробно описать указанную деятельность, это будет сделано в наших последующих сообщениях).

На *контрольно-коррекционном этапе* занятия преподаватель предлагает студентам тест для проверки усвоения материала, состоящий из трех заданий. Преподавателю необходимо разъяснить студентам, что данное тестирование проводится *не для оценивания, а для выявления уровня сформированности требуемых умений и последующей коррекции.*

Каждое задание теста выявляет достижение конкретных целей занятия.

Так, *первое задание* позволяет выявить сформированность у студентов умения

выбирать адекватную условию математическую модель задачи. Данное умение формируется на одном из предыдущих занятий, но включается в тест для целостности контроля тех действий, которые необходимы при решении ЗЛП графическим методом. Это умение предполагает осуществление следующих действий: анализ условия задачи на предмет определения управляющих переменных задачи и выявления типа задачи (на максимизацию или минимизацию целевой функции), с последующим составлением целевой функции, определение области допустимых решений, т. е. тех ограничений, которым должны удовлетворять управляющие переменные.

Второе задание позволяет выявить сформированность у студентов умения анализировать математическую модель ЗЛП с геометрической точки зрения и строить допустимую область решения, применять на практике алгоритм графического метода, проверять и интерпретировать полученные результаты с экономической точки зрения. Это умение предполагает осуществление следующих действий: построение на плоскости прямой, соответствующей заданному ограничению, и выбор «верхней» или «нижней» полуплоскости (для определения искомой полуплоскости рекомендуется задать произвольную контрольную точку, не лежащую на построенной прямой; если неравенство выполняется в контрольной точке, то оно выполняется и во всех точках полуплоскости и выбирается полуплоскость, которой принадлежит данная точка; в случае невыполнения неравенства в контрольной точке, выбирается другая полуплоскость²); в качестве координат градиента берутся коэффициенты при переменных в записи целевой функции; составляется линия уровня, т. е. целевая функция приравнивается к константе (свободный коэффициент целевой функции); для проверки решения ЗЛП полученные значения переменных подставляются в исходную математическую модель задачи; экономи-

ческая интерпретация полученных результатов (исходные переменные математической модели задачи имеют физический, технологический, экономический смысл, а отличие балансной переменной от нуля говорит о том, что соответствующий ресурс израсходован не полностью).

Третье задание способствует выявлению сформированности у студентов умения анализировать математическую модель ЗЛП на предмет использования для ее решения графического метода. Это умение предполагает осуществление следующих действий: приведение математической модели задачи к каноническому виду с последующим составлением неравенства $n - m \leq 2$, где n – количество неизвестных, m – количество ограничений в канонической записи математической модели ЗЛП.

Ниже приводятся тексты заданий теста и форма карточки ответов (табл. 2).

1. Выберите верную математическую модель задачи из предложенных четырех математических моделей:

«На швейной фабрике для пошива пальто, костюма и куртки используется ткань трех артикулов A , B и C . Расчет показал, что на изготовление пальто требуется 2 у. е. материала артикула A , 3 у. е. материала артикула B , 1 у. е. материала артикула C ; костюма – 3 у. е. материала артикула A , 1 у. е. материала артикула B ; куртки – 1 у. е. материала артикула A , 1 у. е. материала артикула B , 2 у. е. материала артикула C . Объемы имеющихся материалов равны соответственно 50, 80, 30 у. е., прибыль от продажи одежды – 25, 20, 10 ден. ед. При пошиве пальто используется 6 станко-часов (ст. ч.), костюма – 5 ст. ч., куртки – 3 ст. ч., при этом фабрика располагает 100 ст. ч. оборудования. Найти оптимальный план пошива одежды, обеспечивающий фабрике максимальную прибыль».

В карточке ответов поставьте букву, соответствующую той из предложенных моделей задачи, которую вы считаете верной.

$$\text{а) } \begin{cases} 2x_1 + 3x_2 + x_3 \geq 50, \\ 3x_1 + x_2 + x_3 \geq 80, \\ x_1 + 2x_3 \geq 30, \\ 6x_1 + 5x_2 + 3x_3 \geq 100, \\ x_1, x_2, x_3 \geq 0 \end{cases} ;$$

$$F(x) = 25x_1 + 20x_2 + 10x_3 \rightarrow \max$$

$$\text{б) } \begin{cases} 2x_1 + 3x_2 + x_3 \leq 50, \\ 3x_1 + x_2 + x_3 \leq 80, \\ x_1 + 2x_3 \leq 30, \\ 6x_1 + 5x_2 + 3x_3 \leq 100, \\ x_1, x_2, x_3 \geq 0 \end{cases} ;$$

$$F(x) = 25x_1 + 20x_2 + 10x_3 \rightarrow \max$$

$$\text{в) } \begin{cases} 2x_1 + 3x_2 + x_3 + 6x_4 \leq 25, \\ 3x_1 + x_2 + 5x_4 \leq 20, \\ x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_4 \leq 10, \\ x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0 \end{cases} ;$$

$$F(x) = 50x_1 + 80x_2 + 30x_3 + 100x_4 \rightarrow \max$$

$$\text{г) } \begin{cases} 2x_1 + 3x_2 + x_3 \leq 50, \\ 3x_1 + x_2 + x_3 \leq 80, \\ x_1 + 2x_3 \leq 30, \\ 6x_1 + 5x_2 + 3x_3 \leq 100, \\ x_1, x_2, x_3 \geq 0 \end{cases} .$$

$$F(x) = 25x_1 + 20x_2 + 10x_3 \rightarrow \min$$

2. «Небольшая фабрика производит два вида красок: для наружных работ N и для внутренних работ V . Оба вида продукции поступают в продажу. Для производства красок используются два исходных продукта – A и B . Возможности склада таковы, что максимальные суточные запасы этих продуктов составляют 6 и 8 т соответственно. На производство 1 т краски N расходуется 1 т продукта A и 2 т продукта B , а на производство 1 т краски

V – 2 т продукта A и 1 т продукта B . Изучение рынка сбыта показало, что суточный спрос на краску V никогда не превышает спроса на краску N более чем на 1 т. Кроме того, установлено, что спрос на краску V никогда не превышает 2 т в сутки. Цены одной тонны красок соответственно равны 3 и 2 ден. ед. Какое количество краски каждого вида должна производить фабрика, чтобы доход от реализации продукции был максимальным?»³

Математическая модель данной ЗЛП имеет вид:

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 6, \\ 2x_1 + x_2 \leq 8, \\ x_2 - x_1 \leq 1, \\ x_2 \leq 2, \\ x_1, x_2 \geq 0, \end{cases}$$

$$F(x) = 3x_1 + 2x_2 \rightarrow \max .$$

Оптимальное решение задачи:

$$x^* = \left(\frac{10}{3}, \frac{4}{3} \right), \quad F_{\max}^* = \frac{38}{3} .$$

Ответьте на следующие вопросы:

1) Какую из полуплоскостей («верхнюю» или «нижнюю») определяет первое неравенство системы ограничений математической модели ЗЛП на плоскости $x_1 O x_2$?

2) Выпишите в карточку ответов координаты градиента.

3) Выберите наиболее удобную из предложенных линий уровня:

- а) $3x_1 + 2x_2 = 3$; б) $3x_1 + 2x_2 = 0$;
в) $3x_1 + 2x_2 = 6$; г) $3x_1 + 2x_2 = 1$.

В карточку ответов запишите букву, соответствующую выбранной вами линии уровня.

4) Удовлетворяет ли указанное оптимальное решение задачи исходной математической модели ЗЛП? Ответ поясните.

5) Каков экономический смысл решения задачи?

3. Дана математическая модель ЗЛП:

$$\begin{cases} 2x_1 - 3x_2 + x_3 \geq 10, \\ x_1 - 8x_2 - 2x_3 \leq 7, \\ 5x_1 + 2x_2 + 7x_3 \leq 20, \\ x_j \geq 0, \quad j = \overline{1,3}, \end{cases}$$

$$F(x) = 5x_1 + 2x_2 - 3x_3 \rightarrow \min.$$

Можно ли решить данную задачу графическим методом? Ответ поясните.

Таблица 2

Карточка ответов

Номер задания	Пояснение, буква ответа
1	
2.1	
2.2	
2.3	
2.4	
2.5	
3	

На выполнение теста у студентов в среднем уходит от 10 до 15 минут, что дает возможность проводить его в конце практического занятия без ущерба для его основной части.

По результатам выполнения этого теста можно определить уровень сформированности у студентов умений максимизировать прибыль предприятия и минимизировать издержки производства, т. е. судить о достижении общей цели занятия.

Для проведения коррекции определяется коэффициент усвоения группой студентов каждого элемента знаний и умений:

$$K = \frac{m}{n} \cdot 100\%,$$

где m – число ответивших правильно, n – число всех отвечавших.

Соответствие коэффициентов усвоения знаний и умений студентами с пятибалльной шкалой оценивания устанавливается следующим образом:

- 1) $90\% \leq K \leq 100\%$ – «отлично»;
- 2) $70\% \leq K \leq 89\%$ – «хорошо»;

- 3) $50\% \leq K \leq 69\%$ – «удовлетворительно»;
- 4) $50\% < K$ – «неудовлетворительно».

Результаты тестирования заносятся в табл. 3.

Таблица 3
Обработка результатов тестирования

Фамилия, имя, отчество студента	№№ и описание элемента знаний, умений					Коэффициент усвоения элемента знаний, умений, %
	1. Выбор адекватной условию математической модели ЗЛП	2.1. Определение допустимой области решения ЗЛП	2.2. Определение градиента	2.3. Выбор линии уровня	2.4. Проверка решения ЗЛП	
1.						
2.						
3.						
...						
Коэффициент усвоения элемента знаний, умений, %						

По результатам тестирования организуется целенаправленная коррекция: если $50\% \leq K \leq 80\%$, то коррекция носит индивидуализированный характер; если $K < 50\%$, то – фронтальный характер.

Оценка результативности занятия после коррекции может осуществляться преподавателем в два этапа. На первом (*промежуточном*) этапе проверкой достижения цели занятия может служить самостоятельное решение аналогичных задач студентами, т. е. выполнение ими индивидуальных расчетно-графических работ в домашних условиях. Вторым (*итоговым*) этапом может включать в себя проведение во время последующих практических занятий контрольной работы или теста, а также может быть реализован на зачете в письменной форме.

ПРИМЕЧАНИЯ

¹ *Кларин М. В.* Педагогические технологии в учебном процессе. Анализ зарубежного опыта. М.: Знание, 1989. С. 14, 52–65.

² *Кузнецов А. В.* Сборник задач и упражнений по высшей математике: Математическое программирование: Учеб. пособие / Под общ. ред. проф. А. В. Кузнецова. Мн.: Выш. шк., 1995. С. 24.

³ *Волошин Г. Я.* Методы оптимизации в экономике: Учебное пособие. М.: Издательство «Дело и Сервис», 2004. С. 45–48.