

**ПРИМЕНЕНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО МЕТОДА
ПРИ РЕШЕНИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ
С «ЧЕРНЫМИ ЯЩИКАМИ»**

В статье рассматриваются примеры организации исследовательского метода на уроках физики при решении предложенных автором экспериментальных задач с «черными ящиками».

Для проведения сравнительного анализа и оценки состояния современной математической и естественнонаучной подготовки учащихся имеется достаточно объективный инструмент - Международное исследование образовательных достижений учащихся. Напомним, что российские школьники - участники Международного исследования - показали результаты ниже средних. Они, в большинстве, затруднились «дать собственную оценку представленной информации, сформулировать гипотезу, сделать вывод.. Причин этого немало, причем одна из главных - находящаяся в компетенции учителя - очевидна: недостаточное внимание развитию учеников (их мышления, воображения, сообразительности, самостоятельности и т.д.)» [1, с. 3]. Это свидетельствует, с одной стороны, о верном выборе цели, сформулированной Министерством образования РФ в Концепции модернизации российского образования до 2010 года, где констатировалось, что «базовое звено образования - общеобразовательная школа, модернизация которой предполагает ориентацию образования не только на усвоение обучающимся определенной суммы знаний, но и на развитие его личности, его познавательных и созидательных способностей. Общеобразовательная школа должна формировать целостную систему универсальных знаний, умений, навыков, а также опыт самостоятельной деятельности и личной ответственности обучающихся, то есть ключевые компетенции, определяющие современное качество содержания образования» [2]. С другой стороны, ясно, что личностно ориентированное развивающее обучение не стало еще повседневной практикой современной школы. Хотя, по мнению И. С. Якиманской (Институт педагогических инноваций РАО), именно личностно ориентированная технология предполагает максимальную опору на субъективный опыт каждого ученика: его содержание, структуру, источники приобретения. Эта технология должна обеспечить условия для индивидуального самовыражения каждого ребенка, становление у него важнейших умений: самостоятельно приобретать и творчески использовать полученные знания; принимать самостоятельно и ответственно решения; планировать свою деятельность, прогнозировать и оценивать ее результаты; строить с другими людьми отношения сотрудничества и поддержки. «Концептуальная база такого образования строится на личностно-деятельностной основе; принципиальное отличие его от традиционного состоит в том, что учебная информация, задаваемая для усвоения, выступает в качестве средства, а не цели» [3, с.17].

Ученые-дидакты указывают на особое значение физики как учебного предмета. Так И. Я. Ланина отмечает, что физика «как учебный предмет составляет главное содержание научной картины мира... Физика формирует творческие способности учащихся, их мировоззренческие взгляды и убеждения» [4, с. 55]. В. Н. Мощанский подчеркивает: «формирование мировоззрения есть не только (и не столько!) формирование «мировоззренческих зна-

ний», но и усвоение методов мышления, поэтому приучение школьников к использованию в своей деятельности принципов научного мышления есть одна из важнейших сторон процесса формирования научного мировоззрения учащихся» [5, с. 114].

Что же включает в себя научное (или более узко - физическое) мышление? «Определений этого понятия несколько и они разные: мышление - это функция человеческой психики, ступень человеческого познания, обобщенное и опосредованное отражение действительности, способность думать, рассуждать, фантазировать, делать выводы, творить» [6, с.13]. По определению психолога Л. Б. Ительсона, мышление - это «внутренняя деятельность психики, посредством которой мозг обнаруживает общие объективные отношения и структуру вещей и использует их для целесообразной регуляции действий» [7, с.457]. Таким образом, мышление-психологический процесс, благодаря которому человек отражает предметы и явления действительности и раскрывает связи, существующие между ними. Это предполагает раскрытие и формирование логических категорий мышления (синтез и анализ, сравнения и аналогии, суждения, понятия и др.). Научное физическое мышление базируется на объединении формально-логического и диалектического мышления, творческого мышления и способности к теоретическим обобщениям. Следует согласиться с классическим определением, что «под физическим мышлением понимают умение наблюдать физические явления, расчленять сложные явления на составные части и устанавливать в них определяющие связи и зависимости, находить связи между качественными и количественными сторонами явлений и физическими величинами, предвидеть следствия из теории, применять свои знания» [8, с. 172]. Физическое мышление, как указывал С. И. Вавилов, вовсе не есть само собой разумеющийся прием, к нему надо привыкать, оно достигается длительным упражнением и обучением, и одна из главных задач преподавания физики - в воспитании этого мышления. Значит, учитель должен определенным образом *организовать* развитие мышления учащихся в процессе обучения физики.

При поиске пути достижения указанной цели следует опираться на известное положение психологии, согласно которому способности не только проявляются, но и создаются, формируются в деятельности. При этом, как показывает педагогический опыт, сама деятельность должна быть организована в рамках проблемного обучения. «При организации процесса проблемного обучения действует принцип поисковой учебно-познавательной деятельности ученика. ... Основное различие между проблемным и традиционным обучением - в двух моментах - по цели и принципам организации педагогического процесса. Цель проблемного типа обучения - не только усвоение результатов научного познания, системы знаний, но и пути их получения, формирование познавательной самостоятельности и развитие творческих способностей ученика» [9, с. 118]. По мнению В. Г. Разумовского, для осуществления синтеза процесса обучения предмету с процессом развития физического мышления, творческих способностей учащихся необходимо, «чтобы новые умозаключения ученика были результатом творческого решения проблемы... чтобы процесс обучения предмету оптимально способствовал развитию творческих способностей учащихся, необходимо обеспечить возможность планомерного создания проблемных ситуаций» [10, с. 55].

Безусловно, организация подобной деятельности требует значительных интеллектуальных, усилий и от учителя, и от ученика. «Творческая деятель-

ность предполагает обширные знания, высокоразвитое логическое мышление, гибкость ума, а также способность предвидеть результат исследования до проведения точно обоснованных доказательств» [11, с. 127]. При этом необходимо четко определить место проблемных ситуаций в общей канве образовательного процесса. Например, говоря о месте использования проблемных задач, Р. И. Малафеев отмечает, что «задачи-проблемы учащиеся могут успешно решать лишь после того, как они достаточно хорошо освоят материал темы и приобретут некоторые навыки в решении задач. После этого наступает этап, когда знания должны стать активными, действенными. Таким образом, творческие задачи используют обычно на завершающем этапе изучения материала темы» [12, с. 108]. Однако обоснованные опасения в эффективности применения проблемного обучения, в частности исследовательского метода, остаются. «Классический вариант этого метода выглядит так: учитель ставит задачу, а весь путь познания учащийся проходит самостоятельно. Он должен осознать проблему, выдвинуть гипотезу, построить план ее проверки, продумать и поставить эксперимент, сделать выводы, оценить их достоверность... Применение этого метода в обучении помогает учащимся овладевать методами научного познания, пробуждает у них потребность в творческой деятельности, формирует черты творческой личности.

Тем не менее, широкое применение исследовательского метода на уроках связано с определенными трудностями из-за дефицита учебного времени и неоднородного состава учащихся в классе: есть опасность, что часть школьников просто окажется вне работы, если задания им не под силу и они не знают даже, как к нему приступить» [13, с.64].

Как же задействовать исследовательский метод в обучении физике? Покажем это на примере задач, связанных с исследованием и (или) нахождением характеристик неизвестной электрической цепи - «черного ящика». Применение таких задач является удачным способом активизации познавательной деятельности учащихся, развития их интереса к учебной работе. Одновременно исследовательские задачи способствуют не только развитию практических навыков учеников, но и позволяют продемонстрировать значимость теоретических знаний для успешного анализа физических ситуаций.

Некоторое количество таких задач учитель найдет в материалах Всеобщих и Всероссийских олимпиад [14; 15]. Ниже приведены задачи, составленные автором, на определение характеристик «черного ящика». Задачи могут быть предложены ученикам при закреплении практических навыков по теме «Постоянный электрический ток».

Задача 1-4. Перед Вами «черный ящик» с тремя клеммами. Что в ящике? В Вашем распоряжении имеется амперметр, вольтметр, источник постоянного тока, соединительные провода.

(Примечания для учителя.)

К задаче 1. В «черном ящике» находятся два низкоомных резистора или лабораторных реостата, соединенные так, как показано на рисунке 1.

К задаче 2. В «черном ящике» находятся два низкоомных резистора или лабораторных реостата и полупроводниковый диод, соединенные так, как показано на рисунке 2.

К задаче 3. В «черном ящике» находятся лабораторный реостат и низковольтная лампа, соединенные так, как показано на рисунке 3.

К задаче 4. В «черном ящике» находятся два низкоомных резистора или лабораторных реостата и гальванический элемент 1,5—4,5В, соединенные

так, как показано на рисунке 4).

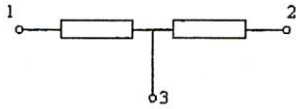


Рис. 1

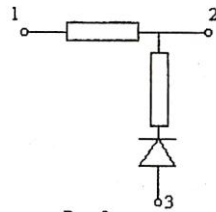


Рис. 2

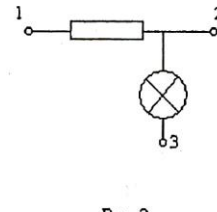


Рис. 3

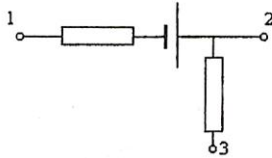
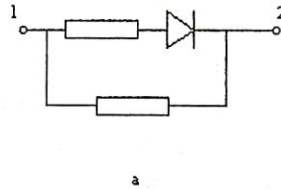
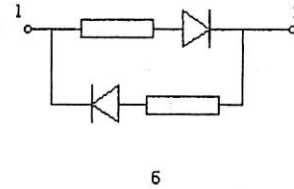


Рис. 4



а



б

Рис. 5

Задача 5. Перед Вами «черный ящик» с двумя клеммами. Что в ящике? В Вашем распоряжении имеется амперметр, вольтметр, источник постоянного тока, соединительные провода.

(Примечание для учителя.

К задаче 5. В «черном ящике» находятся два низкоомных резистора или лабораторных реостата и полупроводниковый диод, соединенные так, как показано на рисунке 5,а. Возможен и вариант цепи, показанный на рисунке 5,б.)

Задача 6. В «черном ящике» с двумя клеммами находятся резистор и лампа накаливания (она выведена наружу).

1. Как, последовательно или параллельно, соединены резистор и лампа? Начертите схему предполагаемой электрической цепи. Ответ обосновать.

2. Чему равно сопротивление резистора и лампы?

3. Какая мощность выделяется на резисторе и лампе при подключении «черного ящика» к источнику тока?

В Вашем распоряжении имеется амперметр, вольтметр, источник постоянного тока, соединительные провода.

(Примечание для учителя.

К задаче 6. В «черном ящике» находятся лабораторный реостат и низковольтная лампа на подставке, соединенные параллельно. Сам «черный ящик» легко изготовить из листа плотной бумаги формата А 4. Лист перегибнуть пополам. На одной, нижней части листа располагают реостат и лампу на подставке, соединенные параллельно. К клеммам реостата крепят дополнительно соединительные провода. В верхней части ли-

ста делают отверстие, через которое стойка с лампой выводится наружу. Края бумажного листа склеиваются или, что удобнее, соединяются скобами степлера - и «черный ящик» готов. В итоге за пределами «черного ящика» оказываются свободные концы соединительных проводов и стойка с лампой. Аналогичным образом изготавливаются «черные ящики» и для других задач. Для повышения «режима секретности» под лист бумаги можно подложить картон.)

Приступая к решению подобных задач необходимо совместно с учениками выработать некоторые общие приемы анализа «черных ящиков», обобщив их в «памятке исследователя». (Для учеников с развитыми творческими способностями можно предложить составить подобную «памятку» самостоятельно.) В случае, когда исследуются цепи постоянного тока и в распоряжении учащихся имеются источник питания, амперметр и вольтметр, алгоритм исследования может выглядеть следующим образом:

Что исследуется	Что используется	Действия исследователя	Выводы по результату действия
Наличие в «черном ящике» источников ЭДС	Вольтметр	Вольтметр подключают к каждой паре клемм	Если есть источник, то вольтметр позволит определить значение ЭДС и ее полярность
Наличие в «черном ящике» конденсаторов	Источник тока и вольтметр	Источник через резистор подключают на непродолжительное время к каждой паре клемм, а затем к этой же паре клемм — вольтметр	Если вольтметр покажет некоторое значение напряжения, быстро уменьшающееся с течением времени, то между данной парой клемм имеется конденсатор.
Сопротивление участка цепи «черного ящика»	Источник тока, амперметр и вольтметр	К паре клемм подключают источник (через резистор) и последовательно с ним амперметр, параллельно подключают вольтметр	Определяют сопротивление между выбранной парой клемм.
Наличие односторонней проводимости	Источник тока, амперметр и вольтметр	К паре клемм подключают источник (через резистор) и последовательно с ним амперметр, параллельно подключают вольтметр. Затем полярность подключения источника меняют.	Если сопротивление участка существенно меняется при смене полярности источника, то данный участок содержит элемент с односторонней проводимостью
Вольт-амперная характеристика участка цепи «черного ящика»	Источник тока, амперметр и вольтметр	К паре клемм подключают источник и последовательно с ним амперметр, параллельно подключают вольтметр. Меняя напряжение источника, измеряют силу тока через участок цепи при разных значениях напряжения на нем.	Если ток пропорционален приложенному напряжению, то имеем резистивный участок. В противном случае исследуемый участок содержит нелинейный элемент (например, лампу накаливания).

Организация работы учащихся при решении таких задач может осуществляться следующим образом: ученики выполняют задачу самостоятельно, а в случае возникновения затруднений получают карточку-подсказку [12]. Тем самым сохраняется проблемный характер решаемых задач, но, благодаря подобной дифференциации учащихся при выполнении работы, она становится посильной для всех учеников.

В качестве примера приведем содержание карточек-подсказок к задачам 1 и 6.

К задаче 1.

Карточка 1-1.

Выясните, имеются ли внутри «черного ящика» гальванические элементы, участки с односторонней проводимостью, нелинейные элементы.

Карточка 1-2.

Измерьте сопротивление между каждой парой клемм. Сделайте вывод о том, как соединены элементы внутри «черного ящика».

К задаче 6.

Карточка 6-1.

Подключите «черный ящик» к источнику тока, измерьте силу тока через него и напряжение на нем. Начертите схему электрических цепей в случае последовательного и в случае параллельного соединений резистора и лампы в «черном ящике».

Карточка 6-2.

Имеется ли у Вас возможность каким-либо способом изменить электрическую цепь «черного ящика»? Если да, то как это сделать?

Карточка 6-3.

Допустим, Вы удалили (выкрутили) лампу. Будет ли ток в цепи «черного ящика» в случае последовательного соединения резистора и лампы? Будет ли ток в цепи «черного ящика» в случае параллельного соединения резистора и лампы?

Дайте ответ на первый вопрос задачи.

Карточка 6-4.

Измерьте напряжение на резисторе. Измерьте силу тока через резистор. (Должна ли при этом лампа быть включена в электрическую цепь?) Рассчитайте сопротивление R резистора.

Включите лампу в электрическую цепь. Измерив напряжение на «черном ящике» и силу тока через него, рассчитайте общее сопротивление $R_{\text{парал}}$ параллельно соединенных резистора и лампы.

Рассчитайте сопротивление $R_{\text{л}}$ лампы. Используйте формулу для расчета сопротивления проводников при их параллельном соединении.

Дайте ответ на второй вопрос задачи.

Карточка 6-5.

Для расчета мощности, выделяющейся на участке цепи, необходимо знать сопротивление участка и напряжение на нем.

Дайте ответ на третий вопрос задачи.

Будет способствовать и более широкому применению исследовательского метода и его сочетание с другими методами работы, например, частично-поисковым. Хороший результат дает сочетание домашних исследовательских заданий с работой на уроке [13, с. 65-68]. Возможен и такой вариант, когда в домашнее задание включаются вопросы и задачи, выполнение которых подготавливает учащихся к исследовательской работе в классе. К примеру, в классе запланировано выполнение такой исследовательской работы: «*Определите массу водяного пара в кабинете физики. В Вашем распоряжении имеется лабораторный термометр, кусочек ватки, стакан с водой и измерительная лента*». Тогда в домашнюю работу ученикам следует включить такие задания:

- Что такое влажность воздуха? Что она характеризует?

- Дайте ответ об относительной влажности по плану ответа о физической величине.
- Запишите уравнение Менделеева-Клапейрона; поясните, какие физические величины входят в данное уравнение.
- Решите задачу. Атмосфера Венеры почти полностью состоит из углекислого газа. Температура его у поверхности планеты около 500 С, а давление - примерно 100 атм. Какова плотность атмосферы?

Библиографический список

1. Важный недостаток школьного образования // Физика в школе. - 2005. - №4. - С. 3.
2. Концепция модернизации российского образования до 2010 года.
3. Преподавание физики, развивающее ученика: пособие для учителей и методистов. - Книга 1. Подходы, компоненты, уроки, задания / Составление и под редакцией Э. А. Браверман. - М.: Ассоциация учителей физики, 2003.
4. Панина И. Я. Методологические основы проблемы развития познавательного интереса учащихся на занятиях по физике / И.Я. Панина // Методологические вопросы формирования мировоззрения и стиля мышления учащихся при обучении физике: межвузовский сборник научных трудов. - Л., 1986.
5. Мощанский В. Н. Проблема научного мышления и ее педагогический аспект / В.Н. Мощанский // Методологические вопросы формирования мировоззрения и стиля мышления учащихся при обучении физике: межвузовский сборник научных трудов. - Л., 1986.
6. Преподавание физики, развивающее ученика: пособие для учителей и методистов. - Книга 2. Подходы, компоненты, уроки, задания / Составление и под редакцией Э. А. Браверман. - М.: Ассоциация учителей физики, 2003.
7. Ительсон Л. Б. Лекции по общей психологии / Л.Б. Ительсон. - Минск: АСТ, Харвест, 2002.
8. Основы методики преподавания физики. - М., 1965.
9. Усова А. И. Теория и практика развивающего обучения: курс лекций / А.И. Усова. - М.: Изд-во «Педагогика», 2004.
10. Разумовский В. Г. Развитие творческих способностей учащихся в процессе обучения физике: пособие для учителей / В.Г. Разумовский. - М.: Просвещение, 1975.
11. Иванова Л. А, Активизация познавательной деятельности учащихся при изучении физики: пособие для учителей / Л. А. Иванова. - М.: Просвещение, 1983.
12. Малафеев Р. И. Проблемное обучение физике в средней школе: кн. для учителя / Р.И. Малафеев. - 2-е изд., дораб.- М.: Просвещение, 1993.
13. Зверева Н. М. Активизация мышления учащихся на уроках физики. Из опыта работы: пособие для учителей / Н.М. Зверева. - М.: Просвещение, 1980.
14. Слободецкий И. Ш. Всесоюзные олимпиады по физике: пособие для учащихся 8-10 классов средней школы / И.Ш. Слободецкий, В.А. Орлов. - М.: Просвещение, 1982.
15. Всероссийские олимпиады по физике. 9-11 классы / под ред. С. М. Козела. - М.: Центрком, 1997.