УДК 372.851

В. С. Абатурова

Формирование познавательной самостоятельности учащихся старших классов средствами математического моделирования

Статья посвящена исследованию самостоятельности учащихся в ходе обучения элективному курсу «Математическое моделирование – школьникам. Линейные модели». В качестве личностных результатов изучения учащимися данного курса рассматриваются следующие характеристики: сформированность представлений о математике как части мировой культуры и о месте математики в современной цивилизации, способы описания на математическом языке явлений реального мира; математические понятия как важнейшие математические модели, познавательная самостоятельность школьников.

Ключевые слова: математическое моделирование, фундирование, познавательная самостоятельность, профильные классы экономической направленности, наглядное моделирование.

V. S. Abaturova

Formation of Senior Students' Informative Independence by Means of Mathematical Modeling

The article is devoted to research pupils' independence during training the elective course "Mathematical Modeling – to Schoolchildren. Linear Models". As personal results of studying this course by pupils the following characteristics: formation of ideas of Mathematics as a part of the world culture and about a Mathematics place in a modern civilization, ways to describe phenomena of the real world in the mathematical language; mathematical notions as the major mathematical models, informative independence of schoolchildren are considered.

Keywords: mathematical modeling, funding, informative independence, profile classes of economic orientation, evident modeling.

1. Введение

Федеральный государственный образовательный стандарт среднего (полного) общего образования, утвержденный Приказом Минобрнауки РФ № 413 от 17 мая 2012 г. и вводимый в настоящее время в старших классах средней общеобразовательной школы, ориентирован на формирование у учащихся креативности, критичности мышления, активности и целенаправленности в познании мира; владение основами научных методов познания, мотивированность на творчество и инновационную деятельность, на образование и самообразование в течение всей своей жизни, готовность к сотрудничеству, способность осуществлять учебно-исследовательскую, проектную и информационно-познавательную деятельность [1, 2].

В связи с этим одной из самых важных личностных характеристик учащихся старших классов является их познавательная самостоятельность.

2. Познавательная самостоятельность

Проблему формирования и развития познавательной самостоятельности учащихся в разное время изучали П.Я. Гальперин, Е.Я. Голант, В.В. Давыдов, М.А. Данилов, Б.П. Есипов, В.И. Загвязинский, И.Я. Лернер, П.И. Пидкасистый, Г.И. Саранцев, А.В. Усова, К.Д. Ушинский, В.Д. Шадриков, Д.Б. Эльконин и др.

На основе анализа имеющихся определений, характеристик познавательной самостоятельности и результатов собственных исследований мы определяем *познавательную самостоятельность учащихся старших классов как качество личности, основанное на собственной познавательной активности и устойчиво проявляющееся в способности вести целенаправленную познавательную деятельность по приобретению, применению и преобразованию знаний, умений и универсальных учебных действий* [3].

Структура познавательной самостоятельности учащихся старших классов, принятая нами в ходе исследования, включает следующие компоненты: *мотивационно-целевой компонент* – побуждение учащегося к самостоятельной познавательной деятельности, возникающее из-за наличия противоречия между имеющейся познавательной потребностью и возможностью удовлетворения ее собственными силами; *содержательно-операционный компонент* – уровень владения знаниями (содержательный компонент) и способами учебно-познавательной деятельности (операционный компонент); *рефлексивно-оценочный компонент* – уровень сформированности умения анализировать и оценивать самостоятельную познавательную деятельность с позиции расширения приемов познания (моделирование, поиск, отбор, переработка и трансляция знания).

В работах ученых предложены следующие пути формирования познавательной самостоятельности: организация самостоятельной работы, решение учебных задач (Н.Я. Голант, Б.П. Есипов и др.); формирование приемов познавательной деятельности (В.В. Давыдов, А.М. Матюшкин, Д.Б. Эльконин и др.); использование обобщенных знаний, составляющих основу деятельности (П.Я. Гальперин, В.А. Сластенин, Е.И. Смирнов, Н.Ф. Талызина, Л.М. Фридман, В.Д. Шадриков, П.М. Эрдниев и др.); введение в содержание обучения методологических знаний (А.Л. Жохов, И.И. Ильясов, И.Я. Лернер, Н.А. Лошкарева и др.).

Формирование познавательной самостоятельности как личностной характеристики учащихся происходит в ходе учебно-познавательной деятельности. В нашей работе познавательная самостоятельность учащихся исследовалась в ходе обучения их элективному курсу «Математическое моделирование – школьникам. Линейные модели». В качестве личностных результатов изучения учащимися данного курса мы рассматривали следующие характеристики: сформированность у учащихся представлений о математике как части мировой культуры и о месте математики в современной цивилизации, о способах описания на математическом языке явлений реального мира; математические понятия как важнейшие математические модели, позволяющие описывать и изучать различные процессы и явления; сформированность умений моделировать реальные ситуации, исследовать построенные модели, интерпретировать полученный результат. Эти результаты названы в Федеральном стандарте полного общего образования [1] в числе основных результатов изучения учащимися старших классов учебных предметов «Математика: алгебра и начала математического анализа, геометрия».

Мы рассмотрели один из путей формирования познавательной самостоятельности учащихся профильных классов экономической направленности: использование комплекса мотивационно-прикладных задач на математическое моделирование реальных экономических и производственных процессов, создание информационно-обогащенной образовательной среды, наглядное моделирование учебных элементов, явлений и процессов в ходе проектирования и организации проведения лабораторных занятий и проектно-исследовательских работ в рамках элективного курса «Математическое моделирование – школьникам. Линейные модели» [2].

Под мотивационно-прикладной задачей в обучении математике мы понимаем *сюжетную прикладную задачу, направленную на повышение мотивации учения, решаемую математическими средствами и описывающую реальные процессы в природе, обществе и производстве.*

Умение строить учебные модели и работать с ними в Фундаментальном ядре содержания общего образования [4] включено в состав познавательного общеучебного, знаково-символического *универсального учебного действия моделирования*. В состав УУД моделирования в ФГОС включены два универсальных учебных действия: *преобразование объекта* из чувственной формы в модель, где выделены существенные характеристики объекта, и *преобразование модели* с целью выявления общих законов, определяющих данную предметную область. С другой стороны, как известно, моделирование является элементом *общего приема решения текстовых задач*, который психологи (А.Г. Асмолов, Н.Г. Салмина и др.) определяют как *сложное составное логическое универсальное учебное действие*.

Мы сопоставили последовательность и содержание этапов одного цикла математического моделирования и этапов общего приема решения текстовых задач (табл. 1). Легко заметить, что метод математического моделирования включает большее число этапов, чем общий прием решения текстовых задач. В частности, в нем присутствует этап *чувствительности модели*, который, с точки зрения решения мотивационно-прикладных задач, мы понимаем как специально организованный учителем процесс создания учащимися цикла дополнительных вопросов, дополнительных условий и уточнений к задаче, позволяющих получить обновленное содержание задачи (предмодель) с большим числом связей между элементами и сюжетными линиями.

Таблица 1

Метод математического моделирования	Общий прием решения текстовых задач
I этап – *постановка проблемы (формулировка предмодели)* – словесно-смысловое описание проблемы, формулировка её в виде текстовой задачи	I этап – *чтение и предварительный анализ текста задачи* – этап, целью которого является адекватное понимание текста, которое достигается через умение восстановить предметную ситуацию, выделить основные смысловые единицы текста
II этап – *формализация проблемы* – перевод условия текстовой задачи на математический язык, построение математической модели	II этап – *перевод текста на знаково-символический язык* – этап, целью которого является показ связей и отношений, скрытых в тексте
III этап – *внутримодельное решение* – решение математической задачи с помощью одного или нескольких математических методов	III этап – *работа с моделью*, которая может заключаться или в достраивании схемы на основе логического выведения, расшифровки данных задачи, или в видоизменении схемы, ее переконструировании, или в том и другом
IV этап – *интерпретация модели* – перевод полученного результата решения математической задачи на язык постановки проблемы, запись ответа	IV этап – *соотнесение результатов работы на модели с текстом*, которое означает проверку соответствия результата требованиям задачи и установление соответствия построенной модели структуре задачи
V этап – *проверка адекватности модели* – получение вывода о соответствии построенной модели и результата её решения условиям реального процесса, описанного в задаче	
VI этап – *чувствительность модели* – оценка влияния изменения входных параметров модели на её выходные характеристики	

Отметим, что решение прикладной задачи методом математического моделирования представляет собой циклический процесс, в отличие от общего приема решения текстовых задач. Поэтому если при решении мотивационно-прикладных (текстовых) школьных задач использовать метод математического моделирования, то у учащихся появляется возможность не только решить данную задачу, но и придумать свою на основе имеющейся, используя этапы чувствительности модели (VI этап) и формулировки предмодели (I этап). Таким образом мы можем формировать при анализе, решении и составлении учащимся новых мотивационно-прикладных задач разные уровни познавательной самостоятельности (от низкого – репродуктивного, до высокого – творческого).

3. Дидактическая модель формирования познавательной самостоятельности

Для определения критериев сформированности познавательной самостоятельности учащихся при обучении математике средствами математического моделирования мы использовали таксономию учебных целей по Б. Блуму (знание, понимание, применение, анализ, синтез, оценка). Иерархия уровней познавательной самостоятельности учащихся в контексте овладения универсальным учебным действием моделированием, используемая в нашем исследовании, выглядит следующим образом:

- *низкий (репродуктивно-воспроизводящий) уровень:* учащийся выполняет универсальное учебное действие моделирование самостоятельно, но лишь по образцу, подражая действиям учителя или сверстников (алгоритмическое действие);
- *средний (частично-поисковый) уровень:* учащийся выполняет универсальное учебное действие моделирование самостоятельно не по готовому алгоритму или правилу, а по созданному или преобразованному им в ходе самого действия алгоритму или правилу (действие эвристического типа);
- *высокий (исследовательский, творческий) уровень:* учащийся владеет универсальным учебным действием моделированием на уровне построения и исследования математических моделей, интерпретации полученного результата, создания объективно новой ориентировочной основы деятельности, новой модели.

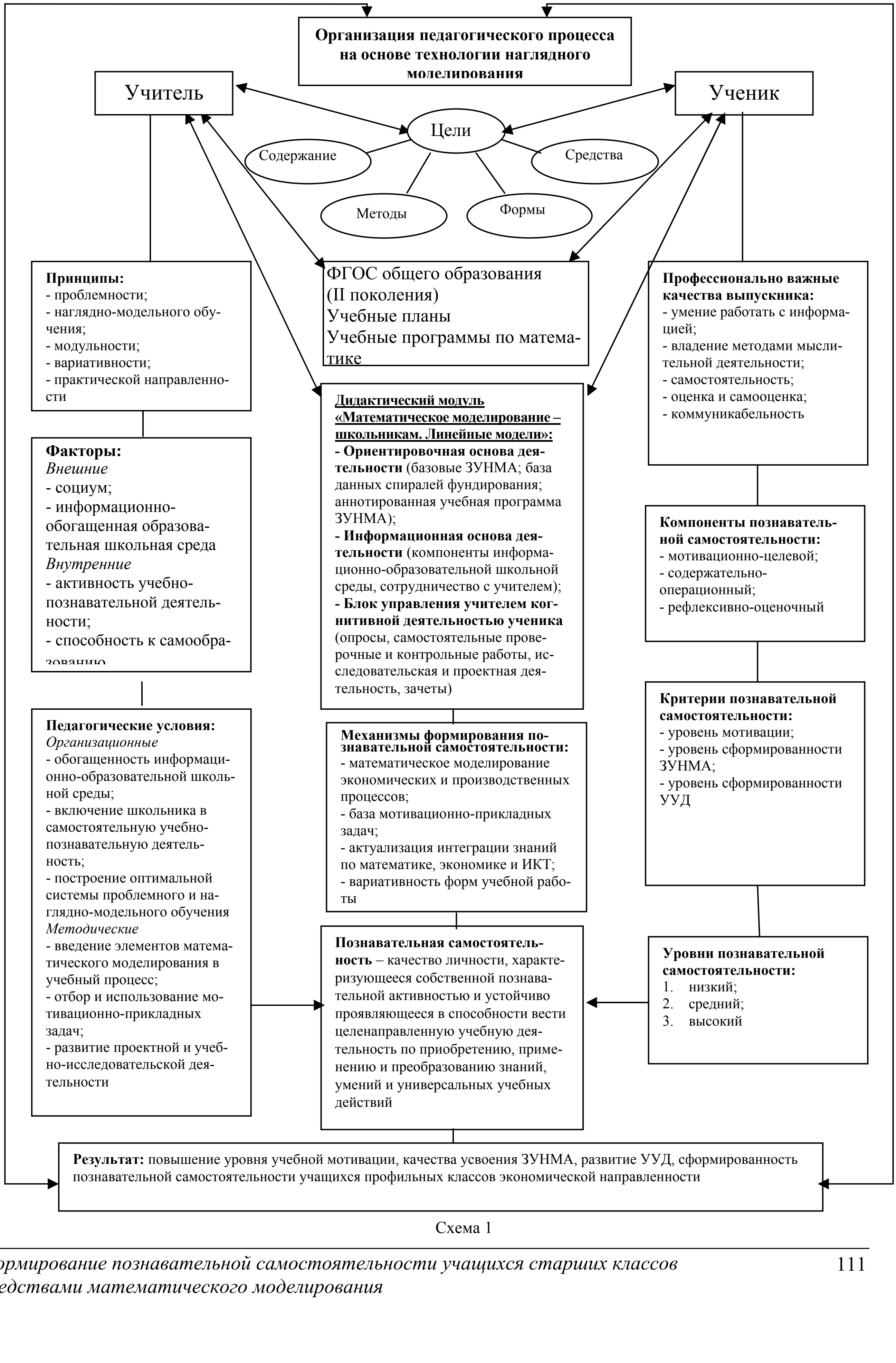

Организация педагогического процесса на основе технологии наглядного моделирования
Учитель
Ученик
Цели
Содержание
Средства
Методы
Формы
Принципы:
- проблемности;
- наглядно-модельного обучения;
- модульности;
- вариативности;
- практической направленности
ФГОС общего образования (II поколения)
Учебные планы
Учебные программы по математике
Профессионально важные качества выпускника:
- умение работать с информацией;
- владение методами мыслительной деятельности;
- самостоятельность;
- оценка и самооценка;
- коммуникабельность
Дидактический модуль «Математическое моделирование – школьникам. Линейные модели»:
- Ориентировочная основа деятельности (базовые ЗУНМА; база данных спиралей фундирования; аннотированная учебная программа ЗУНМА);
- Информационная основа деятельности (компоненты информационно-образовательной школьной среды, сотрудничество с учителем);
- Блок управления учителем когнитивной деятельностью ученика (опросы, самостоятельные проверочные и контрольные работы, исследовательская и проектная деятельность, зачеты)
Факторы:
Внешние
- социум;
- информационно-обогащенная образовательная школьная среда
Внутренние
- активность учебно-познавательной деятельности;
- способность к самообразованию
Компоненты познавательной самостоятельности:
- мотивационно-целевой;
- содержательно-операционный;
- рефлексивно-оценочный
Критерии познавательной самостоятельности:
- уровень мотивации;
- уровень сформированности ЗУНМА;
- уровень сформированности УУД
Педагогические условия:
Организационные
- обогащенность информационно-образовательной школьной среды;
- включение школьника в самостоятельную учебно-познавательную деятельность;
- построение оптимальной системы проблемного и наглядно-модельного обучения
Методические
- введение элементов математического моделирования в учебный процесс;
- отбор и использование мотивационно-прикладных задач;
- развитие проектной и учебно-исследовательской деятельности
Механизмы формирования познавательной самостоятельности:
- математическое моделирование экономических и производственных процессов;
- база мотивационно-прикладных задач;
- актуализация интеграции знаний по математике, экономике и ИКТ;
- вариативность форм учебной работы
Познавательная самостоятельность – качество личности, характеризующееся собственной познавательной активностью и устойчиво проявляющееся в способности вести целенаправленную учебную деятельность по приобретению, применению и преобразованию знаний, умений и универсальных учебных действий
Уровни познавательной самостоятельности:
1. низкий;
2. средний;
3. высокий
Результат: повышение уровня учебной мотивации, качества усвоения ЗУНМА, развитие УУД, сформированность познавательной самостоятельности учащихся профильных классов экономической направленности

Схема 1

На схеме 1 представлена разработанная нами в ходе исследования дидактическая модель формирования познавательной самостоятельности учащихся профильных классов экономической направленности.

Остановимся на двух этапах разработанной нами методики формирования познавательной самостоятельности учащихся профильных классов экономической направленности средствами математического моделирования, состоящего из шести этапов: организации ресурсных (интегративных) уроков по решению, анализу и созданию субъективно новых мотивационно-прикладных задач при наличии вариативных форм работы учащихся (коллективно, в малых группах, индивидуально) и презентации результатов учебной деятельности учащихся в виде проектно-исследовательских работ.

Ниже на примерах показано применение метода математического моделирования при решении мотивационно-прикладных задач. Одним из самых важных этапов решения задачи, с точки зрения проблемы исследования, является этап чувствительности математической модели, который способствует формированию частично-поискового и творческого (исследовательского) уровней познавательной самостоятельности учащихся.

4. Пример реализации: решение мотивационно-прикладных задач

I этап (постановка проблемы, создание предмодели). Учащемуся предлагается смоделировать (представить мысленно) реальную ситуацию, в которой он является главным действующим лицом (фермером).

Фермер выращивает кроликов двух пород – Русский косой и Белый великан – для продажи, причем число кроликов породы Белый великан как минимум втрое меньше числа кроликов породы Русский косой. Спрос на породу Русский косой не превосходит 20 кроликов за 1 раз, а спрос на породу Белый великан достаточно высок – за один раз удается продать от 25 до 50 кроликов. Кроликовод обычно везет животных в клетке, которая может вместить не более 60 кроликов. Сколько кроликов каждой породы нужно взять для получения максимальной прибыли от продажи за 1 раз, если прибыль от продажи 1 кролика породы Русский косой составляет 45 рублей, а от продажи 1 кролика породы Белый великан – 30 рублей?

II этап (формализация проблемы). Учащемуся предлагается построить математическую модель описанной в тексте проблемы путем анализа условий задачи и переформулировки *её на математический язык.*

Математическая модель: найти пару целых чисел (x, y), которая является решением линейной оптимизационной задачи:

$$45x+30y \to max,$$

$$\begin{cases} x + y \le 60, \\ 25 \le y \le 50, \\ 0 \le x \le 20, \\ y \ge 3x. \end{cases}$$

III этап (внутримодельное решение). Учащемуся предлагается решить построенную математическую модель одним или несколькими способами. Этим обеспечивается вариативность методов внутримодельного решения (метод подбора; графический метод; с использованием программы Excel; с использованием созданного учащимися собственного программного продукта и др.) (рис. 3 а, 3 б).

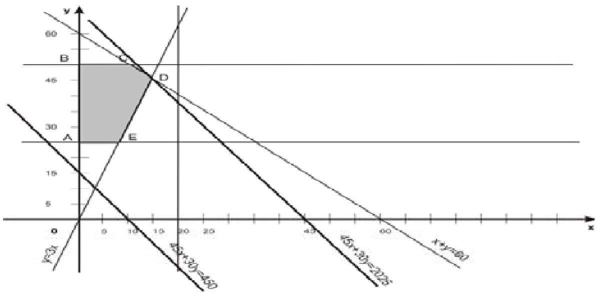
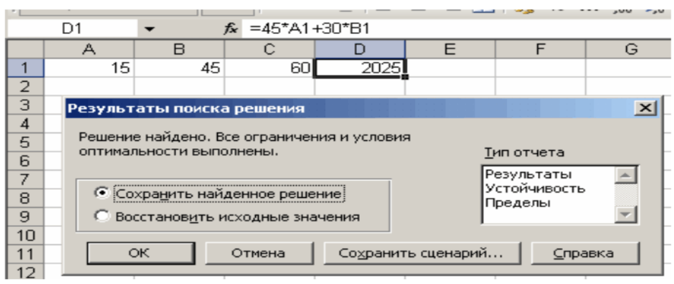


Рис. 3 а



IV этап (интерпретация модели). На этом этапе учащемуся предлагается перевести полученный результат решения математической модели на естественный язык проблемы, записать ответ в задаче.

Решением математической модели является пара чисел (15, 45). Это означает для фермера, что *для получения максимальной прибыли от продажи кроликов он за один раз должен взять **15** кроликов породы Русский косой и **45** кроликов породы Белый великан.*

V этап (проверка адекватности модели). Учащемуся предлагается подставить полученный результат в условие задачи и получить вывод о соответствии построенной модели и результата ее решения условиям реальной ситуации, описанной в задаче.

Подставив результат решения задачи в условие задачи, приходим к выводу, что *результат построенной модели соответствует условиям реальной ситуации, описанной в тексте задачи.*

VI этап (чувствительность модели). Учащемуся предлагается создать блок вопросов к задаче для оценки влияния изменения входных параметров (условий задачи) на её выходные параметры (ответ задачи).

Вопрос 1. *Какое минимальное значение прибыли получит фермер при заданных в тексте условиях и сколько кроликов каждой породы при этом он сможет продать?*

Ответ. Минимальная прибыль, которую фермер получит при продаже кроликов, составит 750 рублей от продажи 25 штук кроликов породы Белый великан (при этом он не продаст ни одного кролика породы Русский косой) (см. рис. 3 а).

Вопрос 2. *Изменится ли прибыль и соответствующий план продажи, если спрос на кроликов породы Русский косой снизится до 15 штук за один день, а спрос на кроликов породы Белый Великан – до 45 штук?*

Ответ. И прибыль, и соответствующий план продажи не изменятся (см. рис. 3 а).

Замечание. Таким образом, учащийся делает вывод о том, что в условие задачи можно внести изменение, которое не повлечет за собой изменений в решении и в ответе к задаче. Фразу *«спрос на кроликов породы Русский косой не превосходит 20 штук за 1 день, а спрос на кроликов породы Белый великан достаточно высок – за один день удается продать от 25 до 50 кроликов»* можно заменить фразой *«спрос на кроликов породы Русский косой не превосходит 15 штук за 1 день, а спрос на кроликов породы Белый великан достаточно высок – за один день удается продать от 25 до 45 кроликов»*.

Вопрос 3. *Изменится ли прибыль фермера, если спрос на продажу кроликов породы Белый*

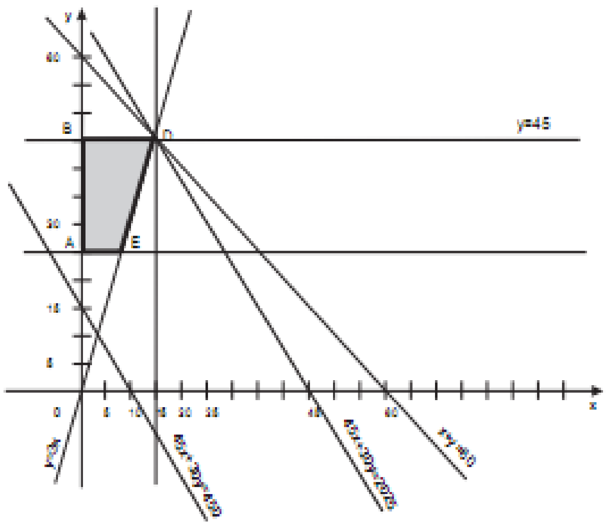


Рис. 4

великан станет от 40 до 45 штук за день?

Ответ. Прибыль останется прежней, поскольку (см. рис. 4). В этом случае, хотя допустимое множество и изменится (станет четырехугольником ABDE), точка D (15, 45) останется по-прежнему искомой точкой.

Замечание. Таким образом, учащийся делает вывод о том, что в условии задачи можно изменить фразу *«спрос на кроликов породы Русский косой не превосходит 20 штук за 1 день, а спрос на кроликов породы Белый великан достаточно высок – за один день удается продать от 25 до 50 кроликов»* на фразу *«спрос на кроликов породы Русский косой не превосходит 15 штук за 1 день, а спрос на кроликов породы Белый великан достаточно высок – за один день удается продать от 40 до 45 кроликов»*.

Вопрос 4. *У фермера в день продажи возникли непредвиденные обстоятельства, которые не позволяют весь день находиться на рынке, в связи с чем он решил, что ему будет достаточно прибыли от продажи кроликов в размере 1800 рублей. Сколько кроликов каждой породы нужно взять наверняка, чтобы получить указанную прибыль?*

Ответ. Чтобы получить прибыль в размере 1800 рублей, можно взять на рынок только 10 кроликов породы Русский косой и 45 кроликов породы Белый великан (см. рис. 5).

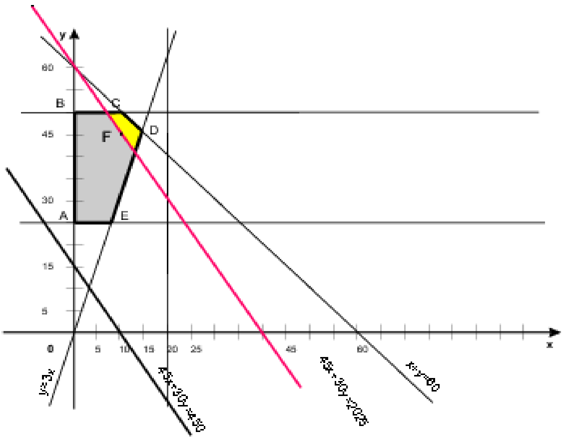


Рис. 5

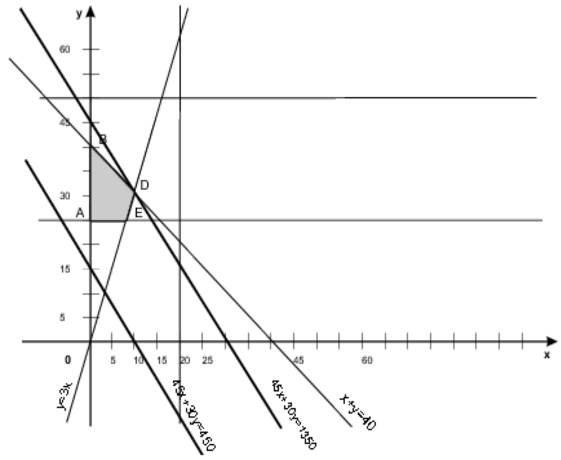


Рис. 6

Действительно, ответим на вопрос, используя рисунок: проведем прямую 45x+30y=1800 и найдем точки пятиугольника ABCDE, соответствующие этому значению функции. Искомых точек будет бесчисленное множество, все они лежат на прямой 45x+30y=1800, но лишь одна из них имеет целочисленные координаты. Это точка F(10, 45).

Вопрос 5. *Как изменится прибыль фермера, если размеры клетки, в которой он перевозит кроликов, уменьшить до вместимости 40 кроликов в клетке?*

Ответ. Прибыль фермера станет равной 1350 руб. (см. рис. 6). Действительно, при этом условии допустимое множество станет четырехугольником ABDE, где D(10,30), а соответствующее значение целевой функции будет равно 1350.

Вопрос 6. *Как изменится план продажи фермера, если прибыль, что часто бывает на рынке, изменится до 30 рублей от продажи 1 кролика породы Русский косой и до 45 рублей от продажи 1 кролика породы Белый великан?*

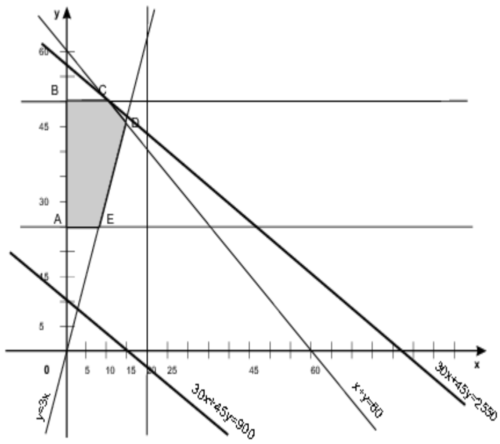


Рис. 7

Ответ. Прибыль составит 2550 руб. (см. рис. 7). Действительно, в этом случае линии уровня изменят свое расположение и будут параллельны прямой 30x+45y=900, тогда искомая точка C, доставляющая максимум целевой функции, будет иметь координаты (10, 50).

Вопрос 7. *Придумайте собственный сюжет задачи, математическая модель которого совпадает с математической моделью данной задачи.*

Вопрос 8. *Придумайте новый сюжет задачи на продажу кроликов трех пород: Русский косой, Белый великан, Черная кудлашка.*

Вопрос 9. *Придумайте новый сюжет задачи на продажу кроликов четырех пород: Русский косой, Белый великан, Черная кудлашка и Белая кудлашка.*

Замечание. Вопросы 7-9 направлены на формирование частично-поисковой и творческой самостоятельности, поскольку ответы на эти вопросы позволяют создать учащимся субъективно новые задачи в ходе самостоятельной учебно-познавательной деятельности. Приведем в качестве примера одну из задач, созданную учащимся при самостоятельной работе над вопросом 9.

Ответ (построенная учащимся предмодель). Фермер выращивает кроликов четырех пород – Русский косой (далее РК), Белый великан (БВ), Черная кудлашка (ЧК) и Белая кудлашка (БК) для продажи. Спрос на РК ограничен – продается за раз не более *12*. БВ необходимо продать не менее *25*, до следующей продажи они могут и не дожить. ЧК и БК нужно продать не более *50* (иначе у фермера нарушится процесс их размножения), но и не менее *40* (из-за недостатка кормов). С целью продолжения работы по получению новых пород нельзя продавать более *30* БВ и ЧК. Сколько кроликов каждой породы нужно взять на рынок для получения максимальной прибыли от продажи за *1* день, если прибыль от продажи *1* кролика РК составляет *45* рублей, а от продажи *1* кролика породы БВ – *30* рублей, БК – *18* рублей, ЧК – *20* рублей?

5. Пример реализации: проектно-исследовательская деятельность

Ниже описан процесс создания учащимся проектно-исследовательской работы по теме «Математическое моделирование реальных экономических и производственных процессов. Линейные оптимизационные модели». Проект был представлен на конкурсе проектно-исследовательских работ школьников, проводимом в рамках региональной научно-практической конференции «Колмогоровские чтения» (Владикавказ). Целью проекта было математическое моделирование реального экономического процесса: получение фирмой – российским дилером – максимальной прибыли от продажи в России автомобилей известных иностранных марок.

I этап создания проекта (сбор информации). Учащимся в сети Интернет проводился анализ информации о наличии в России фирм – дилеров известных иностранных автомобильных концернов (статистика продаж автомобилей за последние годы, стоимость автомобилей, оценка прибыли компании за год и др.). Учащийся, после проведенного анализа, выбрал сайты официальных дилеров немецких марок автомобилей Audi (http://www.audi.ru) и Porsche (http://www.porsche.ru). На этом этапе у учащегося формировались следующие универсальные учебные действия (в контексте познавательной самостоятельности): *личностные* – действия профессионального самоопределения и смыслообразования; *регулятивные* – действия целеполагания; *познавательные (общеучебные)* – выбор наиболее эффективных способов решения поставленной перед учащимся задачи в зависимости от конкретных условий; *логические* – сравнение, анализ, синтез; *коммуникативные* – планирование учебного сотрудничества с учителем и сверстниками.

II этап создания проекта (обработка информации и создание предмодели). На этом этапе учащийся осуществляет выбор той части информации, которая является основой для построения математической модели реального процесса – линейной оптимизационной модели (получение наибольшей прибыли от продажи автомобилей определенной марки при некоторых линейных ограничениях). На этом этапе происходит формирование следующих универсальных учебных действий: *познавательных (знаково-символических)* – наглядное моделирование, преобразование модели; *регулятивных* – саморегуляция; *логических* – сравнение, анализ, синтез; *коммуникативных* – планирование учебного сотрудничества с учителем и сверстниками.

Итогом этого этапа стало построение учащимся первоначальной предмодели, отражающей суть моделируемого процесса, которая оформляется в виде авторской мотивационно-прикладной задачи.

Авторская мотивационно-прикладная задача (предмодель). В Новосибирске появился официальный дилер немецких марок автомобилей Audi и Porsche. В течение следующего года планируется продать не более 30 машин Audi A6 Avant и Porsche Cayenne. Цена Audi A6 Avant и Porsche Cayenne составляет 96 тыс. и 90 тыс. у.е. соответственно. Статистика последних двух лет показывает, что число проданных Audi A6 Avant не превышает числа проданных Porsche Cayenne. Кроме того, за это время автомобилей Audi A6 Avant было продано не меньше половины от числа проданных Porsche Cayenne. Дилеру поставили задачу узнать, какое число автомобилей Audi A6 Avant и Porsche Cayenne следует заказать, чтобы максимизировать прибыль.

На этом этапе применяется вся схема решения мотивационно-прикладной задачи методом математического моделирования, описанная выше. Результатом этапа является уточнение и корректировка условия задачи, оформление решения, включая все этапы математического моделирования и вариативность решения.

III этап создания проекта (усложнение модели). На этом этапе учащийся ввел в моделируемую ситуацию новый объект – ещё одно наименование автомобиля. Здесь происходит возвращение ко II этапу – созданию новой мотивационно-прикладной задачи. На этом этапе фундируется опыт личности учащегося по овладению учебными элементами и универсальными учебными действиями моделирования и построения модели.

На этом этапе учащийся, проанализировав информацию на сайте http://www.volkswagen.ru, ввел в условие задачи еще одну марку автомобиля – Volkswagen, далее провел работу второго этапа, после чего оформил результат в виде новой мотивационно-прикладной задачи (создал новую предмодель).

Мотивационно-прикладная задача. В связи с объединением трех немецких автомобильных фирм Audi, Porsche и Volkswagen в Новосибирске появился общий официальный представитель. В течение года планируется продать не более 45 автомобилей Audi A6 Avant, Porsche Cayenne и Volkswagen Touareg V6. Статистика последних двух лет показывает, что в среднем автомобили Audi A6 Avant и Porsche Cayenne продаются в год в количестве от 10 до 16 машин каждой марки, автомобили Volkswagen Touareg V6 – от 8 до 12. Известно, что число проданных Audi A6 Avant не превышает числа проданных Porsche Cayenne. Цена автомобилей Audi A6 Avant, Porsche Cayenne и Volkswagen Touareg V6 составляет 96 тыс. у.е, 90 тыс. у.е. и 74 тыс. у.е. соответственно. Официальному представителю поставили задачу узнать, какое число Audi A6 Avant, Porsche Cayenne и Volkswagen Touareg V6 следует заказать, что получить максимальную прибыль.

На этом этапе процесс решения мотивационно-прикладной задачи методом математического моделирования повторяется. Результатом этапа является уточнение и корректировка условия задачи, оформление решения, включая все этапы математического моделирования и вариативность решения.

6. Заключение

В период проведения исследования нами были выявлены ведущие тенденции, генезис, опыт формирования познавательной самостоятельности учащихся профильных классов экономической направленности. Были определены сущность, характеристики, факторы, критерии и уровни познавательной самостоятельности учащихся профильных классов экономической направленности в обучении математике средствами математического моделирования экономических и производственных процессов; была построена соответствующая дидактическая модель, которая является интегративной и структурообразующей основой эффективного обучения математике.

Библиографический список

1. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего (полного) общего образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://standart.edu.ru/catalog.aspx?CatalogId=6408
2. Смирнов, Е. И. Фундирование опыта в профессиональной подготовке и инновационной деятельности педагога [Текст] : монография. – Ярославль : Канцлер, 2012. – 646 с.
3. Абатурова, В. С. Математическое моделирование в обучении математике как средство формирования познавательной самостоятельности учащихся профильных классов экономической направленности [Текст] : автореф. дис. … канд. пед. наук. – Ярославль, 2010. – 23 с.
4. Фундаментальное ядро содержания общего образования [Текст] / Рос. акад. образования; под ред. В. В. Козлова, А. М. Кондакова. – 4-е изд., дораб. – М. : Просвещение, 2011. – 79 с.

Bibliograficheskij spisok

1. Federal’ny’j gosudarstvenny’j obrazovatel’ny’j standart srednego (polnogo) obshchego obrazovaniya [Elektronny’j resurs]. – Rezhim dostupa : http://standart.edu.ru/catalog.aspx?CatalogId=6408
2. Smirnov, Ye. I. Fundirovaniye opy’ta v professional’noj podgotovke i innovacionnoj deyatel’nosti pedagoga [Tekst] : monografiya. – Yaroslavl’ : Kancler, 2012. – 646 s.
3. Abaturova, V. S. Matematicheskoye modelirovaniye v obuchenii matematike kak sredstvo formirovaniya poznavatel-noj samostoyatel’nosti uchashchihsya profil’ny’h klassov ekonomicheskoj napravlennosti [Tekst] : avtoref. dis. … kand. ped. nauk. – Yaroslavl’, 2010. – 23 s.
4. Fundamental’noye yadro soderzhaniya obshchego obrazovaniya [Tekst] / Ros. akad. obrazovaniya; pod red. V. V. Kozlova, A. M. Kondakova. – 4-ye izd., dorab. – M. : Prosveshcheniye, 2011. – 79 s.