

*О.И. Мельников, доктор педагогических наук, профессор
кафедры уравнений математической физики, БГУ;
М.А. Урбан, кандидат педагогических наук, доцент кафедры
естественнонаучных дисциплин БГПУ*

МОДЕЛИРОВАНИЕ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ В НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЕ: ВОЗМОЖНОСТИ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНИКА И ГОТОВНОСТЬ УЧИТЕЛЯ

Одним из ключевых направлений процесса обновления школьного образования в Республике Беларусь является модернизация его содержания и поиск таких методов преподавания, которые позволяют формировать познавательную самостоятельность школьников, способствуют общему умственному развитию учащихся. В связи с этим приоритетными становятся направления научно-методических исследований, которые ориентированы не на решение проблемы усвоения постоянно растущего объема информации, а на формирование умений получать, понимать, сортировать, преобразовывать и интерпретировать информацию. Одним из таких методов является метод моделирования, который применяется в научном познании как способ получения объективно новой информации, а в последнее время становится все более популярным в учебном познании, где используется для получения субъективно новой информации в рамках той или иной учебной дисциплины.

Понятия «модель» и «моделирование» употребляются в различных сферах человеческой деятельности. Сам термин «модель» происходит от латинского слова «modulus», что значит «мера», «образец», «способ». В практической деятельности человека в данное время имеет место различное и многообразное использование этого термина, что затрудняет его четкое и всеобъемлющее формулирование.

Одна из первых попыток дать обобщенное определение понятию «модель» принадлежит Г. Клаусу. Он пишет, что «под моделью понимают отображение фактов, вещей и отношений определенной области знания в виде более простой, более наглядной материальной структуры этой или другой области» [4, с. 262]. Более развернутую характеристику модели дает в своем определении В.А. Штофф. Под моделью им понимается

«такая мысленно представляемая или материально реализованная система, которая, отображая или воспроизводя объект исследования, способна замещать его так, что ее изучение дает нам новую информацию об этом объекте» [10, с. 19].

В большинстве исследований, где речь идет о моделировании, этот термин употребляется в значении метода познания, при котором изучается искусственно созданная система. Так, И.Б. Новик под моделированием понимает метод опосредованного практического или теоретического оперирования объектом с использованием вспомогательного промежуточного или естественного «квазиобъекта» (модели), который находится в некотором объективном соответствии с исследуемым объектом, способен замещать его в определенных отношениях и давать при его изучении в конечном счете информацию о самом моделируемом объекте [8, с. 92].

Гносеологическая интерпретация понятий «модель» и «моделирование» отражена в работах К.Е. Морозова, А.И. Уёмова, В.А. Штоффа и др.

Тем не менее в рамках данной статьи интерес представляет дидактическая интерпретация понятий «модель» и «моделирование».

Заметим, что в большинстве психолого-дидактических исследований берется за основу философское определение понятий модели и моделирования. Так, цитируемое выше определение модели, данное В.А. Штоффом, используется в работах А.У. Варданяна, В.В. Давыдова. Н.Г. Салмина в своих исследованиях опирается на понятие «моделирование» в трактовке И.Б. Новика. Правомерность использования философских определений модели и моделирования в психолого-дидактических исследованиях обоснована тем, что по своим существенным характеристикам учебное и научное моделирование весьма схожи. Исследуя новое понятие, решая задачу ме-

тодом моделирования, школьник рассуждает, как исследователь, и именно в этом заключается важнейшее методологическое значение применения моделирования в обучении.

Тем не менее дидактическая трактовка понятий «модель» и «моделирование» указывает на специфические черты, присущие учебному моделированию и учебным моделям. Укажем лишь некоторые из них:

- Учебное моделирование направлено прежде всего на сам субъект познания, на учащегося, оно способствует более успешному усвоению им учебной информации.
- В учебном познании не всегда имеет место рефлексия на используемое модельное отношение. Учащиеся часто не осознают, что пользуются именно методом моделирования, тогда как в науке модельный характер задач ясен каждому исследователю.

Моделирование как один из возможных и эффективных методов обучения младших школьников заявил о себе не так давно. Во второй половине XX века исследования В.В. Давыдова и Д.Б. Эльконина убедительно продемонстрировали, что работа с моделями изучаемых понятий способствует успешному усвоению учащимися начальных классов. Авторы первыми поставили вопрос о том, что моделирование может являться всеобщим принципом усвоения знаний в системе начального образования [11].

В решение проблемы использования моделирования в учебном процессе начальной школы внесли существенный вклад ученые-психологи Л.А. Венгер, П.Я. Гальперин, Н.Ф. Талызина, Н.Г. Салмина, Л.М. Фридман и др. Научно-исследовательская работа психологов позволила сделать важный для методической науки вывод: уже в возрасте 6–10 лет ребенок, во-первых, способен выполнять действие моделирования и, во-вторых, моделирование позволяет повысить эффективность учебной деятельности младших школьников.

Значимость моделирования в обучении младших школьников математике объясняется различными причинами. Во-первых, доступность моделирования для младшего школьника, обусловленная наглядно-практической основой выполнения моделирующих действий, сочетается с достаточно высоким теоретическим уровнем исследования фактов и явлений, поскольку моделированию подлежат именно существенные связи и отношения окружающего мира. Во-вторых, моделирование является не столько специфическим методом обучения конкретной дисциплине, сколько относительно универсальным дидакти-

ческим методом, применение которого на определенных этапах обучения способствует более глубокому освоению программного материала по разным учебным предметам. По мнению многих авторов, опыт приобретения новых знаний с помощью деятельности моделирования, полученный школьниками на примере разных учебных предметов, в большей степени способствует выработке общих принципов познавательной стратегии учеников.

Ученые-методисты на основе результатов психолого-педагогических исследований стали целенаправленно включать учебные модели в учебный процесс начальной школы. Н.Я. Виленкин в связи с этим отмечал, что поскольку язык математики – это язык моделей, обучение моделированию уже в начальной школе является естественным и необходимым [1]. Н.Б. Истомина также отмечает, что наиболее значимым сейчас становится «не отработка умения решать определенные типы (виды) текстовых задач, а приобретение опыта в семантическом и математическом анализе различных текстовых конструкций задач и формирование умения представлять их в виде *схематических и символических моделей*» [2, с. 218].

В начальном обучении математике проблема использования метода моделирования рассматривалась в работах Н.Я. Виленкина, Н.Б. Истоминой, А.А. Столяра, Л.Г. Петерсон, А.Н. Сендер, А.В. Белошистой, В.Н. Медведской и др.

Принципиально важным для нас является вопрос о том, до какой степени младший школьник может осознать сущность метода моделирования, который он использует для изучения математических понятий и способов деятельности?

Ведь если согласиться, что ребенок *способен только к применению* учебных моделей в качестве средств приобретения знаний и умений на уроках математики, но *не способен к обобщению самого способа* приобретения информации – метода моделирования, вправе ли мы утверждать, что использование метода моделирования в начальной школе имеет методологическое значение?

Ответ на этот вопрос может стать одним из отправных пунктов для разработки учебных программ и учебно-методических комплексов для начальной школы. Тем не менее в психолого-педагогических и методических исследованиях до сих пор нет единого мнения по этому вопросу. Например, в работах Л.М. Фридмана указывается на необходимость знакомства учащихся средней школы с модельным характером науки, с самими поня-

тиями «модель» и «моделирование» в явном виде [9]. А.В. Карпенко, развивая идеи Л.М. Фрийдмана, настаивает на использовании в обучении младших школьников терминов «модель» и «моделирование» и предлагает сделать модели и метод научного моделирования непосредственным предметом усвоения младшими школьниками [3].

Мы придерживаемся точки зрения, согласно которой моделирование в начальной школе должно осуществляться на интуитивном уровне, сами термины «модель» и «моделирование» следует вводить позднее, в средних классах общеобразовательной школы, на что обращается особое внимание в работах О.И. Мельникова [5]. *Интуитивное моделирование* (термин О.И. Мельникова), осуществляемое ребенком под руководством учителя, помогает избежать формализма в овладении методом моделирования. Мы считаем, что ребенок 6–10 лет способен к теоретическому осмыслению наблюдаемых фактов и явлений только в небольшой степени, поэтому требование обобщить всю разнообразнейшую палитру «модельных» приемов познания термином «моделирование» представляется нам преждевременным по отношению к детям данной возрастной группы. Тем не менее постоянное обращение к методу моделирования в учебном познании является *необходимым условием подготовки* ребенка к осознанию методологического характера этого метода, которое будет сделано в более старшем возрасте.

Приобщение к методу моделирования на уроках математики не должно быть спонтанным, эпизодическим, определяться «настроением» учителя и кажущейся лично ему степенью трудности учебного материала. Если мы ставим задачу *подготовить* младшего школьника к пониманию методологического характера моделирования *через практику применения* этого метода на уроках, данная практика должна быть весьма продуманной, структурно организованной.

Однако реальная практика работы учителей начальных классов свидетельствует о том, что использование моделей часто теоретически не осмыслено преподавателями, носит непродуманный, эпизодический характер. Об этом говорят, например, следующие факты: по результатам анкетирования 313 учителей весной 2010 г. модели чаще используются при объяснении текстовых задач, и намного реже – при изучении нумерации чисел и арифметических действий, что показано в таблице 1.

На вопросы о том, почему при объяснении приемов устных и письменных вычислений не используются модели, как правило, следовал примерно такой ответ: «Это так просто, зачем же здесь тратить время на наглядность!» То есть налицо противоречие: то, что учитель считает легким для себя, он считает легким и для учащегося. Но это не соответствует реальному положению вещей в начальном обучении математике. Для маленького ребенка осознать позиционный принцип десятичной системы счисления и усвоить на уровне хорошего понимания алгоритмы устных и письменных вычислений – наисложнейшая учебная задача. И учебное моделирование является одним из наиболее эффективных методов ознакомления ребенка с математической теорией, поскольку представляет ее в наглядном и понятном для восприятия младшим школьником виде.

Итак, *интуитивное моделирование* для ребенка не должно быть равно *интуитивному применению моделирования* учителем. Учитель как раз должен быть готов к осознанному управлению *интуитивным моделированием* младшего школьника. Именно в этом случае мы можем рассчитывать на то, что в начальном курсе математики будут заложены основы для овладения в средней и старшей школе моделированием как универсальным методом познания.

Что важно иметь в виду учителю, продумывая практику применения учебных моделей на уроках математики? Нам представляется, что прежде всего нужно определить четкие этапы самого процесса построения и изучения модели при выполнении математических заданий. Постоянное наблюдение этих этапов, «присутствие» в них через активные самостоятельные действия, должны помочь ребенку подметить некие общие черты в процессе поиска решений учебных заданий с помощью моделей.

Отправной точкой для определения этапов применения метода моделирования на уроке математики является для нас мнение А.Г. Мордковича. Автор пишет об исключитель-

Таблица 1 – Использование наглядности в процессе обучения решению задач и формирования вычислительных навыков

Виды заданий	Всего иллюстраций	Использована конкретная наглядность	Использована модельная наглядность
Текстовые задачи	1059	260	799
% от общего числа заданий	34%	8%	26%
Вычислительные навыки	173	36	137
% от общего числа заданий	5%	1%	4%

ной важности того, чтобы преподаватель любого математического курса, применяя моделирование, «явно выделял три этапа работы: формализацию, то есть переход от рассматриваемой реальной ситуации к построению адекватной математической модели, решение задачи внутри построенной модели на языке той теории, в рамках которой находится модель, интерпретацию полученного результата к исходной задаче, то есть истолкование решения в терминах исходной реальной ситуации, – и акцентировал на этом внимание ... каждый раз, не боясь повторов» [6, с. 117].

Адаптируя данное положение к специфике начального математического образования, можно выделить следующие этапы применения моделирования на уроках математики:

1 этап. Наблюдение за реальной ситуацией или анализ предложенного учителем задания с целью выделения существенных свойств изучаемых фактов и явлений.

2 этап. Построение модели – фиксация в ней выделенных существенных свойств (схема, граф, чертеж, иллюстрация).

3 этап. Исследование и преобразование модели с целью получения новой информации / идеи для обобщения ситуации или решения предложенного задания.

4 этап. Обобщение реальной ситуации, решение предложенного задания с помощью полученной новой информации/идеи.

Безусловно, для того, чтобы таким образом структурировать процесс применения метода моделирования на уроках математики, учителя начальных классов должны в полной мере осознавать, что они пользуются при объяснении учебной информации на уроках математики именно методом моделирования, используя при этом особые учебные средства – модели. Отсутствие понимания сущности понятий «модель» и «моделирование» отрицательно сказывается на эффективности систематического применения этого метода в практике школьного обучения.

Тем не менее реальная ситуация с пониманием сущности этих важнейших методологических понятий учителями не может не вызывать беспокойства. Обратимся снова к результатам анкетирования учителей начальных классов. Мы заметили, что далеко не всегда учителя могли правильно ответить на вопросы, связанные с пониманием сущности понятий «модель» и «моделирование». Нами было опрошено 265 учителей начальных классов, представляющих городские и сельские школы Республики Беларусь. В анкете сохранилось 10 вопросов, для ответа на которые

нужно было сделать один или несколько выборов из пяти предложенных вариантов ответов. Все вопросы анкеты были направлены на выяснение понимания сущности понятий «модель» и «моделирование» и не требовали формулирования определений. По нашему замыслу учитель, понимающий сущность этих понятий, способен сделать правильный выбор, даже не зная точного определения этих понятий.

Покажем результаты ответов на все 10 вопросов анкеты в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты анкетирования учителей

Всего вопросов	Верных ответов										Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2650	6	32	84	73	19	108	22	71	56	96	567
100%	0,2	1,2	3,2	2,8	0,7	4,1	0,8	2,7	2,1	3,6	21,4

Таким образом, только 21,4 % заданий учителя выполнили верно, в остальных случаях были сделаны ошибки.

Весьма тревожным является тот факт, что учителя в большинстве случаев не знали, как правильно ответить на вопросы, прямо связанные с использованием моделей на уроках математики в начальной школе. В качестве примера приведем формулировку одного из вопросов:

Вопрос 9. Какую наглядность можно назвать моделью к данной задаче?

Первый художник раскрасил 96 тарелок, а второй 64 такие же тарелки. Второй художник работал на 2 дня меньше, чем первый. Сколько дней работал каждый, если за один день они раскрашивали одинаковое количество тарелок?

1. Рисунок одной раскрашенной тарелки.
2. Краткая запись условия задачи.
3. Изображение двух художников в мастерской.
4. Чертеж к задаче.
5. Схема поиска решения задачи.

Таким образом, проведенное нами анкетирование выявило противоречие между обоснованной в научных исследованиях потребностью начальной школы в использовании моделирования как эффективного метода обучения и отсутствием у многих учителей понимания сущности понятий «модель» и «моделирование», что приводит к несистематическому, малопродуктивному использованию моделей на уроках математики.

Покажем возможные *причины* выявленной нами проблемы недостаточной готовности учи-

теля к использованию метода моделирования на уроках математики:

- В научно-педагогических и методических исследованиях пока еще не разработана методическая система использования моделирования на уроках математики в начальной школе. Нет и научных разработок по технологии проведения урока математики в начальной школе, в основе которого лежит метод моделирования. Моделирование, как правило, упоминается только как значимый элемент, входящий в различные дидактические теории.
- В процессе подготовки учителей начальных классов студенты получают информацию о различных аспектах метода моделирования при изучении отдельных учебных дисциплин, однако эти аспекты часто не видятся ими целостно, в единстве, как разные грани одного многогранного понятия. Поэтому представления о гносеологическом характере метода моделирования, полученные, например, в философском курсе, в сознании студентов часто не связаны с моделированием как методом учебного познания, о котором упоминается при изучении дидактики и частных методик.

- В целом в практике подготовки учителей начальных классов на факультете начального образования обучение методу моделирования носит исключительно косвенный, опосредованный характер – через ряд учебных дисциплин, где моделирование рассматривается как *частный* (и далеко не самый значимый) вопрос программы.

Мы считаем, что подготовка будущих учителей к использованию метода моделирования в начальном обучении математике должна носить *поэтапный* и *непрерывный* характер. Данный подход к формированию методической культуры будущих учителей математики обоснован в исследованиях И.А. Новик [7]. На основе данного подхода мы предлагаем рассмотреть методическую подготовку будущих учителей к использованию метода моделирования в начальном курсе математики как 4-этапный процесс, что показано на рисунке 1.

Заметим, что важно при этом согласовать учебные программы по разным дисциплинам с точки зрения объема и содержания информации о методе моделирования в научном и учебном познании.

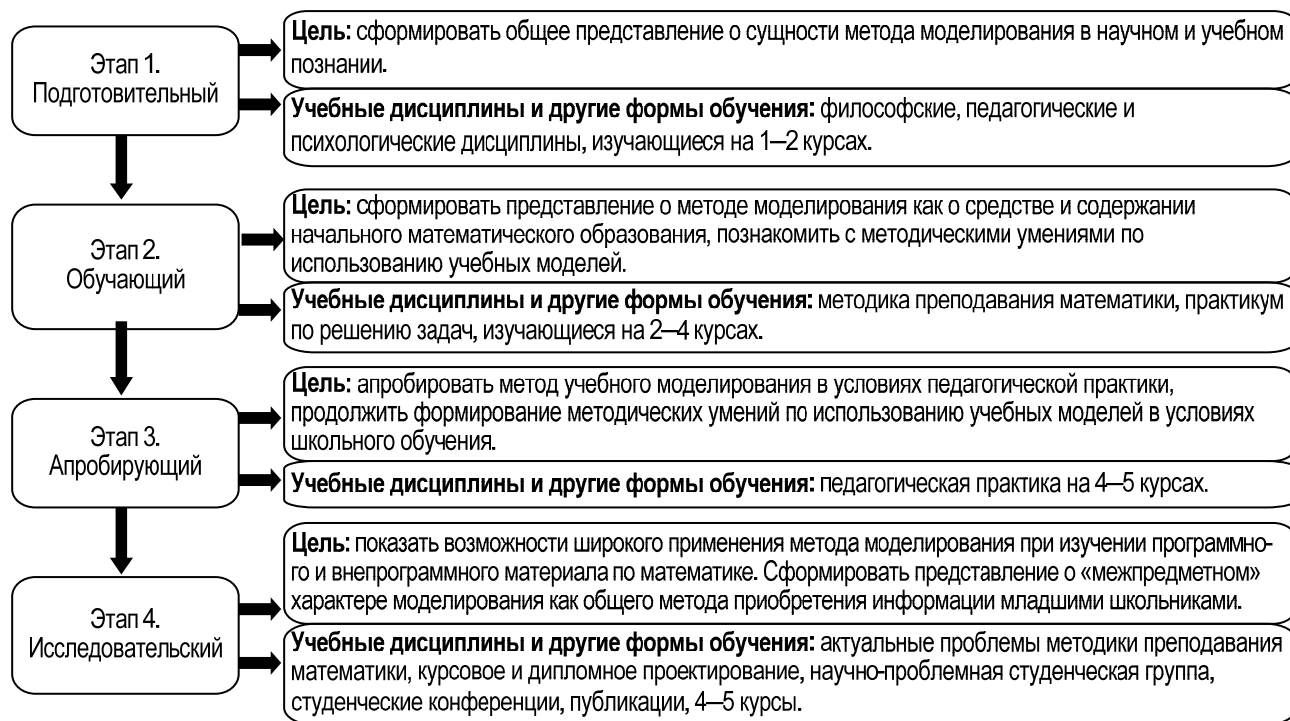


Рисунок 1. Этапы подготовки будущих учителей к использованию метода моделирования в начальном курсе математики

Кроме того, следует ввести в учебный процесс факультета начального образования отдельный спецкурс «Моделирование в образовательном процессе начальной школы (на примере обучения математике)». Это позволит обобщить все представления о методе моделирования, полученные студентами в ходе 4-этапной методической подготовки, поскольку основные задачи данного курса будут направлены на непосредственное изучение особенностей применения метода моделирования на уроках математики в начальной школе.

Выполненный нами анализ позволяет сделать некоторые выводы:

- Моделирование имеет особое значение для начального математического образования по причине направленности этого метода на наглядную фиксацию существенных сторон изучаемых понятий. В психолого-педагогических и методических исследованиях доказана способность младших школьников к обучению с помощью моделирования, а также влияние моделирования на повышение эффективности учебной деятельности учащихся.
- Приобщение младших школьников к методу моделирования на уроках математики возможно на интуитивном уровне, без глубокого осмысления ребенком того, что он применяет для поиска решения учебных заданий метод моделирования. Однако учитель должен четко показывать все этапы получения новой информации с помощью моделей ребенку и фиксировать на этом внимание детей. В этом случае создаются условия для постепенного обобщения школьниками разнообразной палитры «модельных» приемов учебного познания, что позволит в более старшем возрасте глубоко осознать сущность самого метода моделирования.
- В существующей системе подготовки учителей начальных классов недостаточно внимания уделяется обучению студентов применению метода моделирования в начальном курсе математики, что показало проведенное нами исследование. Учителя начальных классов на невысоком уровне понимают сущность понятий «модель» и «моделирование», практика использования моделей на уроках математики носит эпизодический,

бессистемный и вследствие этого недостаточно эффективный характер.

- Возможным способом решения проблемы недостаточной готовности учителей к использованию метода моделирования может стать 4-этапная непрерывная методическая подготовка студентов к применению этого метода в практике школьного обучения, а также введение в процесс методической подготовки будущих учителей начальных классов спецкурса об особенностях применения метода моделирования на уроках математики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Виленкин, Н.Я. О путях совершенствования содержания преподавания школьного курса математики / Н.Я. Виленкин, Р.К. Таварткиладзе. – Тбилиси: Изд-во Тбил. Ун-та, 1985. – 356 с.
2. Истомина, Н.Б. Методика обучения математике в начальной школе: развивающее обучение / Н.Б. Истомина. – Смоленск: Изд-во «Ассоциация XXI век», 2005. – 272 с.
3. Карпенко, А.В. Обучение младших школьников моделированию как способу учебно-познавательной деятельности: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / А.В. Карпенко. – Брянск, 2006. – 245 с.
4. Клаус, Г. Кибернетика и философия / Г. Клаус. — М. и Л.: Иностранная литература, 1963. — 531 с.
5. Мельников, О.И. Обучение дискретной математике / О.И. Мельников. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 224 с.
6. Мордкович, А.Г. Профессионально-педагогическая направленность специальной подготовки учителя математики в педагогическом институте: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / А.Г. Мордкович. – М., 1986. – 355 с.
7. Новик, И.А. Формирование методической культуры учителя математики в пединституте: дис.... д-ра пед. наук: 13.00.02 / И.А. Новик. – М., 1990. – 300 с.
8. Новик, И.Б. Метод моделирования в современной науке / И.Б. Новик, Н.М. Мамедов. – М.: Знание, 1981. – 40 с.
9. Фридман, Л.М. Наглядность и моделирование в обучении / Л.М. Фридман. – М.: Знание, 1984. – 80 с.
10. Штофф, В.А. Моделирование и философия / В.А. Штофф. – М.-Л.: Наука, 1966. – 301 с.
11. Эльконин, Д.Б. Избранные психологические труды / Д.Б. Эльконин. – М.: Педагогика, 1989. – 554 с.

SUMMARY

This article is devoted to the way of integration of the models to the process of primary math's education. On the one hand there is a scientifically grounded fact, that the modeling is one of the effective methods of teaching. But on the other hand teachers are not still ready to use it. The ways of improving the process of student's learning at Faculty of Primary Education are presented.

Поступила в редакцию 08.06.10