

УДК 371.693.2

DOI: 10.18384/2310-7219-2016-2-44-51

ПОСТРОЕНИЕ НАТУРНОЙ МОДЕЛИ В ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ

Ким В.С.*Дальневосточный федеральный университет**г. Владивосток, о. Русский, поселок Аякс-10, кампус ДВФУ, Российская Федерация*

Аннотация. Рассматривается проблема использования метода моделирования при обучении физике, который направлен на формирование устойчивого интереса к этой дисциплине. Предложен метод натурального моделирования экспериментальной установки по изучению закона Бойля-Мариотта. Основная идея метода заключается в использовании процесса градуировки шкалы измерительного прибора (манометра) для построения адекватной модели. Описываемая модель строится силами учащихся и способствует формированию у них универсальных учебных действий.

Ключевые слова: модель, закон Бойля-Мариотта, универсальные учебные действия, натурная физическая модель, модель манометра.

CONSTRUCTING A FULL-SCALE MODEL IN TEACHING PHYSICS

V. Kim*Far Eastern Federal University**FEFU campus, Ajax-10 Settlement, Russki Island, Vladivostok, the Russian Federation*

Abstract. The problem of using modeling techniques in teaching physics is scrutinized. The techniques are aimed at forming a steady interest to the subject. The method of full-scale simulation of the experimental installation for the study of Boyle's law is offered. The main idea of the method is to use a grading scale of a measuring device (manometer) to construct an adequate model. The model described is constructed by students and promotes the formation of universal educational actions.

Key words: model, Boyle's law, universal educational actions, full-scale physical model, model of a manometer.

Новые стандарты школьного образования ориентируют на усиление роли мотивации обучаемых в образовательном процессе. Школьники должны осознать, что учеба в школе – это не скучный процесс приобретения оторванных от жизни знаний, а наоборот – необходимая подготовка к реальной жизни, поиск нужной информации и приобретение умений по ее применению в текущих и будущих ситуациях своей жизни.

Степень успешности образовательного процесса, достижение метапредметных результатов характеризуется степенью сформированности универсальных учебных действий. Универсальные учебные действия являются существенными

элементами общеучебных умений и навыков, способов деятельности, ключевых компетенций, а затем и компетентностей ученика в познавательной и практической деятельности [8]. Для оценки сформированности универсальных учебных действий необходимо применять современные процедуры диагностики качеств личности [5] с использованием математической обработки эмпирических данных с помощью специализированных программных средств [4].

Для полноценного формирования универсальных учебных действий учащийся должен уметь реализовать все компоненты учебной деятельности, то есть уметь формировать и выполнять: а) познавательные и социальные мотивы учения; б) учебную цель; в) учебную задачу; г) учебные действия и операции [1].

В преподавании физики экспериментальный метод играет очень важную роль. Без его использования невозможно добиться полноценного усвоения базовых знаний и тем более, невозможно сформировать предметные компетенции в области физики. В этой связи следует отметить роль моделирования, как в развитии физической науки, так и в обучении физике.

Учебные эксперименты отличаются от экспериментов, проводимых в научной лаборатории, своими целями и точностью измерений. Очевидно, что тот или иной закон природы нельзя проверить разовым демонстрационным опытом [2]. Во многих отношениях модели учебных экспериментов дидактически более эффективны по сравнению с реальными экспериментами. В первую очередь это связано с выделением наиболее существенных моментов в процедуре эксперимента.

Подчеркнем, что в отличие от научного моделирования, когда целью является познание неизвестного, в учебном моделировании главной целью является построение такой модели, снабженной таким методическим сопровождением, чтобы учащиеся смогли наиболее эффективным, оптимальным образом глубоко и прочно усвоить субъективно новое для себя знание. Различие в целях построения моделей, порождает и различие в требованиях к моделям [3].

В настоящее время широкое развитие получили идеи компьютерного моделирования в обучении физике [3; 6]. Это не означает, что реальные эксперименты и их натурные модели полностью вытесняются виртуальными. Только их совместное использование позволит формировать универсальные учебные действия учащихся.

Познавательные универсальные учебные действия формируются, когда на уроке учащиеся работают в режимах: «Ищу и нахожу», «Изображаю и фиксирую», «Читаю, говорю, понимаю», «Мыслю логически», «Решаю проблему» [9]. Иными словами, необходима собственная деятельность учащихся, например, как в проведении модельного физического эксперимента, так и в создании самой модели. Эту деятельность можно осуществлять, например, в рамках элективных курсов.

Натурные физические модели

Натурные эксперименты, в отличие от виртуальных, позволяют задействовать все пять органов чувств, что обеспечивает более эффективное формирование как предметных, так и универсальных учебных действий. Поскольку натурные эксперименты дале-

ко не всегда осуществимы в условиях общеобразовательного учреждения, то здесь большую помощь может оказать метод моделирования.

Использование натурных моделей в изучении физических явлений может оказаться особенно плодотворным, если учащиеся смогут собственноручно изготовить модель, а затем с ее помощью изучать физические объекты, явления или процессы согласно учебной теме.

Изготовление подобной модели должно быть посилено учащимся и не должно требовать труднодоступных и дорогостоящих материалов. В качестве универсальных материалов можно рекомендовать бумагу (картон), нитки, клей, канцелярские скрепки, резиновые нити и т.п.

Рассмотрим процесс построения натурной модели для изучения закона Бойля-Мариотта, который описывает изотермические процессы в идеальном газе.

Основная идея предлагаемого подхода заключается в том, чтобы получить требуемые теоретические зависимости путем как построения натурной модели, так и ее «калибровки».

За основу можно взять экспериментальную установку, описанную в учебнике физики [7].



Рис. 1. Общий вид экспериментальной установки [8].

Для изменения объема газа используется деформация цилиндра с гофрированными стенками (рис. 1). При этом поршень как таковой отсутствует. Его роль выполняет крышка гофрированного цилиндра, герметично соединенная с последним. Изменение объема газа осуществляется путем сдавливания цилиндра с помощью ходового винта. Поскольку площадь основания цилиндра неизменна, то изменение его высоты прямо пропорционально изменению объема цилиндра. Измерение высоты цилиндра производится с помощью линейки, прикрепленной вертикально к раме ходового винта. Гофрированный цилиндр соединен трубкой с манометром.

Эта экспериментальная установка слишком сложна для повторения силами учащихся, поэтому поставим задачу создания модели этой экспериментальной установки из легкодоступных материалов.

Выделим основные элементы ориентировочной основы действия для построения модели:

1) необходимо изменять объем газа, для чего используется цилиндр с подвижным поршнем;

2) измерение объема газа можно заменить измерением высоты области цилиндра под поршнем, поскольку площадь основания цилиндра неизменна;

3) манометр показывает давление газа, внутренне устройство манометра – неважно. Тогда главное в манометре – это шкала со стрелкой;

4) показания модельного манометра должны быть именно такими, чтобы выполнялся закон Бойля-Мариотта;

5) модель манометра в составе модели экспериментальной установки

должна вести себя точно так же, как и реальный манометр в составе реальной экспериментальной установки.

Построение модели

Опишем последовательность действий по построению модели. Когда учащийся полностью освоит их теоретически, он может приступить к практическому воплощению модели.

На куске картона вычерчивается «цилиндр» А в разрезе, в котором находится «газ» под «поршнем» Б (рис. 2). В качестве поршня Б используется картонный прямоугольник с длиной большей стороны равной диаметру цилиндра А. Во время работы модели этот прямоугольник (поршень Б) движется внутри цилиндра А. Двигать его можно при помощи штока, сделанного из карандаша, или просто рукой.

Рядом с цилиндром располагается ученическая линейка Е. Перемещение полоски картона, изображающей «поршень» отсчитывается по линейке Е. Это перемещение пропорционально объему газа под поршнем.

Модель манометра представляет собой круглую или прямоугольную шкалу и закрепленную на оси картонную стрелку. В качестве оси стрелки удобно использовать специальную канцелярскую кнопку-гвоздик. Обычная канцелярская кнопка с острием в форме треугольника не годится. Можно также использовать канцелярскую скрепку.

В реальной экспериментальной установке перемещение стрелки манометра по его шкале обусловлено действием физических законов, в данном случае действием закона Бойля-Мариотта, и конструкцией манометра.

В нашей же простейшей модели экспериментальной установки мы не имеем дело с законом Бойля-Мариотта, а пытаемся имитировать его действие:

1) положение стрелки бумажного манометра не связано с давлением газа, а просто имитирует значение «давления» при перемещении «поршня»;

2) перемещение бумажного «поршня» в действительности не изменяет давления воздуха под поршнем, просто механически двигает стрелку манометра;

3) важнейшей особенностью нашей модели, делающей ее адекватной моделируемому закону Бойля-Мариотта, является калибровка модели манометра.

Опишем, как реализуется связь «манометра» с «поршнем». Механически свяжем стрелку манометра с поршнем Б. Тогда при движении поршня, стрелка манометра тоже будет двигаться, указывая на то, или иное деление шкалы. Нить В связывает «поршень» со стрелкой Г, которая оттягивается в нулевое положение канцелярской резинкой Д. В реальных манометрах возврат стрелки в нулевое положение обеспечивается каким-либо упругим элементом. Стрелка Г, шкала Ж и резинка Д образуют «манометр» установки.

При перемещении «поршня» стрелка Г движется и ее положение на шкале Ж дает показания «манометра».

Методика калибровки «манометра»

1) Задаем начальное значение объема газа и давление. Например, пусть объем газа под поршнем равен $V_1=100$ л, далее, пусть «поршень» при этом указывает 10 см по линейке Е.

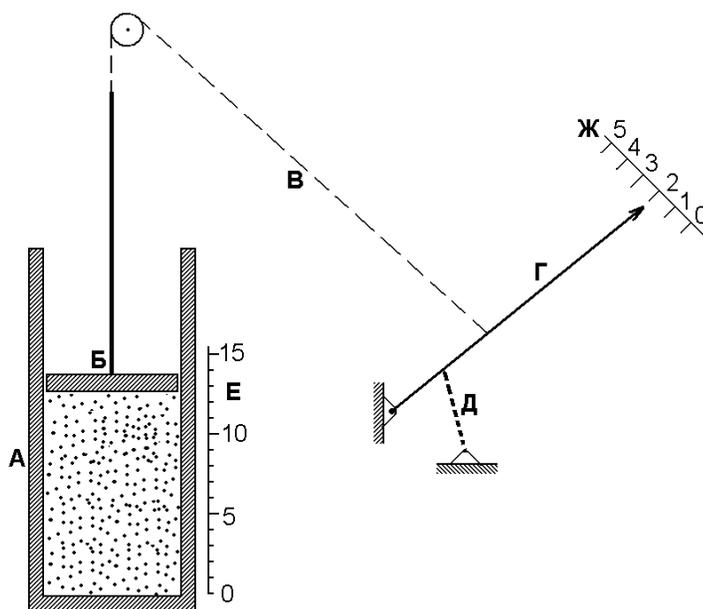


Рис. 2. Бумажная модель установки для изучения закона Бойля-Мариотта

Предположим, что соответствующее давление равно $P_1 = 100$ кПа. На шкале «манометра» рисуем деление и пишем под ним 100 кПа.

2) Смещаем «поршень» вниз на 1 см, то есть нижняя сторона «поршня» перемещается и показывает 9 см по линейке Е, что соответствует новому значению объема V_2 . Поскольку стрелка манометра связана с «поршнем», то при его перемещении она повернется на некоторый угол и отойдет от предыдущего деления 100 кПа. Рассчита-

ем давление P_2 , которое требует закон Бойля-Мариотта:

$$P_2 = P_1 \cdot V_1 / (0,9 \cdot V_1) = 111 \text{ кПа.}$$

На шкале манометра рисуем второе деление и пишем под ним 111 кПа.

3) Снова смещаем «поршень» вниз на 1 см и выполняем все действия, как описано в предыдущем пункте. Возле третьего деления «манометра» пишем 125 кПа. Этот процесс калибровки «манометра» многократно повторяем. В итоге получим следующие результаты калибровки «манометра».

Таблица 1

Результаты калибровки «манометра»

V, л	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
P, кПа	100	111	125	143	167	200	250	333	500	1000
PV, кДж	10,0	9,99	10	10,01	10,02	10,0	10,0	9,99	10,0	10,0

Отметим, что в процессе калибровки «манометра» учащийся много-

кратно выполняет необходимые ему расчеты с использованием закона Бой-

ля-Мариотта, что способствует прочному закреплению данного закона.

Методика использования модели

Построенную модель можно использовать для «проверки» закона Бойля-Мариотта. Учащиеся обмениваются изготовленными моделями и проводят «измерения» P и V . Далее вычисляют значения PV . В третьей строке таблицы 1 в качестве примера приведены значения PV . Эта величина практически неизменна и учащиеся убеждаются в «справедливости» закона Бойля-Мариотта.

Поскольку точно повторить позиционирование «поршня» невозможно, значения давления «измеренного» на этой модели будут слегка отличаться от значений, приведенных в таблице 1. Кроме того, все сильнее будет разрабатываться отверстие стрелки «манометра» под ось гвоздик, что приведет к еще большим отклонениям произведения PV от среднего значения. Тем не менее постоянство произведения PV будет хорошо соблюдаться.

С учащимися очень полезно обсудить причины этих слабых отклонений

величины PV от среднего значения. После выявления причин отклонений, следует обсудить возможные пути ослабления этих причин, то есть пути повышения точности измерений.

Далее следует пояснить, что и в реальных устройствах также есть свои причины, обусловленные конструкцией манометра и гофрированного цилиндра, из-за которых результаты измерений в точности не повторяются. В результате учащиеся придут к более осмысленному восприятию понятия точности измерений.

Опыт изготовления описанной модели на внеклассных занятиях показал, что деятельность учащихся по созданию и калибровке модели как минимум приводит к появлению эпизодического интереса к физике [9], который в дальнейшем необходимо преобразовать в устойчивый интерес к этому предмету. В процессе этой деятельности у учащихся отрабатываются предметные учебные действия, которые способствуют формированию универсальных учебных действий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Асмолов А.Г., Бурменская Г.В., Володарская И.А. и др. Как проектировать универсальные учебные действия в начальной школе: от действия к мысли : пособие для учителя. М., 2008. 151 с.
2. Голиков Д.В. Система демонстрационного эксперимента при изучении электромагнитных колебаний и волн в курсе физики основной школы // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Педагогика. 2009. № 4. С. 105–110.
3. Ким В.С. Виртуальные эксперименты в обучении физике : монография. Уссурийск, 2012. 184 с.
4. Ким В.С. Использование компьютерной программы RUMM-2020 в социологических исследованиях // Педагогические измерения. 2009. № 2. С. 61–75.
5. Ким В.С. Исследование латентных качеств личности на основе Rasch Measurement // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Педагогика. 2009. № 4. С. 149–153.
6. Ким В.С. Компьютерное моделирование в преподавании дисциплин физико-технического профиля // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Педагогика. 2009. № 2. С. 189–193.

7. Пурьшева Н.С., Вазеевская Н.Е. Физика. 8 кл. : учеб. для общеобр. учрежд. М., 2007. 125 с.
8. Пурьшева Н.С., Ромашкина Н.В., Крысанова О.А. О метапредметности, методологии и других универсалиях // Вестник Нижегородского университета. 2012. № 1. С. 11–17.
9. Середа Т.Ю. Формирование познавательных универсальных учебных действий на уроках математики // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Педагогика. 2013. № 4. С. 43–51.

REFERENCES

1. Asmolv A.G., Burmenskaya G.V., Volodarskaya I.A. i dr. Kak proektirovat' universal'nye uchebnye deistviya v nachal'noi shkole: ot deistviya k mysli : posobie dlya uchitelya [etc. How to Project Universal Learning Actions at an Elementary School: From Action to Thought : a Guide for Teachers]. М., 2008. 151 p.
2. Golikov D.V. Sistema demonstratsionnogo eksperimenta pri izuchenii elektromagnitnykh kolebanii i voln v kurse fiziki osnovnoi shkoly [System of a Demonstrative Experiment in Studying Electromagnetic Oscillations and wAves in the Course of Physics at a Secondary School] // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Pedagogika. 2009. no. 4. pp. 105-110.
3. Kim V.S. Virtual'nye eksperimenty v obuchenii fizike : monografiya [Virtual Experiments in Teaching Physics: Monograph]. Ussuriysk, 2012. 184 p.
4. Kim V.S. Ispol'zovanie komp'yuternoi programmy RUMM-2020 v sotsiologicheskikh issledovaniyakh [The Use of a RUMM 2020 Computer Program in Sociological Research] // Pedagogicheskie izmereniya. 2009. no. 2. pp. 61-75.
5. Kim V.S. Issledovanie latentnykh kachestv lichnosti na osnove Rasch Measurement [The Study of Latent Personality Traits on the Basis of Rasch Measurement] // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Pedagogika. 2009. no. 4. pp. 149-153.
6. Kim V.S. Komp'yuternoe modelirovanie v prepodavanii distsiplin fiziko-tekhnicheskogo profilya [Computer Modeling in Teaching Disciplines of Physical and Technical Profile] // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Pedagogika. 2009. no. 2. pp. 189-193.
7. Purysheva N.S., Vazheevskaya N.E. Fizika. 8 kl. : ucheb. dlya obshcheobr. uchrezhd [Physics. 8th Form: Textbook. for Secondary Schools]. М., 2007. 125 p.
8. Purysheva N.S., Romashkina N.V., Krysanova O.A. O metapredmetnosti, metodologii i drugih universal'nykh [On the Metasubject Approach, Methodology and Other Universalities] // Vestnik Nizhegorodskogo universiteta. 2012. no. 1. pp. 11-17.
9. Sereda T.YU. Formirovanie poznavatel'nykh universal'nykh uchebnykh deistvii na urokakh matematiki [The Formation of Cognitive Universal Educational Activities at the Lessons of Mathematics] // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Pedagogika. 2013. no. 4. pp. 43-51.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Ким Владимир Сергеевич – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информатики, информационных технологий и методики обучения Дальневосточного федерального университета;
e-mail: vskim@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Kim Vladimir S. – PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor of the Department of Informatics, Information Technology and Methods of Teaching, Far Eastern Federal University;
e-mail: vskim@mail.ru

БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

Ким В.С. Построение натурной модели в обучении физике // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Педагогика. 2016. № 2. С. 44-51.
DOI: 10.18384/2310-7219-2016-2-44-51

BIBLIOGRAPHIC REFERENCE

V. Kim constructing a full-scale model in teaching physics // Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Pedagogics. 2016. no 2. pp. 44-51.
DOI: 10.18384/2310-7219-2016-2-44-51