

- ях [Текст] // Ярославский педагогический вестник. – 2006. – № 4 (49). – С. 5-13.
3. Афанасьев, В.В., Непряев, И.Н. Математическая статистика в командных видах спорта [Текст]: монография. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ярославль: Изд-во ЯГПУ им. К.Д. Ушинского, 2007. – 168 с.
4. Единый государственный экзамен в Ярославской области в 2007 году [Текст] / под ред. М.В. Груздева. – Ярославль, 2007. – 63 с.

Л.П. БЕСТУЖЕВА, Л.Б. МЕДВЕДЕВА

Решение задачи линейного программирования графическим способом

В статье дается анализ учебной игры по теме «Решение задачи линейного программирования графическим способом». Приводится обзор методов обучения, при этом рассмотрение математической игры как своеобразной педагогической технологии позволяет авторам выделить несколько этапов разработки педагогических технологий.

In the article the analysis of the educational game on a theme "the Solution of a problem of linear programming by graphic way" is given. The review of methods of training is demonstrated, thus consideration of a mathematical game as an original pedagogical technology allows authors to allocate some development cycles of pedagogical technologies.

Авторы данной статьи прошли обучение в экспериментальном центре переподготовки и повышения квалификации преподавателей МГТУ им. Н.Э. Баумана по теме «Современные педагогические технологии», где среди многих других рассматривались теоретические и практические вопросы использования активных методов обучения студентов. Именно тогда на одном из занятий возникла идея разработать учебную игру по одной из тем дисциплины «Математика».

Как показывает опыт, применение активных методов обучения математике в гораздо большей мере способствует формированию познавательных и профессиональных интересов, развитию исследовательского отношения к реальности и решению задач, нежели традиционные классические приемы организации учебных занятий [1], [3]. Кроме того, считается, что эти методы обеспечивают «воспитание системного мышления специалиста» [4. С. 4], решают задачу обучения коллективной мыслительной деятельности, эффективному взаимодействию и общению в коллективе, индивидуальному и совместному принятию решений, ответственному отношению к делу и людям, творческой инициативе, т. е. происходит формирование общенаучных, социально-личностных и профессиональных компетенций.

К активным методам обучения многие авторы относят дискуссии, анализ конкретных ситуаций (метод инцидента или кейсовый метод (case-study)), метод «мозговой ата-

ки», деловые игры (имитационные, операционные, ролевые), метод проектов, метаплановый метод, всевозможные тренинги. Краткое описание каждого метода и условий его применения можно найти в сборнике [4].

При проведении практических занятий по математике далеко не каждое новшество может принести пользу (можно просто потерять драгоценное учебное время). Однако игровые ситуации при изучении этой дисциплины не только оживляют занятие и снимают напряжение, но и способствуют включению в работу всех студентов группы.

Цель игровой ситуации или игры на занятиях по математике в вузе состоит, на наш взгляд, в том, чтобы в сжатой и доступной форме передать как можно большему числу студентов знание ключевых вопросов той или иной темы, того или иного метода, причем в ситуации, которая обеспечивает активную индивидуальную познавательную деятельность каждого.

Обучающая игра на занятиях по математике должна занимать не более 20-25 минут, а поэтому должна быть хорошо подготовлена. Поскольку математическая игра может считаться своеобразной педагогической технологией, то при ее создании необходимо учесть все этапы разработки педагогических технологий [5].

Первый этап – анализ будущей деятельности учащегося:

– выявление видов деятельности учащихся (познавательных и практических); описа-

ние форм общения; постановка задачи, решаемой на основе полученных знаний;

- определение содержания игры, т. е. тех действий и операций, которые составят основу деятельности учащихся в игре и могут быть смоделированы доступными педагогу средствами с учетом уровня воображения и знаний учащихся; главное, чтобы процесс решения имитационных и реальных задач основывался на одной базе знаний и обуславливался адекватными установками.

Второй этап – определение содержания обучения (результат – составление плана). На этом этапе происходит детальная конкретизация содержания учебной информации в игре с учетом требований доступности, наглядности, посильности, диагностической целенаправленности, систематичности и т.д., а также составление «дерева целей» (иерархии целей игры с указанием параметров целей) и написание плана сценария.

Третий этап – оценка степени нагрузки учащихся и расчет необходимого времени, вытекающий из формы обучения и скорости усвоения (результат – расчетное время игры – обучения). Строгая временная организация для игры очень важна, т. к. потеря темпа ослабляет соревновательные элементы игры.

Четвертый этап – выбор организационных форм обучения и воспитания (результат – описание организационной формы обучения в игре и спецификация всех необходимых для этого средств: пособия, ТСО, мебель, материалы и т.д.). Основные формы проведения игры: непосредственная (игру и оценку результатов проводит педагог в форме живого общения); опосредованная (с использованием ТСО и пособий, где также дается инструкция по оценке результатов игры самими ее участниками); смешанная (содержание игры задается с помощью ТСО или пособий, а педагог корректирует ход игры и оценивает результаты). Наиболее эффективной является смешанная форма организации игры.

Пятый этап – подготовка текстов мотивационных ситуаций и включение их в ранее сформулированное учебное содержание (результат – тексты мотивационных ситуаций). Поддерживанию необходимого уровня мотивации способствуют занимательность и создание мотивационно-профильных ситуаций.

Шестой этап – разработка системы учебных упражнений, нацеленных на усвоение учебной информации с заданными показателями качества по схеме: усвоение практических действий → овладение основными алгоритмами деятельности → самостоятельное решение поисковых задач → самостоятельная постановка проблемных задач, исследовательская деятельность. Применительно к педагогическим играм результат этого этапа – разработка сценария игры, включающего учебную информацию, учебные инструкции, наставления для создания игры и текста мотивационных ситуаций, описывающего условия и форму проведения игры, иерархию целей с заданными показателями качества усвоения.

Седьмой этап – разработка системы тестов для контроля качества усвоения учащимися знаний и действий (результат – сборник тестов). Самые простые системы оценки групповых игровых действий: сумма мест, занятых участником по ее турам (этапам, раундам), сумма баллов, полученных при выполнении отдельных игровых действий (от 3-балльной шкалы до 10-балльной), сумма очков, заработанных за правильное или неправильное («штрафные очки») выполнение тех или иных игровых действий.

Восьмой этап – разработка структуры и содержания самостоятельных учебных занятий вне аудитории (результат – планы домашней работы). Этот этап используется как для самостоятельной подготовки слушателей к предстоящей игре, так и для анализа ее результатов.

Девятый этап – апробация педагогической системы на практике, коррекция.

Анализ курса математики на экономическом факультете и опыт проведения практических занятий по этому курсу показали, что далеко не все темы имеет смысл представлять в виде игры, если, конечно, видеть в этой форме проведения занятий не самоцель, а средство повышения эффективности усвоения темы учащимися. Для создания игры была выбрана тема «Решение задачи линейного программирования (ЗЛП) графическим способом», при этом мы руководствовались следующими критериями:

- тема имеет методологическое значение, т.к. способствует пониманию студентами некоторых механизмов получения нового

математического знания, а именно, те гипотезы, которые выдвигаются при решении ЗЛП графическим способом ($n = 2$), подтверждаются строгим доказательством соответствующих теорем для случая любого $n \in N$;

- тема имеет ключевое значение для усвоения идеи решения ЗЛП симплекс-методом;
- выполняется условие оптимизации учебного времени.

Ниже представлена краткая информация по созданию игровой ситуации по указанной теме в соответствии с общими этапами ее проектирования.

Учебная игра

Тема игры:

Практическое освоение студентами методики составления и решения (ЗЛП) графическим способом.

Цели игры:

- направляющая цель – освоение студентами методов решения ЗЛП;
- грубая цель – закрепление студентами графического способа решения ЗЛП; развитие творческих способностей и исследовательских навыков;
- тонкие (диагностируемые) цели: студент должен
- научиться преобразовывать алгоритм решения ЗЛП в алгоритм ее конструирования;
- актуализировать умения составлять уравнения и неравенства, задающие прямую и полуплоскость по их графическим изображениям;
- получить возможность проявить себя автором задачи;
- научиться работать в команде в условиях «сжатого времени».

Задачи игры:

- коллективное составление ЗЛП с наперед заданным ответом;
- диагностика уровня усвоения студентами графического способа решения ЗЛП, т. е. знания теории и практического ее использования;
- развитие творческого потенциала и навыков работы в коллективе.

Функции, развиваемые и диагностируемые в процессе игры:

- устная и графическая коммуникация, вербальное и невербальное общение;
- практическое применение теоретических знаний по теме в необычной ситуации;
- работа в команде в условиях ограниченности во времени.

Планируемая на занятиях игровая ситуация предполагает, что студенты уже решали на занятиях ЗЛП графическим способом, т. е. хорошо знакомы с формулировкой ЗЛП, понимают ее структуру, усвоили алгоритм ее решения и имеют твердые навыки графического изображения прямой в заданной системе координат по ее уравнению.

Следуя Д. Поля, мы считаем, что «математический опыт учащегося нельзя считать полным, если он не имел случая решить задачу, изобретенную им самим» [б. С. 110]. Поэтому суть разработанной игры – не решение «готовой» задачи, а ее составление. Игра заключается в том, что студенты, разбитые на три группы (по восемь человек в каждой), должны сконструировать ЗЛП с наперед заданным ответом, своим для каждой группы. При этом все группы находятся в одинаковых условиях: системы ограничений ЗЛП в каждом случае должны состоять из трех неравенств, но для первой группы оптимальный план задачи – единственный, для второй – множество оптимальных планов заполняет отрезок, а для третьей – оптимальный план не существует вообще.

Трудность заключается в том, что выполнение поставленной задачи разбито на этапы, и каждый этап ее решения осуществляется последовательно одним участником за другим так, чтобы каждый член команды внес свой вклад в решение. Выполнение действий сначала обсуждается всей командой, но в течение очень небольшого промежутка времени, а затем все эти действия фиксируются на доске. Ниже приводится план сценария игры и содержание карточек-предписаний. Сценарий игры – это руководство к действиям преподавателя, а карточки-предписания – руководство для работы студентов.

Сценарий игры

Предъявление студентам целей и правил игры.

Знакомство студентов с правилами игры и с задачей, которую им придется в про-

цессе игры решить: сконструировать ЗЛП с наперед заданным ответом.

2. Подготовка к игре:

- формирование команд (команда состоит из восьми человек, среди которых выбирается лидер-капитан; при этом в команде присутствуют студенты с разным уровнем усвоения материала, различными творческими и коммуникационными способностями);
- подготовка доски и оснащения (доска разбита на три части, на каждой из них нарисована прямоугольная декартова система координат, для каждой команды приготовлены мелки двух цветов и тряпки);
- каждой команде выдается карточка с указанием этапов выполнения задания и предписание по выполнению действий;

3. Проведение игры:

- после выдачи карточек идет групповая проработка содержания предписания по выполнению заданий, осмысление поставленной задачи и распределение обязанностей по ее решению в группе;
- выполнение предписаний участниками каждой группы;
- выступление экспертов; эксперты выбираются в каждой группе, при этом решение задачи первой группы обсуждается экспертом из второй группы, решение задачи второй группой – экспертом из третьей группы, а задача третьей группы обсуждается экспертом из первой группы;
- подведение итогов преподавателем;
- награждение победителей игры.

При подведении итогов преподаватель учитывает:

- время выполнения задания;
- правильность (неправильность) достигнутого результата;
- удобный с точки зрения графического исполнения выбор параметров задачи;
- убедительность и ясность аргументации экспертов;
- рационально-правильное по учебным возможностям и способностям членов группы распределение «ролей» для выполнения задания.

Содержание карточки-предписания для одной из команд

Основная задача: ваша команда совместными усилиями должна сконструировать задачу линейного программирования, имеющую единственный оптимальный план.

Решение поставленной задачи состоит из двух этапов:

1) необходимо построить множество допустимых решений ЗЛП;

2) задать функцию цели так, чтобы получить требуемый тип ответа. В вашем случае функция цели должна достигать максимального значения в единственной точке.

Ниже даны предписания для действий всех участников вашей команды, но порядковый номер участника вы устанавливаете самостоятельно.

1. *Участник №1.* На координатной плоскости нарисовать прямую I , пересекающую оси координат в точках с целочисленными координатами, и отметить (стрелкой) одну из полуплоскостей, на которые эта прямая разбивает координатную плоскость.

2. *Участник №2.* Записать уравнение нарисованной прямой I и неравенство, задающее отмеченную полуплоскость.

3. *Участник №3.* Нарисовать прямую II , пересекающую оси координат в точках с целочисленными координатами, и отметить (стрелкой) одну из полученных полуплоскостей.

4. *Участник №4.* Записать уравнение прямой II и неравенство, задающее полуплоскость, отмеченную третьим участником.

5. *Участник №5.* Нарисовать прямую III и отметить (стрелкой) одну из полученных полуплоскостей.

6. *Участник №6.* Записать уравнение прямой III и неравенство, задающее полуплоскость, отмеченную пятым участником.

7. *Участник №7.* Заштрихуйте допустимое множество решений конструируемой ЗЛП.

8. *Участник №8.* Определить целевую функцию, изобразить одну из ее линий уровня и вектор-градиент.

9. Коллективно сформулировать полученную ЗЛП и ее ответ, сравнить его с требуемым ответом.

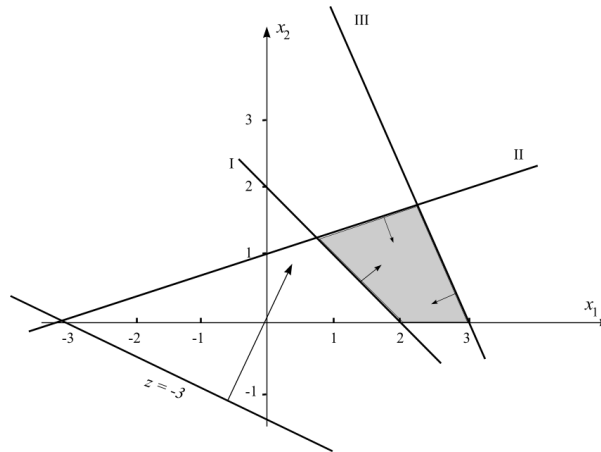
10. Капитану команды записать ответ на доске.

11. Сделать коллективную экспертизу выполнения работы соседней командой. Капитану доложить результаты обсуждения перед всеми участниками игры, при необходимости задать вопросы капитану соперников.

Заметим, что в течение всей игры преподаватель внимательно следит за действия-

ми участников, фиксируя время выполнения действий каждым участником и группы в целом.

На рисунке ниже приведен предполагаемый результат выполнения заданий студентами одной из трех групп (случай единственного оптимального плана).



$$\begin{aligned} \frac{x_1}{2} + \frac{x_2}{2} &= 1, \\ \frac{x_1}{-3} + \frac{x_2}{1} &= 1, \\ \frac{x_1}{3} + \frac{x_2}{8} &= 1. \end{aligned} \quad \begin{cases} x_1 + x_2 \geq 2, \\ -x_1 + 3x_2 \leq 3, \\ 8x_1 + 3x_2 \leq 24, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases} \quad \begin{aligned} II \cap III : & \begin{cases} -x_1 + 3x_2 = 3, \\ 8x_1 + 3x_2 = 24. \end{cases} \\ & x_1 = \frac{21}{9}, \quad x_2 = \frac{16}{9}. \\ \hat{I} \rightarrow \hat{z} : & x^{i\hat{z}} = \left(\frac{21}{9}; \frac{16}{9} \right), \quad z_{\max} = \frac{53}{9}. \end{aligned}$$

Такая форма проведения занятия была апробирована по дисциплине «Математика» на экономическом факультете ЯрГУ. Целевой аудиторией могут быть также студенты, изучающие раздел «Линейное программирование» в курсе «Исследование операций» на других факультетах.

Хотелось бы продолжить работу по разработке учебных игр по математике. На наш взгляд, выигрышной для создания игры подобного рода является тема «Асимптоты графиков функций». Теоретической основой для нее может служить соответствующая интерпретация работы [7].

Библиографический список

1. Активные методы обучения педагогическому общению и его оптимизация [Текст]: сб. на-

учн. трудов / под ред. А.А. Богданова, Г.А.Ковалева. – М., 1985.
 2. Дудченко, В.С. Инновационные технологии [Текст]: учеб.-метод. пособие. – М., 1996.
 3. Имитационные активные методы обучения [Текст]: метод.указания / сост. М.М. Кашапов. – Ярославль, 2006.
 4. Активные методы обучения студентов [Текст]: практическое руководство / отв. за выпуск И.М. Лоханина, М.М. Кашапов, Н.В. Ключева. – Ярославль: ЯрГУ, 2005.
 5. Беспалько, В.П. Слагаемые педагогических технологий [Текст]. – М.: Педагогика, 1989.
 6. Пойа, Д. Как решать задачу [Текст] // Львов, Квантор. – 1991. – №1.
 7. Ястребов, А.В. Об укрупнении дидактических единиц в преподавании математического анализа: асимптоты [Текст] // Ярославский педагогический вестник. – 1999. – №3 (21).