

**Сауров Юрий Аркадьевич,**  
профессор кафедры физики  
и методики обучения физике ВятГГУ  
**Коханов Константин Анатольевич,**  
докторант кафедры физики  
и методики обучения физике ВятГГУ

## **МОДЕЛИ В РАЗЛИЧЕНИИ РЕАЛЬНОСТИ И ОПИСАНИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ**

Обозначена методологическая проблема различения реальности и описаний в методике обучения физике и даны её отдельные расшифровки на примере использования моделей.

**Ключевые слова:** методология, эксперимент, модель, учебная деятельность.

A methodological problem is differentiating between reality and the descriptions of the methods of teaching physics and given its private decryption on the example of the use of models.

**Keywords:** methodology, experiment, model, educational activities.

**1. Постановка научно-методической проблемы.** Ключевой проблемой современной методики обучения физике является различение и согласование деятельностей с реальными физическими объектами и явлениями и их знаковыми представлениями (моделями) как при конструировании содержания образования, так и при организации процессов обучения. С позиции дидактической гипотезы выделим основные аспекты этой проблемы [2–5, 8–9].

**Первый аспект.** Реальность и описания задаются и реализуются в обучении через систему понятий. Отсюда необходимость в различении по функциям и статусу используемых понятий. Это касается как физических понятий, так и понятий дидактики физики. Например, во многих законченных дидактических исследованиях так и остается не ясным, какое методическое явление изучалось; не выдерживает критики измерительная практика. Хотя давно признано, что материализм – необходимый научный принцип познания, но в познании в каждом конкретном случае доказательство материальности действие обязательное, но не одномоментное (и не всегда очевидное), процессуально обеспечивается онтологизацией опыта при ведущей роли метода.

**Второй аспект.** Понятно, что все описания – одинаково идеальные по природе и вторичные образования деятельности, хотя разные по формам и функциям. Отсюда возникает проблема отношений между понятиями: физическими величинами, принципами, моделями, идеализированными объектами, механизмами, теоретическими конструктами и др. Например, в чём различие понятий «вещь – объект – предмет – система – модель»? На каком этапе этого интеллектуального движения происходит переход от реальности к описаниям [3]?

**Третий аспект** – различение деятельности с предметами реальности и предметами-описаниями. Принципиально важно, что в обучении всё начинается с коммуникации, в которой передается (задается) некий познавательный

опыт, при этом сначала в довольно абстрактном виде (идея, цель, предметная область, метод и др.). И только затем (полноценно или нет) развертывается в деятельности экспериментирования, причем параллельно в двух смыслах – а) экспериментировании над идеями, понятиями, моделями, б) экспериментировании над известными (всегда «не очень» известными) объектами природы и техники. И в целом – это экспериментирование с объектами ноосферы (по В. В. Майеру) в единстве материального и духовного! Этот этап работы многоаспектный, трудоемкий, разнообразный по видам деятельности. Его логика – развертывание содержания, деятельности «от абстрактного к конкретному». В результате задается и метод, и результат метода – объекты, явления и т.п. Объект в итоге представлен а) знаниями, как результатом действия метода, процедур и др., б) от знаний «идушими» свойствами; например, причинно-следственными отношениями и явлениями, возникающими за измерениями, в) практическим опытом включения объекта в жизнедеятельность кооперированного человека. Именно в таком виде глаз и ум «видят» объект, в такой логике происходит их научение «видеть». Но если познавательная задача меняется, т.е. меняются метод и время, то объект в познании может потерять материальную форму и стать просто знанием, моделью, историей [4]...

**Четвертый аспект.** Особой задачей является задание выделенных различий в учебных и методических текстах, организуемой деятельности. Наиболее прямым решением является явное формулирование соответствующих норм, их встраивание (трудное, но необходимое) в практику [9].

**Пятый аспект.** Проблема фиксации и рефлексии недостатков как сложившихся (традиционных), так и новых описаний. Для этого необходимы методики диагностики знаний и умений моделирования, измерения, анализ данных. Только в дидактическом эксперименте могут быть получены знания о реальностях освоения моделирования [3, 4].

**2. Деятельность моделирования как фундаментальная учебная деятельность.** Для практика важно знать функции модели как наглядного представления, механизма явления, языка описания, представления объекта в некоей знаковой форме. Но подход к освоению моделей (к учению) через деятельность моделирования шире, чем просто через их использование.

В этой связи принципиально важно раскрыть отношение моделирования и фундаментальных познавательных процессов – восприятия, понимания, мышления, рефлексии, коммуникации. Именно в этих отношениях раскрываются ключевые образовательные роли моделирования.

Рассмотрим острый вопрос об *отношении модели и чувственного образа*. Чувственный образ – субъективное образование, в котором фиксируется в большей степени внешняя форма; он более динамичен, чем модель, труднее передаваем в трансляции; чувственный образ богаче модели, но суть вещей в нем не вскрыта и в знаках не зафиксирована. [4, 5, 9].

А при познании явлений, в том числе и при построении моделей, нет простого созерцания. Физик-теоретик и методолог В. Б. Губин пишет: «Реальность в отражении упрощается, усредняется, обобщается. При этом ...некоторое из-

менение (в ограниченных пределах) состояния среды может не менять ощущения. Другими словами, имеет место относительная устойчивость ощущений...» [1, с. 119]. Очевидно, что, вне зависимости методов исследования, этот фактор всегда присутствует и в принципе является одной из форм проявления активности субъекта в познании. Подобное отношение фиксирует и В. В. Налимов, уточняя причины особенного освоения культуры (моделей) каждым субъектом: «Реально существующие люди обладают своими индивидуальными, т.е. вероятно заданными фильтрами пропускания» [6, с. 20].

Весьма жестко, но в принципе справедливо, Г. П. Щедровицкий писал: «...никакого воздействия объектов на анализаторы не существует. Наоборот, есть активность анализаторов. И если не будет активной работы глаза, то не будет и зрительного ощущения. Эта связь оказалась не такой, как предполагали: идущей не от объекта, а наоборот – от анализатора» [10, с. 124]. Отсюда следует ведущая роль моделей, знаков (культуры) при познании, при обучении, при трудовой деятельности.

***Ключевым для обучения является отношение моделирования и функционирования понятий.*** Методологи утверждают: «Любое понятие предполагает, по крайней мере, три плоскости замещения: моделей, операций с объектами, эмпирического материала и словесного описания. В науке точность понятий достигается за счет того, что все они определяются в первую очередь через модели» [10, с. 333]. Невозможно определить место моделей без уяснения отношения между этим понятием и другими категориальными для методики обучения физике понятиями. Опираясь на ранее полученные знания, определим эти **отношения:**

- Через модели задается идеальный мир науки, в том числе задается (определяется) онтологический мир; в связи с этим модели несут на себе замещающую функцию в познании; модель – такое «знаниевое» образование, на основе которого можно получить новое знание.

- Модели несут в себе структуру знания, отражают структуру и функции объекта и др.; иногда говорят, что структура языка задает структуру мира; модели задают единый язык описания природы со своими правилами работы.

- Существуют взаимные переходы: знание – модель, объект – модель, метод – модель и др., словом, знание в разных случаях играет разные функциональные роли; через модели задаются границы применимости теории; **метод рассматривается как нормативная модель деятельности** (свернутый проект!).

- Модели строятся активным сознанием под цели той или иной деятельности, именно в рамках этого поля они могут рассматриваться как адекватные объекту, процессу и т. п. К логическим приемам построения моделей относят идеализацию, конкретизацию, конструирование, воображение, мысленное экспериментирование, математическое моделирование, распрямление, схематизацию, структурное или блок-схемное представление, использование аналогии и др.

- Уже на этапе построения гипотезы используются некие модельные образования (из старого опыта, некие идеи и т. п.), в результате развития гипотезы формируется модель объекта или явления.

- Отношения между понятиями и моделями не так ясны; введение, например, физических величин без определенных модельных представлений об объекте невозможно; по гносеологической природе понятия и модели едины – идеальны, конструктивны; понятия входят в деятельность по построению моделей.

▪ Законы формулируются для идеализированных объектов, для моделей, сами задают в той или иной форме модель явления, например, в математической форме уравнения; модельность законов объясняет существование границ их применимости, например, закон всемирного притяжения Ньютона – только для взаимодействия материальных точек.

**3. Опыт и проблемы диагностики моделирования.** Диагностирование сформированности деятельности моделирования в первом приближении будет через результаты освоения знаний и умений. То есть необходимо выделение норм знаний и умений. В литературе накоплен определенный опыт, но он разрознен и не очень согласован, конкретного материала мало, он не технологичен для использования. Вот почему предлагаем тест из нашей практики диагностики. Ориентир на поэлементный анализ делает его инструментальным. А различение фактов измерений и норм позволяют отличать реальность от описаний, в идеале на этом различении «видеть» закономерности [3, 9].

Предлагаем для диагностики усвоения знаний о моделях и действий моделирования при изучении темы «Световые явления» **следующий тест.**

**I. Общие знания о моделях объектов и физических явлений**

1. Как называется объект природы, из которого ученые при изучении выделяют одно или несколько свойств?

А. Физический объект. Б. Математический объект. В. Физическая модель. Г. Материя. Д. Нет верного ответа.

2. Как называется объект науки, в который преобразуют объект изучения для формулировки закона, построения теории?

А. Природный объект. Б. Физический объект. В. Модель. Г. Материя. Д. Нет верного ответа.

3. Моделью чего является световой луч?

А. Источника света. Б. Светового пучка. В. Линии распространения светового пучка. Г. Света от точечного источника. Д. Нет верного ответа.

4. Верно ли, что тонкой линзы в природе не существует?

А. Нет. Б. Да, так как ее очень сложно изготовить. В. Да, так как любая линза проявляет помимо свойств линзы другие свойства. Г. Да, так как это модель. Д. Нет верного ответа.

5. Каково основное свойство плоского зеркала?

А. Гладкая поверхность. Б. Практически полное отражение света. В. Нерассеянное отражение светового пучка. Г. Отражение параллельных световых лучей под одним углом. Д. Нет верного ответа.

**II. Моделирование объектов и явлений**

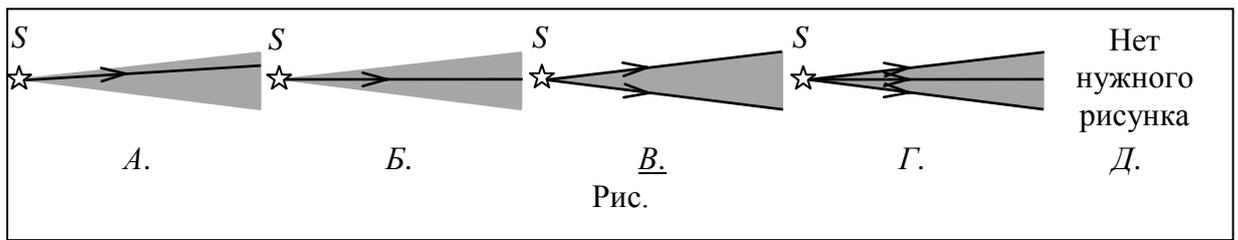
6. Верно ли, что до выполнения опыта по проверке справедливости закона необходимо построить (выбрать) модель рассматриваемого объекта или явления?

А. Да. Б. Иногда «да», иногда «нет». В. Нет, так как опыт проводится с объектами природы. Г. Нет, с моделями опыты не проводят. Д. Нет верного ответа.

7. Что в науке понимается под моделированием?

А. Изготовление уменьшенной копии реального объекта или явления. Б. Выделение в природном объекте или явлении важных для изучения свойств. Г. Описание объекта и явления на языке науки. Д. Нет верного ответа.

8. На каком рисунке лучи позволяют достаточно полно показать распространение светового пучка?



9. Что общего с физической точки зрения между глазом и фотоаппаратом?

А. Одинаковое строение. Б. Одинаковая модель, позволяющая описать формирование изображения. В. Одинаковый принцип действия. Г. Нет ничего общего. Д. Нет верного ответа.

10. Какие модели необходимо использовать для изучения построения изображения в глазах?

А. Тонкая линза, плоское зеркало, световой луч. Б. Тонкая линза, точечный источник света, световой луч. В. Линза, световой пучок, точечный источник света. Г. Хрусталик, световой луч, источник света. Д. Нет верного ответа.

### III. Применение моделей для объяснения явлений

11. В каком случае верно указана причина образования полутени от двух точечных источников света?

А. Попадание световых лучей от одного источника света в область, в которую не попадают лучи от другого источника. Б. Искривление световых лучей. В. Расширение световых лучей от каждого источника. Г. Влияние световых лучей от одного источника на лучи от другого. Д. Нет верного ответа.

12. В каком случае правильно указана причина увеличения или уменьшения предметов линзой?

А. Линза увеличивает или уменьшает ширину световых лучей. Б. Линза изменяет число выходящих световых лучей по сравнению с числом входящих. В. Линза изменяет направление распространения световых лучей. Г. Линза приближает или удаляет источник света. Д. Нет верного ответа.

### IV. Границы применимости моделей

13. Какой из перечисленных источников света можно использовать для получения резкой тени от вашей руки?

А. Размерами менее 1 мм. Б. Размерами более 1 мм. В. Лампу от карманного фонарика. Г. Любой из перечисленных, при условии, что его размеры во много раз меньше расстояния до руки. Д. Нет верного ответа.

14. Верно ли, что уменьшая радиусы кривизны линзы можно добиться исчезновения побочных оптических явлений в линзе?

А. Да. Б. Нет, можно добиться исчезновения только некоторых явлений. В. Нет, можно добиться сильного ослабления некоторых из них. Г. Нет, при уменьшении радиуса кривизны никакие побочные явления не усиливаются и не ослабевают. Д. Нет верного ответа.

15. В каком случае все перечисленные физические явления могут быть объяснены только законами геометрической оптики?

А. Изображение в зеркале; изображение слайда на экране от проектора; ухудшение видимости ночной дороги после дождя.

Б. Изображение на сетчатке глаза; окрашивание света при прохождении через цветные очки; эффект излома стержня на границе раздела двух сред «вода-воздух».

В. Изображение окна на экране, даваемое линзой; блеск снега в солнечный день; отражение от листьев деревьев света зеленого цвета

Г. Преимущественно круглая форма солнечного зайчика; увеличение размера мелких предметов с помощью лупы; образование цветowych узоров в мыльной пленке.

Д. Нет верного варианта ответа.

Результаты тестирования учащихся 8 классов (215 человек) и 11 классов (180 человек) представлены в следующей таблице.

| № | Выявляемые знания и умения  | 8 класс | 11 класс |
|---|---|---------|----------|
|   |   | %       | %        |
| 1 | Умеют определять, какой источник света моделируется точечным                            | 33      | 47       |
| 2 | Имеют представления о модельном характере знаний: знают, что луч – модель пучка         | 17      | 44       |
| 3 | Знают, какая поверхность называется зеркальной  | 42      | 47       |
| 4 | Знают, как доказывается закон преломления света   | 25      | 75       |
| 5 | Знают границы применимости законов геометрической оптикой                               | 50      | 63       |
| 6 | Умеют рационально применять луч для описания явлений                                    | 50      | 29       |
| 7 | Имеют представления о модельном характере знаний: знают, что закон – это модель явления | 50      | 49       |

Видим, что на большинство вопросов, связанных с моделями геометрической оптики правильный ответ дают не более 50 % учащихся. При этом особую трудность вызывали вопросы о связи реальных объектов с их заменителями-моделями (№ 1, 3). Без специального внимания к соответствующим вопросам знания о моделях и действиях моделирования формироваться не могут, а полученные теоретически знания плохо соотносятся с реальностью-практикой.

**Заключение.** Освоение деятельности моделирования – стратегическая задача обучения физике. При этом в разнообразии конкретных действий у школьников формируются современные системы понятий, они овладевают методом научного познания природы, способны понимать и познавать человеческий физический мир.

### Литература

1. Губин, В. Б. О физике, математике и методологии [Текст] / В. Б. Губин. – М.: ПАИМС, 2003. – 321 с.
2. Калапуша, Р. Моделювання у вивченні фізики : монографія [Текст] / Р. Калапуша. – К.: Рад. шк., 1982. – 160 с.
3. Коханов, К. А. Методология функционирования и развития школьного физического образования : монография [Текст] / К. А. Коханов, Ю. А. Сауров. – Киров: ООО «Радуга-ПРЕСС», 2012. – 326 с.
4. Коханов, К. А. Проблема задания и формирования современной культуры физического мышления : монография [Текст] / К. А. Коханов, Ю. А. Сауров. – Киров: Изд-во ЦДООШ; «Типография «Старая Вятка», 2013. – 232 с.
5. Мултановский, В. В. Физические взаимодействия и картина мира в школьном курсе [Текст] / В. В. Мултановский. – М.: Просвещение, 1977. – 168 с.
6. Налимов, В. В. Спонтанность сознания [Текст] / В. В. Налимов. – М.: Прометей, 1989. – С. 20.
7. Сауров, Ю. А. Физика: Поурочные разработки : 10 класс : пособие для учителей общеобразоват. учреждений [Текст] / Ю. А. Сауров. – М.: Просвещение, 2010. – 254 с.
8. Сауров, Ю. А. Физика: Поурочные разработки : 11 класс : пособие для учителей общеобразоват. учреждений [Текст] / Ю. А. Сауров. – М.: Просвещение, 2010. – 256 с.
9. Сауров, Ю. А. Принцип цикличности в методике обучения физике : историко-методологический анализ : монография [Текст] / Ю. А. Сауров. – Киров: Изд-во КИПК и ПРО, 2008. – 224 с.
10. Щедровицкий, Г. П. Проблемы логики научного исследования и анализ структуры науки [Текст] / Г. П. Щедровицкий. – М., 2004. – 400 с.