

УДК 378.147.53

## ОБУЧЕНИЕ ШКОЛЬНИКОВ СПОСОБАМ ПОЛУЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ НА ЭМПИРИЧЕСКОМ И ТЕОРЕТИЧЕСКОМ УРОВНЕ ПОЗНАНИЯ НА УРОКАХ ФИЗИКИ

**Крутова И.А., Ермолина А.Н.**

*ФБГОУ ВПО «Астраханский государственный университет», Астрахань,  
e-mail: irinkrutova@yandex.ru*

Обучение эмпирическим и теоретическим методам познания необходимо для достижения приоритетных целей школьного физического образования: подготовки учеников к жизни в быстро меняющихся условиях, формирования неформальных физических знаний и овладения способами их получения. Эта задача в современном школьном образовании решается не достаточно продуктивно. В статье предлагается новый способ решения этой проблемы через организацию познавательной деятельности учащихся по решению познавательных задач, приводящих их к новым знаниям и умениям. Чтобы школьники смогли «открыть» физические знания, предметом усвоения необходимо сделать обобщенные методы их получения. Описана логика создания физических знаний при изучении конкретных тем школьного курса физики на эмпирическом и теоретическом уровне познания.

**Ключевые слова:** метапредметные результаты обучения, познавательный процесс, школьный курс физики, эмпирический и теоретический методы познания, исследование физических явлений, логика изучения темы

## TEACHING PUPILS TO PROCESSES FOR PREPARING PHYSICAL KNOWLEDGE AT THE EMPIRICAL AND THEORETICAL LEVED OF KNOWLEDGE ON THE PHYSICS LESSON

**Krutova I.A., Ermolina A.N.**

*FBGOU VPO «Astrakhan State University», Astrakhan, e-mail: irinkrutova@yandex.ru*

The learning to empirical and theoretical methods of the knowledge necessary to achieve the priority goals of school physical education: for preparation pupils for life in a quickly changing conditions, for formation of an informal physical knowledge and acquisition the ways their production. This task is solved by a modern school education is not enough efficiently. In this article we propose a new method for solving this problem through the organization of cognitive activities of students to solve of informative problems that lead them to new knowledge and skills. In order to pupil were able to «open» the physical knowledge, the subject of learning to make generic methods for their preparation. In this paper also described logic of composing physical knowledge in the study of specific topics school physics course at the empirical and theoretical level of knowledge.

**Keywords:** results of a meta-subject teaching, learning process, school physics course, empirical and theoretical methods of learning, the study of physical phenomena, the logic of the study subjects

Одной из приоритетных задач современной школы является создание необходимых условий для формирования целостной системы универсальных знаний и умений, а также опыта самостоятельной деятельности обучающихся. Приобрести такой опыт можно только в процессе выполнения деятельности, когда ученик выступает в роли активного участника познавательного процесса, самостоятельно «открывающего» новые знания. В Федеральном государственном образовательном стандарте основного общего образования приведены требования не только к предметным знаниям, но и к метапредметным результатам освоения учащимися основной образовательной программы. В процессе обучения возможно научить школьников самостоятельно определять цели деятельности; осуществлять, и корректировать её; использовать все необходимые средства для достижения поставленных целей и реализации планов деятельности в различных ситуациях.

Цель исследования состоит в выявлении способов получения физических знаний на эмпирическом и теоретическом уровнях познания и применении их для разработки логики изучения конкретных тем школьного курса физики.

### Материалы и методы исследования

Школьный предмет «физика» предоставляет широкие возможности для обучения учащихся способам получения знаний как на эмпирическом, так и на теоретическом уровне познания. Методами эмпирического познания являются наблюдение и эксперимент, которые выполняют исследовательскую функцию в получении новых знаний. К методам теоретического познания относятся мысленный эксперимент, моделирование, выдвижение гипотезы, теоретическое предсказание и др.; эксперимент при этом выполняет проверочную функцию.

В процессе изучения физики учащиеся должны овладеть различными способами познания, так как выбор метода исследования зависит от конкретных целей и имеющихся средств. На уроках изучения нового материала школьники исследуют различные физические явления. По способам получения понятий

о них все явления можно разделить на две большие группы: при исследовании одних явлений основным средством их познания является эксперимент; другие явления могут быть теоретически предсказаны учащимися на основе модельной гипотезы, а затем обнаружены экспериментально. Теоретически предсказать явление ученик может лишь в том случае, если ему известны основные положения теории и модели внутреннего строения объектов, изучаемых данной теорией. Большинство физических знаний, изучаемые в 7-9 классах, может быть «открыто» учениками эмпирически, когда рабочие гипотезы о причине явления и познавательные задачи доказываются и решаются в процессе экспериментального исследования.

Построение курса физики 10-11 классов на основе изучения физических теорий предоставляет оптимальные возможности для обучения учащихся получению физических знаний на теоретическом уровне познания. Школьники многократно решают познавательные задачи: «Изменится ли состояние объекта при определенном воздействии, и если да, то как?», «Зависит ли одна величина от другой и каков вид этой зависимости?», выполняя определенную последовательность мысленных операций. Далее проводится экспериментальная проверка суждения, полученного в результате проведения рассуждений. Полученные экспериментальные данные сравниваются с предсказанными результатами [5]. Это позволяет сделать вывод о справедливости теоретического предсказания и сформулировать новое знание.

### Результаты исследования и их обсуждение

Для определения логики изучения конкретной темы необходимо для каждого элемента физического знания разработать возможный способ его создания. Каждая такая логическая цепочка состоит из следующих элементов: исходная ситуация – формулировка познавательной задачи – метод решения познавательной задачи – решение познавательной задачи – формулировка нового знания. Решив вопрос о целесообразности создания каждого элемента физических знаний на эмпирическом или теоретическом уровне познания, определяется последовательность решения познавательных задач и разрабатывается система познавательных задач по теме.

Опишем логику создания физических знаний по теме «Электромагнитные явления» в виде фрагмента системы познавательных задач, решаемых на эмпирическом уровне познания.

Исходная ситуация. Известно, что в природе существует материал, обладающий свойствами притягивать к себе железные предметы, ориентироваться в определенном направлении, будучи свободно подвешенным. Это природный магнит – магнитный железняк.

Познавательная задача. На какие еще тела действуют магниты?

Метод решения познавательной задачи.

1. Разработать идею экспериментального решения ПЗ: подносить магнит к другому магниту, предметам из алюминия, меди, стали, цинка, стекла; алюминиевому проводнику с током; наэлектризованной пластмассовой расческе.

2. Спроектировать и сконструировать экспериментальную установку.

3. Провести эксперименты: результаты серии экспериментальных исследований (к магниту притягиваются другой магнит, стальная проволока, алюминиевый проводник с током; к магниту не притягиваются алюминиевая проволока, медный шарик, кусок стекла, наэлектризованная пластмассовая расческа).

Формулировка нового знания: магниты действуют на другие магниты, проводники с током, тела, содержащие железо – магнетики.

Исходная ситуация. Магниты действуют на другие магниты, проводники с током и магнетики.

Познавательная задача. Какие еще тела обладают такими же свойствами?

Метод решения познавательной задачи.

1. Разработать идею экспериментального решения познавательной задачи: установить, воздействие каких объектов вызывает поворот магнитной стрелки. Исследовать проводники из разных веществ, по которым протекает электрический ток, заряженные и незаряженные тела из разных веществ.

2. Спроектировать и сконструировать экспериментальную установку.

3. Провести эксперименты: результаты серии экспериментальных исследований (магнитная стрелка поворачивается при поднесении к ней медного проводника, стальной ленты, алюминиевых проводов, по которым протекает электрический ток, алюминиевая проволока и заряженная эбонитовая палочка не оказывают влияния на магнитную стрелку).

Формулировка нового знания: любой проводник, по которому протекает электрический ток, обладает такими же свойствами, что и постоянный магнит.

Исходная ситуация. Магниты и проводники, по которым протекает электрический ток, воздействуют на определенные тела, находящиеся на некотором расстоянии от них.

Познавательная задача. Как осуществляется взаимодействие между находящимся на расстоянии магнитом (проводником с током) и другим магнитом (магнетиком или проводником с током)?

Метод решения познавательной задачи.

1. Выдвинуть гипотезу: вокруг магнитов и проводников с током существует

невидимый объект, который действует на магнитную стрелку, проводник с током или магнетик.

2. Разработать методы проверки гипотез: помещать в разные точки пространство вокруг проводника с током или постоянно магнита тела, на которое они оказывают действие. Установить, будет ли осуществляться взаимодействие между этими объектами, если в пространство между ними поместить «препятствие» в виде железного листа, стеклянной пластинки, алюминиевой пластинки.

3. Спроектировать и сконструировать экспериментальную установку.

4. Провести эксперимент:

1) при удалении магнитной стрелки от проводника с током, действие на нее ослабевает и на достаточном большом расстоянии не проявляется вообще;

2) действие на магнитную стрелку осуществляется через стекло и алюминий; через железный лист действие на магнитную стрелку не оказывает.

5. Сформулировать вывод об истинности (ложности) гипотезы.

Гипотеза верна: вокруг магнитов и проводников с током существует невидимый объект, действующий на магниты, проводники с током и магнетики. Этот объект занимает некоторую область пространства вокруг проводника с током, все немагнитные тела пронизываемы для него.

Формулировка нового знания: этот объект называется магнитным полем.

Исходная ситуация. Магнитное поле невидимо. Человек привык строить образ даже невидимого объекта.

Познавательная задача. Как изобразить магнитное поле?

Метод решения познавательной задачи.

1. Разработать идею экспериментально-го решения познавательной задачи.

Маленькие магнитные стрелки или железные опилки насыпать ровным слоем на немагнитный лист и внести в магнитное поле, создаваемое постоянным полосовым магнитом, дугообразным магнитом, прямым проводником с током, катушкой с током. Зарисовать образовавшуюся картину.

2. Спроектировать и сконструировать экспериментальную установку.

3. Провести эксперимент.

Формулировка нового знания: образ магнитного поля можно изобразить в виде магнитных линий. Магнитные линии – это линии, вдоль которых располагаются в магнитном поле постоянные магниты или магнетики. Магнитные линии магнитного поля, создаваемого разными объектами, являются замкнутыми. Направление, которое указы-

вает северный полюс магнитной стрелки в каждой точке поля, принято за направление магнитных линий магнитного поля.

Исходная ситуация. Вокруг проводников с током существует магнитное поле, которое действует на помещенные в него магнетики с разной интенсивностью.

Познавательная задача. От чего зависит действие магнитного поля катушки с током на помещенный в него магнетик.

Метод решения познавательной задачи.

1. Выдвинуть гипотезы.

Действие магнитного поля катушки с током на помещенный в него магнетик возможно зависит: 1) от числа витков в катушке; 2) от силы тока; 3) от вещества, которое находится внутри катушки с током.

2. Разработать методы проверки гипотез.

1) Для проверки первой гипотезы нужно положить на лист картона мелкие железные гвоздики и поместить их на одинаковом расстоянии от двух катушек, с разным числом витков. Замкнув электрическую цепь, оценить число притянувшихся гвоздиков. При этом сила тока и вещество, которое находится внутри катушки, должны быть одинаковыми.

2) Для проверки второй гипотезы нужно изменять силу тока в катушке. Постоянными должны быть число витков в катушке и вещество, которое находится внутри катушки. 3) Для проверки третьей гипотезы необходимо помещать внутрь катушки стержни, из разных веществ: алюминиевый, стальной, железный. Сила тока в катушке и число витков в ней должны оставаться постоянными.

3. Спроектировать и сконструировать экспериментальную установку.

4. Провести эксперимент, используя две катушки с разным числом витков, источник постоянного тока, реостат, ключ, стержни из разных веществ, используемые как сердечник, мелкие железные гвоздики на листе картона.

6. Сформулировать вывод об истинности (ложности) гипотезы.

Результаты опытов по проверке гипотез:

1) при увеличении числа витков в катушке, к ней притягивается больше гвоздиков; 2) при увеличении силы тока в катушке, к ней притягивается больше гвоздиков; 3) при введении внутрь катушки магнетика, к ней притягивается больше гвоздиков.

Формулировка нового знания: действие магнитного поля катушки с током зависит от числа витков в ней, силы тока и от того, какое вещество находится внутри катушки.

Рассмотрим способ получения школьниками знаний о виде зависимости между физическими величинами,

описывающими свойства насыщенного пара на теоретическом уровне познания.

**Исходная ситуация.** В опытах по исследованию зависимости давления насыщенного пара от объема температура оставалась постоянной. Реальные же процессы протекают при изменяющейся температуре. Как влияет изменение температуры на величину давления насыщенного пара.

**Познавательная задача.** Зависит ли давление насыщенного пара от температуры и каков вид этой зависимости?

**Система действий по решению познавательной задачи:**

Установить, с какими параметрами молекул связано давление насыщенного пара.

Выяснить, в результате каких процессов и как могут измениться эти параметры при изменении температуры.

Предположить, уменьшится, увеличится или останется постоянным давление насыщенного пара в результате этих изменений.

Результат выполнения каждого действия:

Давление на стенки сосуда обусловлено ударами молекул пара. Оно зависит от концентрации молекул и их импульса. Нагревание приводит к увеличению средней квадратичной скорости движения молекул. В то же время при большей температуре более интенсивно пойдет процесс испарения, в результате которого число молекул пара в единице объема возрастает.

Средняя квадратичная скорость движения молекул и концентрация увеличиваются с повышением температуры, поэтому можно предположить, что давление насыщенного пара будет расти с повышением температуры, причем быстрее, чем в случае идеального газа.

**Теоретическое предсказание:** давление насыщенного пара увеличивается при нагревании, причем быстрее, чем в случае идеального газа.

Экспериментальная проверка предсказания.

Разработка идеи эксперимента.

Рассмотреть насыщенный пар в пузырьке, образовавшемся внутри жидкости. Пузырек возникает при условии, что давление внутри него равно внешнему давлению. О величине давления насыщенного пара можно судить по величине внешнего давления, при котором начинается образование пузырьков. О температуре насыщенного пара внутри пузырька можно судить по температуре жидкости в момент её закипания.

Проектирование экспериментальной установки.

Чтобы менять давление над жидкостью, необходимо поместить открытый сосуд с ней под колокол воздушного насоса. Температуру измерять термометром, помещенным в сосуд с жидкостью; давление под колоколом воздушного насоса измерять манометром.

3. Планирование действий с экспериментальной установкой.

Если уменьшать внешнее давление на жидкость, находящуюся под колоколом воздушного насоса, то и насыщенный пар, находящийся внутри пузырьков будет иметь меньшее давление, которое согласно предсказанию соответствует меньшей температуре. Чтобы установить эту зависимость, нужно заставлять кипеть жидкость при любой температуре и снимать показания приборов через определенные интервалы температур.

Поместим стакан с водой, предварительно нагрев её до 100 °С, под колокол воздушного насоса. По мере остывания воды будем откачивать воздух над ней до тех пор, пока не начнется активное образование пузырьков; каждый раз фиксируя в таблице показания манометра и термометра в момент закипания воды.

Проведение эксперимента.

Давление, кПа	101	98	84	70	54	39	31	12	7	4	2
Температура кипения, °С	100	99	95	90	83	75	70	50	40	30	20

Обработка результатов эксперимента.

Внешнее давление  $p_{\text{внешн}}$  складывается из давления воздуха под колоколом, которое измеряется манометром  $p_{\text{маном}}$  и гидростатического давления столба жидкости над пузырьком. Давление внутри пузырька  $p_{\text{внутр}}$  складывается из давления заполняющего его воздуха  $p_{\text{возд}}$  и давления насыщенного пара  $p_{\text{н.п}}$ .

$$p_{\text{маном}} + \rho gh = p_{\text{н.п}} + p_{\text{возд}}$$

Давлением воздуха можно пренебречь по сравнению с давлением насыщенного пара. Величина гидростатического давления в стакане высотой 10 см составляет 1 кПа. Таким образом, давление насыщенного пара можно найти по формуле  $p_{\text{н.п}} = p_{\text{маном}} + 1 \text{ кПа}$ .

График зависимости давления насыщенного пара от температуры приведен на рисунке. Формулировка нового знания: давление насыщенного пара увеличивается при увеличении температуры.

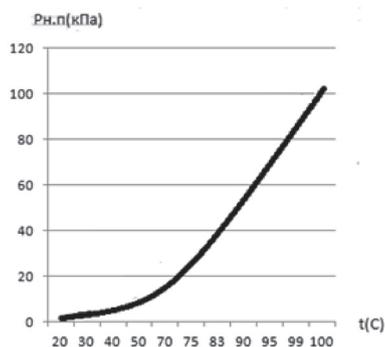


График зависимости давления насыщенного пара от температуры

### Заключение

В цели обучения методом научного познания необходимо включить подготовку

учащихся, умеющих планировать и решать новые для них познавательные задачи эмпирически [1] и путем теоретических рассуждений [5]. Чтобы у учащихся возникла потребность в их решении, при изучении конкретной темы должна быть реализована логическая последовательность осуществления познавательной деятельности: исходная ситуация → познавательная потребность → познавательная задача → разработка метода решения познавательной задачи и его реализация → формулировка нового знания. Данная логическая последовательность разработана и описана в данной статье применительно к темам «Электромагнитные явления» (8 класс) и «Свойства насыщенного пара» (10 класс), а также в ряде других работ авторов [2, 3, 4, 6]. Такое планирование и организация познавательной деятельности школьников на уроках физики позволяет им «добыть» неформальные знания и овладеть способами их получения.

### Список литературы

1. Крутова И.А. Обучение учащихся средних общеобразовательных учреждений эмпирическим методам познания физических явлений: автореф. дис. докт. пед. наук. – Астрахань, 2007. – 40 с.
2. Крутова И.А., Валишева А.Г. «Основы термодинамики»: планирование познавательной деятельности, 10 класс // Физика-ПС. – 2011. – № 12. – С. 26-32.
3. Крутова И.А., Стефанова Г.П. Методы научного познания как средство подготовки учащихся к исследовательской деятельности // Фундаментальные исследования. – 2007. – № 3 – С. 71-74.
4. Крутова И.А. Формирование эмпирических методов познания физических явлений: монография. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. – 325 с.
5. Одинцова Н.И. Обучение учащихся средних общеобразовательных учреждений теоретическим методам получения физических знаний: автореф. дис. докт. пед. наук. – М., 2002. – 32 с.
6. Одинцова Н.И. Обучение теоретическим методам познания на уроках физики: монография. – М.: Прометей, 2002. – 272 с.