

УДК 372.853

О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ (НА ПРИМЕРЕ ОРГАНИЗАЦИИ ЭВРИСТИЧЕСКОЙ БЕСЕДЫ О МОДЕЛИ «МАТЕРИАЛЬНАЯ ТОЧКА»)

Аннотация. В статье рассматриваются некоторые проблемы использования моделей и понимания принципов моделирования при обучении физике. Рассмотрены некоторые аспекты моделирования как универсального способа научного познания. Показана важность умений сопоставлять свойства объекта реальности и модели, оценивать адекватность модели и определять границы ее применимости для формирования функциональной и естественно-научной грамотности. Предлагаются способы организации эвристической беседы: «сравнение свойств физического тела и материальной точки». Приводятся основные методические приемы, способствующие освоению обучающимися принципов простейшего моделирования на уроках физики.

Ключевые слова: модель, моделирование, метод научного познания, обучение физике, объект реальности, явление, материальная точка, физическое тело, функциональная грамотность

В статье использованы фотографии, отражающие применение моделей разного типа в ходе урока «Рождение звука. Звуковой резонанс», разработанного и проведенного учителями физики высшей категории МОУ «Удельнинская гимназия» М. А. Пчелкиной и Н. В. Андреевой.

С 1 сентября 2022 года вектор российской школьной образовательной практики определяется Федеральными государственными об-



Геннадий Герихов **Никифоров**, кандидат педагогических наук, старший научный сотрудник лаборатории профильного образования, ФГБНУ «Институт стратегии развития образования», г. Москва
E-mail: nikiforowgg@mail.ru



Мария Анатольевна Пчелкина, лауреат областного конкурса «Учитель года Подмосковья — 2020», учитель физики высшей категории, Удельнинская гимназия, Московская область, Раменский район, п. Удельная; научный сотрудник лаборатории профильного образования, ФГБНУ «Институт стратегии развития образования», г. Москва
E-mail: pchelkin.a@mail.ru

Как цитировать статью: Никифоров Г. Г., Пчелкина М. А., Андреева Н. В. О некоторых проблемах использования моделей при обучении физике (на примере организации эвристической беседы о модели «Материальная точка») // Образ действия. 2023. Вып. 2 «Реализуем ФГОС ОО. Инженерно-технологическое образование. Лучшие практики». С. 58-74.

разовательными стандартами нового поколения. Согласно ФГОС ОО, освоение Программ основного общего образования реализуется «на основе системно-деятельностного подхода, обеспечивающего системное и гармоничное развитие личности обучающегося, освоение им знаний, компетенций, необходимых как для жизни в современном обществе, так и для успешного обучения на следующем уровне образования, а также в течение жизни» [8].

Иными словами, целью обучения в соответствии со стандартами является личностное развитие обучающегося, методической основой — системно-деятельностный подход, а одной из главных задач — овладение компетенциями, необходимыми для успешной реализации жизненных программ обучающихся в окружающем их мире.

Одна из самых серьезных опасностей, подстерегающих любой образовательный процесс, — остаться «внутри предмета», «внутри класса». Как хорошо известно практически каждому учителю физики (и это подтверждено международными и российскими исследованиями качества школьного образования), многие ребята, которые отлично справляются с выполнением типовых учебных заданий, испытывают серьезные затруднения при решении задач, связанных с широким жизненным контекстом, проблемной жизненной ситуацией. Почему это происходит?

Зачастую на уроках физики, выполняя стандартные учебные задания или изучая страницы учебника, ученик оказывается в мире, заполненном материальными точками, математическими маятниками, идеальными газами, плоскими электромагнитными волнами, абсолютно твердыми и абсолютно упругими или абсолютно черными телами. В этом мире системы взаимодействующих тел



*Наталья Викторовна Андреева, лауреат премии Губернатора Московской области «Лучший учитель-предметник и лучший учитель начальных классов» в 2019 году, почетный работник общего образования РФ, учитель физики высшей категории, Удельнинская гимназия, Московская область, Раменский район, п. Удельная
E-mail: nataol@list.ru*

практически всегда замкнуты, колебания являются гармоническими, а силы трения, как правило, пренебрежимо малы. Неудивительно, что, сталкиваясь с реальными объектами окружающей действительности, выходящими за рамки этих упрощений, ребята испытывают растерянность.

Моделирование — универсальный способ научного познания реальности, основанный на построении модели исследуемого объекта или явления, изучении ее свойств и перенесении полученной информации на сам объект. Любое исследование реальности является моделированием в широком смысле слова, поскольку представляет собой создание образа объекта, учитывающего лишь определенные его свойства — существенные для выбранной цели исследования. Охватить все свойства, качества и взаимосвязи любого объекта действительности очевидным образом невозможно.

В научном познании создание модели играет огромную роль. Создавая мысленный или предметный образ объекта (оригинала), отражающий определенную его грань, исследователь получает упрощенную модель, доступную для изучения. Однако необходимо осознание того, что модель замещает оригинал лишь в некоторых аспектах. Если упущены существенные для решения поставленной задачи качества и свойства, образ не может быть адекватной моделью объекта действительности (рис. 1).

Резонаторы

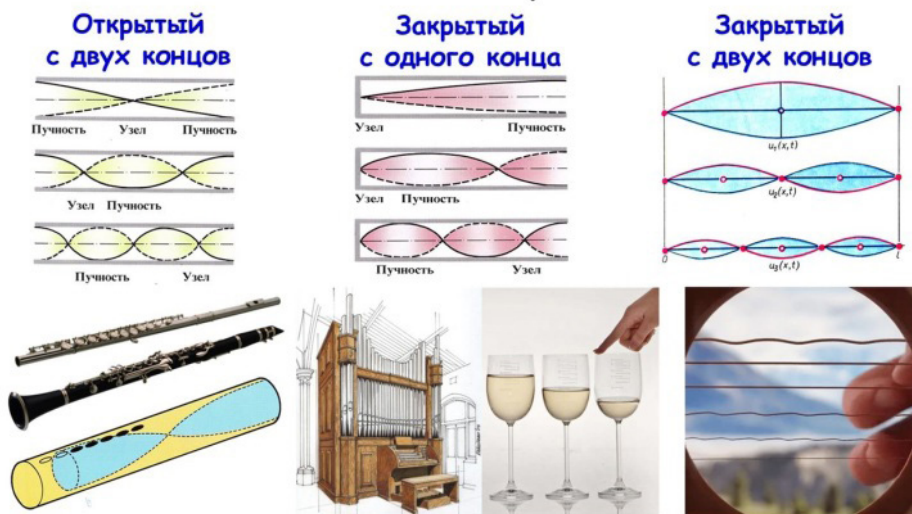


Рисунок 1. Урок «Рождение звука. Звуковой резонанс». 9-й класс. Графические модели стоячих волн в разных типах резонаторов

Например, ключевая модель геометрической оптики — световой луч, то есть линия, вдоль которой распространяется световая энергия. Иногда ребята отождествляют луч с реальным объектом — очень узким световым пучком. Однако из-за явления дифракции световой пучок имеет угловое распределение, которым нельзя пренебречь в тех случаях, когда размеры волнового фронта сопоставимы с длиной волны. Как мы знаем, данное явление в практической жизни задает предел разрешающей способности оптических приборов. Модель светового луча позволяет эффективно решать задачи по геометрической оптике, не рассматривающей вопросы, связанные с волновой природой света. Однако и геометрическая, и волновая оптика являются приближением по сравнению с более точной квантовой электродинамикой. Важно сознавать, что геометрическая, волновая и квантовая оптика представляют собой теоретические модели, отражающие реальность (световые явления) каждая со своим уровнем приближения.

Отметим, что во всех школьных экспериментах по геометрической оптике роль светового луча играет относительно узкий световой пучок, так что у ребят может сложиться ложное впечатление, что они видят луч. Поэтому обсуждение с обучающимися отличия светового пучка (объекта реальности) от светового луча (модели) эффективно для формирования у них более точного представления о создании модели, этапах моделирования.

ФГОС ОО предусматривают в ряду предметных результатов по учебному предмету физика (базовый уровень) умения выявлять «характерные свойства физических моделей (материальная точка, абсолютно твердое тело, модели строения газов, жидкостей и твердых тел, планетарная модель атома, нуклонная модель атомного ядра) и... применять их для объяснения физических процессов» [8]. В рабочей программе основного общего образования «Физика» (базовый уровень) реализация этих требований ФГОС представлена дифференцированно по годам обучения, предусматривая разные уровни освоения и применения физических моделей. Если в 7-м классе содержание учебного предмета физика включает (в разделе 1 «Физика и ее роль в познании окружающего мира») ознакомление с темой «Описание физических явлений с помощью моделей» [5], то в 9-м классе многие физические явления и закономерности изучаются через подробное рассмотрение моделей (материальная точка, абсолютно твердое тело, математический маятник, лучевая модель света, модели атома Томсона («пудинг с изюмом»), Резерфорда (планетарная модель), Бора, нуклонная модель атомного ядра). Среди планируемых предметных результатов обучения физике в 9-м классе указано умение «различать основные признаки изученных физических моделей: материальная точка, абсолютно твердое тело, точечный источник света, луч, тонкая линза, планетарная модель атома, нуклонная модель атомного ядра» [5].

Очевидно, что формирование представлений обучающихся о моделировании как способе научного познания выходит на новый уровень при обсуждении, предлагаемом программой, в 9-м классе таких аспектов физических моделей, как границы применимости (на примере материальной точки) и возможности противоречий внутри модели (противоречия планетарной модели атома и основания для появления модели Бора) [5], становящихся шагом на пути создания новой теоретической модели.

Тем не менее можно констатировать, что моделирование как системный способ познания реальности еще не находит достаточного отражения в школьном курсе физики, эта актуальная методологическая задача требует пристального внимания как ученых-методистов, так и учителей-практиков. Изучение моделей разных типов и уровней (модель очень маленьких и очень больших объектов (модель строения атома и модель Солнечной системы), идеализированные объекты (материальная точка, сплошная среда, абсолютно черное тело), материальные модели (электродвигатель, пружинный маятник), математические модели (уравнения Максвелла), демонстрационные модели (силовые линии электрического поля, магнитные линии), модели, описывающие прошлое и предсказывающие будущее («Большой взрыв» и гипотеза «Большого сжатия»), модели, не подтвержденные экспериментально (магнитные монополи, теплород, эфир), модели мыслителей прошлого (модель атома Демокрита, космологические модели Птолемея, Коперника, Браге, Бруно) и т. д.) изучение моделей разных уровней обобщенности, типов представления информации, относящихся к разным периодам истории науки, а также получение представления о компьютерном моделировании (моделирование броуновских траекторий, моделирование движения тела, брошенного под углом к горизонту, и др.) внесет неоценимый вклад в освоение обучающимися метода научного познания, упорядочит их представления о происхождении научных теорий, о структуре знания и взаимосвязи между его элементами (рис. 2).

Для понимания сути моделирования мы считаем полезным выполнение с обучающимися заданий на сопоставление модели и замещаемого ею объекта/явления. По определению, модель — это созданный объект, отражающий существенные свойства представляемого объекта. Из этого следуют известные нам основные свойства модели:

- адекватность — способность представлять отображаемый объект с точки зрения исследуемых свойств;
- конечность — модель представляет лишь конечное число свойств оригинала, а не все свойства;
- упрощенность — модель отражает лишь необходимые и достаточные, то есть существенные для решения задачи свойства оригинала, поэтому она более доступна для исследования;

- полнота — присутствуют все необходимые для решения задачи свойства;
- приближительность (приближенность) — количественная характеристика, показывающая, насколько точно модель отражает оригинал (существуют более точные и более грубые модели);
- информативность — модель должна содержать информацию об исследуемом объекте, достаточную с точки зрения цели исследования, в считываемой для исследователя форме;
- потенциальность — прогностический потенциал, способность дать новые знания об объекте.

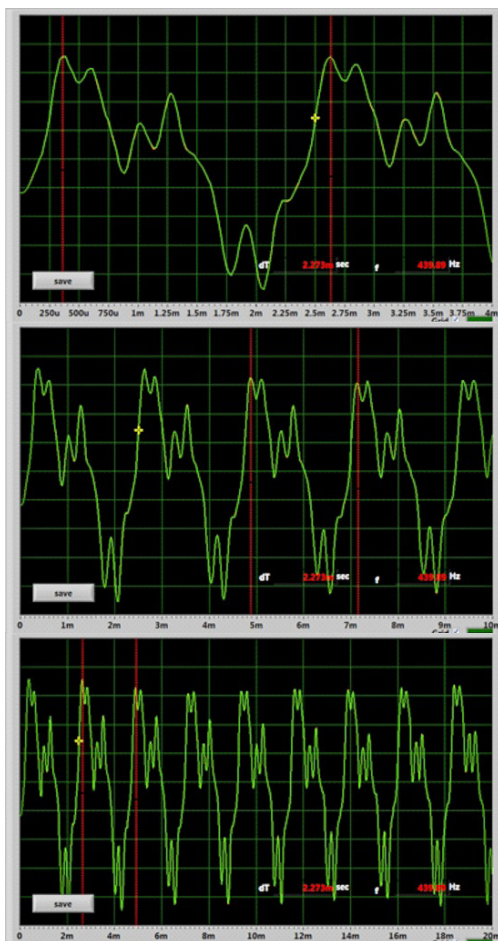


Рисунок 2. Урок «Рождение звука. Звуковой резонанс». 9-й класс. Компьютерное моделирование колебаний в звуковой волне с разверткой по времени

Мы видим, что первые пять характеристик модели связаны между собой и касаются соотношения свойств модели и оригинала — отражаемого объекта действительности (два последних пункта касаются системы «объект — модель — исследователь»).

Проанализируем с обучающимися 9-го класса в ходе эвристической беседы модель «материальная точка» (это удобно сделать во время изучения темы «Материальная точка. Системы отсчета»). Предложим ребятам называть свойства и характеристики физического тела и его модели — материальной точки. Обычно с легкостью называют свойства физических тел иметь массу, размеры, объем и форму. О том, что тело занимает положение в пространстве (имеет координаты), часто приходится напоминать. Также легко вспоминается, что тела имеют цвет и твердость. После вопроса учителя, только ли твердыми бывают физические тела, ребята применяют свои знания об агрегатных состояниях вещества, и возникает вопрос, могут ли тела быть жидкими и газообразными. Обсуждается вопрос о границах тела, о плотности (отношении массы к объему) и упругости. Вспоминается прозрачность/непрозрачность (а если беседа пройдет после изучения раздела «Оптика», то и способность тела поглощать и отражать свет).

А магнитные свойства материалов, способность/неспособность проводить электричество? В какой-то момент завязывается дискуссия, можем ли мы говорить о свойствах разных веществ как о характеризующих также тела, состоящие из этих веществ? И если да, то присущи ли телам все известные нам из физики (а также из химии и частично биологии!) свойства веществ, из которых они состоят?

Учитель говорит о том, что научные понятия («физическое тело») также носят модельный характер, так как включают существенные свойства реальных объектов или явлений. Понятия в науке существуют не изолированно, а в системе «тела — вещества», и свойства, существенные для определения одних объектов действительности, могут при определенных условиях быть или не быть существенными для определения других (например, зеленый цвет листьев растений относится к их существенным признакам, а зеленый цвет блокнота на моем столе — к случайным). Нужно ли говорить о свойствах веществ по отношению к состоящим из этих веществ телам, зависит от целей исследования и поставленных задач. Результатом этой части обсуждения является констатация, что важное свойство тела — его материальность, то, что тела состоят из веществ.

Сопоставляя тело с веществом, мы можем отметить, что для характеристики тел, в отличие от всегда однородных веществ, существенен признак однородности / неоднородности. При проведении расчетов, связанных с разрушением физических тел вследствие приложенной извне силы, неоднородности тела имеют большое значение.

Актуализируя знания, полученные в 7-м и 8-м классе, 9-классники называют свойства, присущие физическим телам и характеризующие их взаимодействие: тела состоят из частиц (молекул, атомов и ионов); у тела есть температура; тела могут изменять положение тела в пространстве с течением времени (обладать скоростью), они могут двигаться поступательно, (не) равномерно и (не)прямолинейно, а также ускоренно под действием приложенной силы; они обладают инертностью; могут деформироваться; они действуют друг на друга; притягиваются друг к другу под действием силы тяготения; тела могут находиться в равновесии; обладают энергией (потенциальной и кинетической); передают и излучают энергию; электризуются или не электризуются; обладают или не обладают электропроводностью; обладают теми или иными магнитными свойствами.

Удивление обычно вызывает у ребят замечание учителя, что само существование, тот факт, что тело существует в реальности независимо от мышления исследователя, — важнейшее свойство объектов, называемых физическими телами (рис. 3).

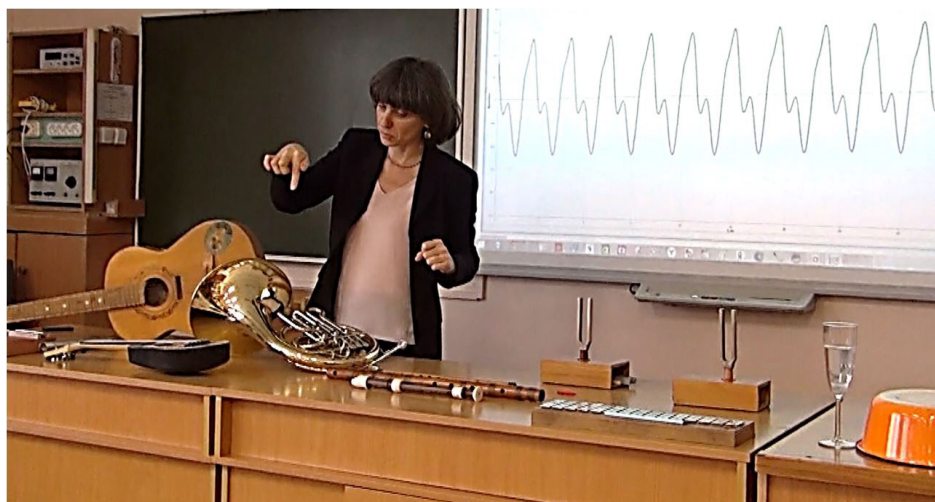


Рисунок 3. Урок «Рождение звука. Звуковой резонанс». 9-й класс. Бокал как модель музыкального инструмента

Приводим определение материальной точки: материальная точка — физическая модель, представляющая собой идеальное тело, расположенное в пространстве, обладающее массой, размеры которого равны нулю или бесконечно малы по сравнению с другими размерами и расстояниями в пределах данной задачи.

Теперь ученики первым делом обращают внимание на слово «идеаль-

ное» — по контрасту с понятием «физическое тело» — это слово означает, что материальная точка не обладает свойством существования независимо от человеческого мышления. Материальных точек нет в объективном мире, это образ, модель!

Предлагаем ребятам заполнить таблицу следующего вида.

Таблица 1

Сравнение свойств объекта и модели

Свойства объектов \ Объекты	Физическое тело	Материальная точка	
1. Существует в реальности	+	-	
2. Имеет массу	+	+	
3. Имеет форму	+	-	
4.			

Первый столбик таблицы занимают свойства тел, начиная со свойства существование, а далее — те свойства и характеристики, которые мы смогли определить, исходя из освоенных ребятами к данному моменту физических знаний. Во втором столбике — «физическое тело» — ставим плюсы напротив всех характеристик, присущим телам как объектам реальности.

Предлагаем ребятам, проставив плюсы и минусы, заполнить столбик таблицы «материальная точка». Быстро появляются плюсы напротив массы и положения в пространстве: ребята проводят параллель между материальной точкой и известной им геометрической, воспринимая данную физическую модель как геометрическую точку, обладающую массой. Также появляется параллель с частицей вещества, которая обладает массой и чрезвычайно малыми (для решения определенного типа задач) размерами.

Обсуждаем остальные характеристики: может ли тело, размерами которого мы пренебрегаем, обладать формой? Может ли оно деформироваться? Может ли тело, обладающее массой и координатами, менять положение в пространстве, то есть обладать скоростью? Может ли оно двигаться поступательно, (не)равномерно, (не)прямолинейно? Вращаться вокруг своей оси? Какие свойства тела определяются его массой, а какие — внутренней структурой? И, следовательно, относятся ли эти характеристики к материальной точке? Можно ли говорить о том, «из чего» состоит материальная точка?

Исходя из определений кинетической и потенциальной энергий, ребята легко делают вывод, обладает ли материальная точка какой-либо энергией. Учителю следует только добавить, что существует потенциальная энергия взаимодействия материальной точки с полем.

Теперь мы можем попросить ребят определить, при исследовании каких известных им физических явлений (механических, тепловых, электрических, электромагнитных) и для решения каких задач имеет смысл использовать модель материальной точки. Почему замещение физического тела материальной точкой может быть эффективно? Обладает ли данная модель (для исследования определенного аспекта реальности) признаками адекватности, простоты, полноты, приближенности?

Так ребята исследуют свойства модели «материальная точка» и сами определяют границы ее применимости. Можно также обсудить с ребятами свойства системы «абсолютно твердое тело» (дав его определение), добавив еще одну колонку к нашей таблице, и сделать выводы о границе применимости этой модели.

Мы убеждены, что такое совместное с учителем исследование свойств моделей поможет обучающимся сформировать более полное представление о сути моделирования как способа познания, о соотношении модели и объекта, сделает более осознанной работу с учебными моделями и — что очень важно — улучшит их понимание контекстных заданий (связанных с широким жизненным контекстом), выполнение которых требует умения самостоятельно переходить от явления практической жизни к модели (рис. 4).

Без этого последнего умения невозможно достичь отраженного в рабочей программе предметного результата обучения: «распознавать проявление изученных физических явлений в окружающем мире, в том числе физические явления в природе, при этом перевести практическую задачу в учебную, выделять существенные свойства/признаки физических явлений» [5].

Место моделирования в научном методе познания, методике обучения физике и учебной деятельности обучающихся было предметом творческого, научного интереса академика РАО В. Г. Разумовского. Разрабатывая проблему отражения принципа цикличности научного познания в учебном процессе, Разумовский стремился раскрыть сложные и многоуровневые связи между явлением и моделью, явлением, научной гипотезой и ее экспериментальной проверкой. В частности, ряд принципиальных замечаний высказаны ученым в разные годы в письмах к коллеге и другу Ю. А. Саурову: «...Эйнштейн дал самую современную концепцию теории познания. Она совпадает с диалектической гносеологией. Но сверх того показывает:

- модельность всякого научного познания;

- ограниченность всякой модели;
- приоритет фактов над теорией;
- обреченность (историческую) всех моделей.

Определение частоты звука осциллографом

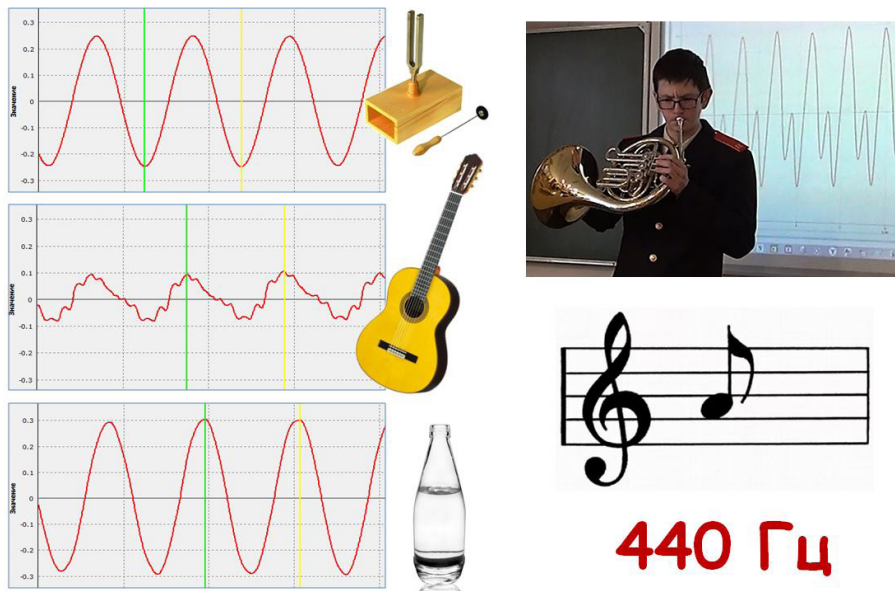


Рисунок 4. Урок «Рождение звука. Звуковой резонанс». 9-й класс. Графическая модель колебаний в звуковой волне

Педагогический вывод: можно сообщить и передать информацию, но нельзя вложить готовых знаний, но можно создать благоприятные предпосылки к их овладению...» (30.10.1996) [4, с. 6].

Знание не равно информации! Оно представляет собой непрерывный драматический процесс перехода от явления к модели, экспериментальной проверки модельных гипотез, осознания их ограниченности под напором новых фактов и нового научного поиска. Только эта активная познавательная деятельность, в которую должен быть включен ученик, а организовать которую на уроках должен учитель, может считаться получением подлинных знаний, а не информации (рис. 5).



Рисунок 5. Урок «Рождение звука. Звуковой резонанс». 9-й класс. Предметная модель стоячей волны

Также В. Г. Разумовский предлагает строить самостоятельную исследовательскую деятельность обучающихся с использованием теоретических моделей и модельных экспериментов: необходимо, пишет он, «сделать упор... на организацию самостоятельной познавательной и творческой деятельности на основе модельных гипотез...»

Речь пойдет о применении моделей:

1. Материальная точка (когда нет вращения).
2. Молекулярное строение вещества при изучении его свойств.
3. «Теплород — гидростатика».
4. Электростатика — гидростатика.
5. Ток в замкнутой цепи — гидродинамика.
6. Электромагнитное поле — силовые линии.
7. Оптика: шарики и волны.
8. Излучение квантами — падение шариков с фиксированной высоты...» (01.09.2000) [4, с. 6].

Проблема соотношения явления и моделей по-прежнему волнует ученого, и 18.10.2011 он пишет: «...Просто требовать различать модели от явлений бесполезно. Люди даже не могут понять, чего от них хотят: «все задачи они (ученики. — Прим. авторов статьи) умеют решать». Они умеют их решать, поскольку все наши задачи на подстановку данных в формулу, это алгебра, а не физика. Вся трудность состоит в том, что *в жизни сначала надо распознать физическое явление, все данные проблемы перевести в понятия физики* (выделено авторами статьи) и только потом заниматься уравнениями...»

Пока не будет экспериментальных исследований явлений, пока не научим переходить с бытового языка на язык понятий и обратно, нечего говорить о различии моделей и объектов. В создавшейся ситуации учебы по картинкам... методология не востребована...» [4, с. 8].

Ученого всегда волновала подмена реального школьного эксперимента изучением изображений, «картинок» и начерченных на доске схем, неумеренное использование которых он с иронией называл «меловым периодом» в школьном образовании.

И, наконец, что особенно важно в контексте нашего разговора, ученый пишет: «...Я не философ, но думаю, что безоговорочно отделить модели от мира реальности при обучении не удастся никогда. «Модели моделей» тоже будут всегда...» (08.02.2008) [4, с. 7] (рис. 6).

«...В школе мы должны учить основам науки, процессу познания научным методом. Объектом нашего познания должна быть природа, метод познания и уж потом здание науки. <...> Что изучать? Мир вещей или мир понятий. Безусловно, изучать надо реальный мир, пользуясь миром понятий, миром моделей (потому что это упрощает, делает недоступное доступным!)»

с обязательным возвращением к реальному миру...» (31.03.2005) [4, с. 7].

Речь идет о том, что научное познание неотделимо от моделирования: изучая явления природы, мы отражаем их в понятиях, используем модели разного уровня, «модели моделей». Но и ученый, и учитель должны видеть за «зданием науки» реальный мир — изменчивый, неповторимый, всегда полный «неочевидного». «Мостом» между наукой и реальностью является научный метод, который не сводится к объему информации, но представляет собой способ действовать, владение компетенциями, позволяющими «объяснять непонятное и предвидеть неочевидное» [4, с. 7].

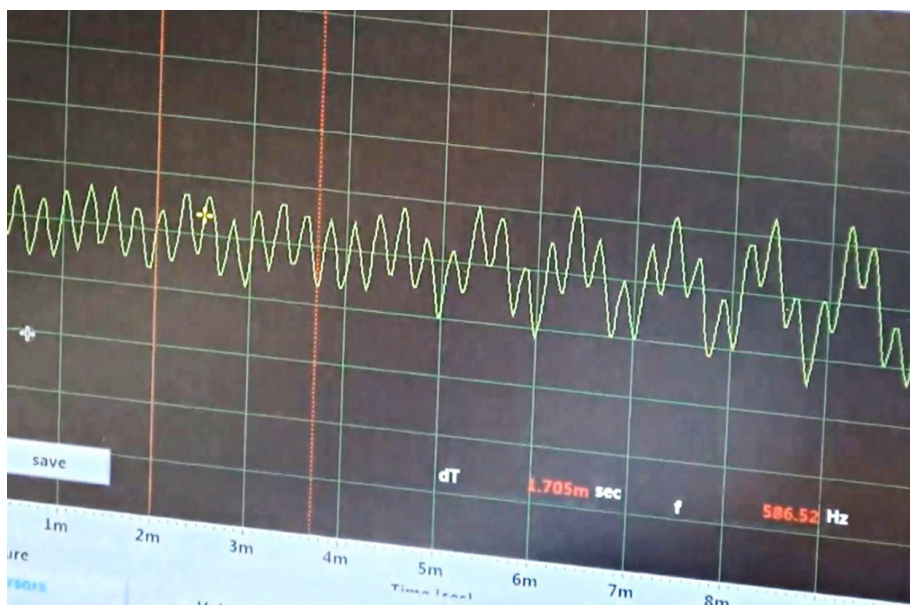


Рисунок 6. Урок «Рождение звука. Звуковой резонанс». 9-й класс. Компьютерное моделирование колебаний в звуковой волне с увеличением амплитуды

Академик РАО Разумовский подчеркивает, что физика — и наука, и учебный предмет — изучает явления, а не модели. Мы возвращаемся к тому, с чего начали: парадоксальность сложившейся ситуации в том, что, с одной стороны, проблема моделирования в методике обучения физике все еще является актуальной задачей, требующей решения, а с другой — ученик на уроке зачастую остается в окружении учебных моделей (замкнутых систем; нерастяжимых нитей; жидкостей, не обладающих вязкостью; тел, движущихся равномерно и прямолинейно, и т. д.), и перенос полученных знаний на явления реальной жизни для него затруднен.

ФГОС ОО называют среди главных задач, стоящих перед школьным образованием, «формирование функциональной грамотности обучающихся (способности решать учебные задачи и жизненные проблемные ситуации на основе сформированных предметных, метапредметных и универсальных способов деятельности)» [8]. Овладение функциональной (применительно к обучению физике — естественно-научной) грамотностью во многом определяет личностное развитие обучающегося, его деятельную и гражданскую позицию по отношению к окружающему миру. Важность умения применять полученные в школе знания в практической жизни, в «большом мире» за пределами школьного класса невозможно переоценить.

Мы старались показать, что ознакомление обучающихся с основными этапами метода моделирования, формирование навыков простейшего моделирования (умение переходить от моделей к явлениям реального мира и от явления реальности к учебной модели) может играть существенную роль в достижении предметных результатов обучения физике, указанных в Программе: «распознавать проблемы, которые можно решить при помощи физических методов», «распознавать проявление изученных физических явлений в окружающем мире», «переводить практическую задачу в учебную, выделяя существенные свойства/признаки физических явлений»[5], а также в формировании естественно-научной грамотности (рис. 7).

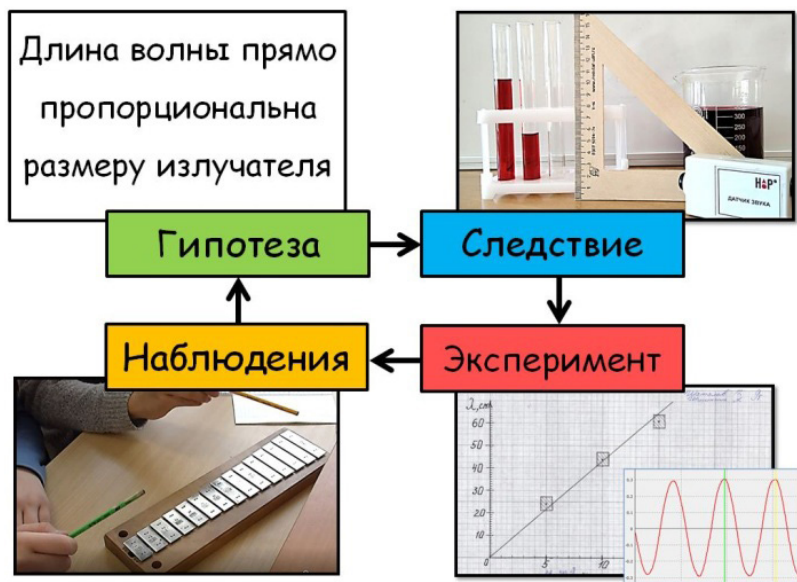


Рисунок 7. Урок «Рождение звука. Звуковой резонанс». 9-й класс. Исследование с проверкой модельной гипотезы по циклу научного познания

Для решения поставленной задачи мы предлагаем использовать следующие методические приемы:

- при изучении физических явлений и закономерностей обращать внимание обучающихся на то, какие идеальные (разных уровней), материальные и математические модели мы используем;
- анализировать вместе с обучающимися, какие свойства явления отражает (и какие не отражает) данная модель, обсуждать в связи с этим границы ее применимости (например, при изучении раздела «Оптика»);
- выстраивать урок по изучению новых физических явлений в направлении «от явления к модели», а не «от модели к явлению» (например, при изучении темы «Звуковой резонанс»);
- изучать известные в истории физики модели, в том числе не нашедшие экспериментального подтверждения;
- использовать на уроках при наличии соответствующего материально-технического оснащения компьютерное моделирование;
- предлагать обучающимся решать контекстные задачи, основанные на материале из практической жизни обучающихся;
- анализировать с обучающимися при изучении соответствующих тем возможно большее количество явлений окружающей жизни, наряду с учебными моделями; комментировать переход от объекта действительности к модели при решении конкретной исследовательской задачи;
- использовать тип урока «самостоятельное исследование обучающихся с воспроизведением исторических физических экспериментов» на основе предложенного В. Г. Разумовским применения «цикла научного познания»: явление — гипотеза — следствие — эксперимент; анализировать с обучающимися в рамках «цикла научного познания» исторические модельные гипотезы (например, при изучении опытов Галилея по свободному падению тел);
- проводить уроки инженерной направленности с использованием материальной модели (например, определение грузоподъемности действующей модели подъемного крана).

Список литературы

1. Василий Разумовский: Познание истины в просвещении...: библиогр. указ. / авт.-сост. Ю. А. Сауров; ред. Н. П. Гурьянова; Киров. обл. науч. б-ка им. А. И. Герцена. Киров: ИД «Герценка»; ООО «Типография “Старая Вятка”», 2014. 156 с.
2. Данилов О. Е. Модельный характер представления физических знаний в процессе обучения // Молодой ученый. 2016. № 4 (108). С. 107–113.
3. Методические рекомендации по формированию естественно-научной грамотности обучающихся 5–9-х классов с использованием открытого банка заданий на цифровой платформе. / А. Ю. Пентин, Г. С. Ковалева, Е. А. Никишова и др.; под редакцией Г. С. Ковалевой, А. Ю. Пентина / ИСРО

РАО [Электронный ресурс]. URL: http://skiv.instrao.ru/bank-zadaniy/estestvennonauchnaya-gramotnost/EG_Методические%20рекомендации_2021.pdf (дата обращения: 23.04.2023).

4. Модели и моделирование в методике обучения физике: Материалы докладов VIII всероссийской научно-практической конференции: 8 ноября 2019 г. Киров: ООО «Издательство «РАДУГА-ПРЕСС», 2019. 123 с.

5. Рабочая программа основного общего образования. Физика. Базовый уровень (для 7–9-х классов образовательных организаций): Одобрена решением Федерального учебно-методического объединения по общему образованию, протокол 3/21 от 27.09.2021 [Электронный ресурс]. URL: <https://fgosreestr.ru/uploads/files/7a80f8760f6a822ccbd2496f4681a635.pdf> (дата обращения: 23.04.2023).

6. *Разумовский В. Г.* Проблемы теории и практики школьного физического образования: Избранные научные статьи / составитель Ю. А. Сауров. М.: Изд-во РАО, 2016. 196 с.

7. *Разумовский В. Г., Майер В. В.* Физика в школе. Научный метод познания и обучение. М.: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2004. 463 с. (Библиотека учителя физики).

8. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования: Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 31.05.2021 № 287 [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107050027?index=2&rangeSize=1> (дата обращения: 23.04.2023).