

# ФИЗИКА в школе 7

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С МАЯ 1934 г. 2007

Создан в 1934 году Наркомпросом РСФСР. Учредитель — ООО Издательство «Школа-Пресс»  
Журнал выходит 8 раз в год

БИБЛИОТЕКА  
Издательство «Школа-Пресс»  
Калужский педагогический  
университет  
им. К.Э. Циолковского

## Содержание

Дорогие читатели! (обращение министра образования и науки Астраханской области) .....	3
<b>ПРЕДСТАВИМСЯ К ЕГЭ</b>	
<b>М.И. Шафиев</b> Опыт проведения единого государственного экзамена по физике в г. Астрахани и Астраханской области .....	4
<b>Знающиеся ученые</b>	
«Астраханский Циолковский» .....	10
<b>Г.Г. Поляков</b> Вулканы — неисчерпаемые источники энергии, тепла и минеральных ресурсов .....	11
<b>МЕТОДИКА. ОБМЕН ОПЫТОМ</b>	
<b>И.А. Крутова</b> Эмпирический метод познания в науке и школьном курсе физики .....	13
<b>И.А. Крутова, М.А. Фисенко</b> Организация познавательной деятельности учащихся на уроках физики .....	21
<b>Г.П. Стефанова</b> Подготовка учащихся к практической деятельности на уроках физики .....	27
<b>И.В. Гавриленкова</b> Подготовка учащихся к выбору профессии в процессе обучения физике .....	33
<b>С.А. Тишкова</b> Построение физической модели ситуации при решении физических задач .....	42
<b>В.В. Смирнова</b> Урок на тему «Альтернативные способы космических путешествий» .....	47
<b>Е.Ю. Баркова</b> Проектная деятельность учащихся при обучении физике в средней школе .....	53

В этом номере представлены статьи авторов, использующих методику, основанную на деятельностном подходе к обучению, которая предполагает, прежде всего, активную деятельность учащихся на уроках. Основной задачей учителя при этом является создание ситуаций, в которых у учеников возникает потребность в получении новых знаний и их использовании для решения специально составленных упражнений. Многие учителя, использующие эту методику, считают, что она позволяет обеспечить более глубокое понимание учащимися учебного материала, повышает их познавательную активность, вызывает интерес к предмету, способствует более качественному и прочному усвоению знаний.

## **Эмпирический метод познания в науке и школьном курсе физики**

**И.А. КРУТОВА**

(Астраханский государственный университет)

В федеральном компоненте государственного стандарта общего образования (2004) закреплено, что при изучении физики в основной школе учащиеся должны освоить знания о методах научного познания природы и развить способности к самостоятельному приобретению новых знаний по физике в соответствии с жизненными потребностями и интересами [3, с. 22]. В обязательном минимуме содержания образовательных программ в качестве необходимых перечислены умения: наблюдать и описывать явления различной физической природы, измерять физические величины, проводить экспериментальные исследования по выявлению вида зависимости между физическими величинами, применять полученные знания для решения практических задач [3, с. 25].

Введение таких требований как минимальных для всех учащихся является явным продвижением вперед. Школьный предмет «Физика» представляет большие возможности для обучения учащихся методам научного познания, которые в дальнейшем могут быть широко исполь-

зованы в различных видах профессиональной деятельности. На материале этого предмета можно сформировать у них умения самостоятельно формулировать и решать познавательные задачи (ПЗ), ответом на которые является новое физическое знание. Поэтому цель «овладеть методом» может быть конкретизирована как «умение решать новые познавательные задачи».

Формирование у учащихся эмпирического метода познания необходимо по следующим причинам:

во-первых, эксперимент в физике — обязательное средство получения новых знаний. Без него невозможно начать и закончить познавательный процесс; получить материал для обобщения, проверить истинность результата теоретических рассуждений. Его роль не может быть сведена к подтверждению существования конкретных ситуаций, соответствующих данному научному положению. Эксперимент является одним из методов познания, поэтому ему необходимо придать характер самостоятельных исследований самих учащихся или, в

крайнем случае, демонстрационного исследования для формирования у выпускников школы умения решать нестандартные задачи, которые будет ставить перед ними быстроменяющаяся действительность;

во-вторых, эмпирический уровень познавательной деятельности наиболее соответствует познавательным возможностям учеников основной школы;

в-третьих, организация познавательной деятельности учащихся на уроках физики в соответствии с логикой научного познания позволяет им испытать положительные эмоции, связанные с получением результата, некогда полученного каким-либо известным ученым, ощутить радость открытия. Поэтому можно утверждать, что обучение эмпирическому методу познания способствует формированию внутренних мотивов учения для большинства учащихся;

в-четвертых, эмпирические методы познания содержат в своем составе действия, которые необходимы для рационального решения многих житейских и профессиональных задач, специалистов различного профиля: постановка конкретной цели, разработка метода экспериментального исследования, правильная эксплуатация приборов, снятие показаний измерительных приборов, построение индуктивного умозаключения, обобщение суждений с целью получения определения понятия, научного факта или закона. Поэтому обучить школьников этим методам означает подготовить их к реальной жизни.

Таким образом, можно утверждать, что новый социальный заказ современной школе будет выполнен, если в цели обучения физике включить обучение учащихся эмпирическому методу познания.

Сформировать у школьников эмпирический метод познания на уроках физики возможно, если включать их в позна-

вательную деятельность по «созданию» понятий о физических явлениях, объектах, величинах, научных фактах и законах, предусмотренных программой по физике и в соответствии с логикой научного познания. Термин «создание» понимается нами как процесс деятельности ученика, результатом которой является новое, по сравнению с тем, что ему было известно до того, знание. В этом смысле его деятельность аналогична исследованию ученого с тем отличием, что «открытие» ученика является субъективно новым и происходит в ходе познавательной деятельности, организуемой учителем.

Анализ методов познания, используемых учеными в научных исследованиях и учениками в процессе создания новых знаний, показывает, что они очень схожи. Хотя в обучении и конструируются свои приемы сокращения исторического пути развития основных физических понятий и идей, «очищения» физического эксперимента от случайностей и т.п. однако при этом не создается новых неизвестных самой науке методов познания физических явлений. Логика действий ученых-физиков при создании научных знаний отражена в общих логических схемах деятельности по созданию отдельных элементов физических знаний, разработанных С.В.Анофриковой [1]. Поэтому на них можно опираться при планировании познавательной деятельности учащихся на эмпирическом уровне познания.

С целью определения закономерностей этапов познания любых физических явлений проведен анализ деятельности ученых по открытию явлений различной физической природы, сделанных в разные эпохи. Приведем пример анализа работы А.Г.Столетова «Актиноэлектрические исследования» [2] (табл. 1). Действия, которые осуществлял А.Г.Столетов, приведены в соответствие с обобщенным содержанием деятельности по

изучению физического явления. При этом учитывались и те действия ученого, которые явно не описаны в тексте работы, но о выполнении которых свидетельствуют конкретные физические факты или результаты.

Таблица 1

№ п/п	Обобщенное содержание деятельности по изучению физического явления	Содержание деятельности по изучению явления фотоэффекта
1	В конкретной ситуации обнаружено новое явление, причина которого не ясна	Г. Герц, проводя эксперименты, в ходе которых были открыты и исследованы свойства электромагнитных волн, обнаружил, что при освещении разрядника светом искры в нем возникает более сильный разряд
2	Формулирование ПЗ 1: «Какова причина обнаруженного явления?»	Почему при освещении разрядника светом в нем возникает более сильный разряд?
3	Выдвижение гипотезы о причине явления	Взаимодействие света с латунным катодом, которое вызывает разряжающее действие
4	Разработка идеи экспериментальной проверки гипотезы	Если эта гипотеза верна, то разряжающее действие лучей на отрицательно заряженный диск должно привести к возникновению тока в цепи, даже в случае, если диск заряжен от батареи с невысокой электродвижущей силой
5	Проведение экспериментального исследования:	
	– разработка идеи эксперимента,	Для обнаружения разряжающего действия лучей удобна такая схема: «Два диска заряжались от батареи. Благодаря свойству передней сетчатой арматуры задняя арматура могла быть освещена лучами вольтовой дуги с внутренней стороны, т.е. с той, где преимущественно накапливается электрический заряд»
	– конструирование экспериментальной установки,	Монтирование установки из следующих приборов: конденсатор, гальванометр, лампа с вольтовой дугой в фонаре, батарея
	– планирование действий с экспериментальной установкой,	Освещать внутреннюю поверхность отрицательного латунного диска светом вольтовой дуги; фиксировать показания гальванометра
	– проведение эксперимента	Проведение эксперимента с помощью экспериментальной установки в соответствии с планом
6	Формулирование вывода об истинности (ложности) гипотезы	«Не только батарея в 100 элементов, но и гораздо меньшая дает во время освещения несомненный ток в гальванометре»
7	Выдвижение другой гипотезы о причине явления	«Актиноэлектрические действия можно приписать слоям газа, адсорбированным металлическими поверхностями»
8	Разработка идеи экспериментальной проверки гипотезы	Если эта гипотеза верна, то удаление адсорбированных слоев газа должно привести к «ослаблению чувствительности»

Продолжение табл. 1

5'	Проведение экспериментального исследования	Проведение эксперимента согласно разработанной идее, в котором удаление адсорбированного воздуха происходит путем нагревания цинковой пластинки в пламени газовой горелки
6'	Формулирование вывода об истинности (ложности) гипотезы	«Все попытки выдвинуть на первый план участие адсорбированных газов следует считать неудачными»
3"	Выдвижение другой гипотезы о причине явления	Под действием света воздух начинает фосфоресцировать
4"	Разработка идеи экспериментальной проверки гипотезы	Если эта гипотеза верна, то актиноэлектрическое действие не должно зависеть от того, на какой из электродов попадает свет и попадает ли вообще
5"	Проведение экспериментального исследования	Проведение серии экспериментов, в которой поочередно освещаются воздушный слой, затем — положительно заряженный электрод, отрицательно заряженный электрод
6"	Формулирование вывода об истинности (ложности) гипотезы	«Сама униполярность действия доказывает, что электроды играют в явлении существенную роль, что дело не в одном только "фосфоресцирующем воздухе"»
7	Формулирование ответа на ПЗ	Причина явления состоит во взаимодействии света с отрицательно заряженным электродом
8	Формулирование ПЗ 1: С какими еще объектами может происходить это явление?	При освещении каких еще веществ светом вольтовой дуги гальванометр фиксирует ток?
9	Разработка метода решения ПЗ 1	Освещать светом вольтовой дуги различные отрицательно заряженные вещества
10	Проведение экспериментального исследования (серия 1)	Проведение серии экспериментов согласно разработанному методу
11	Формулирование обобщенного знания о материальном объекте 1	«Такой чувствительностью обладают все металлы и густо окрашенные жидкости... Вода лишена чувствительности»
12	Формулирование ПЗ 2: При воздействии каких еще объектов может происходить данное явление?	Только ли светом вольтовой дуги должен освещаться конденсатор, чтобы в цепи возник ток?
13	Разработка метода решения ПЗ 2	Освещать любой из объектов, «обладающих чувствительностью», светом других источников при тех же условиях
14	Проведение экспериментального исследования (серия 2)	Проведение серии экспериментов, в которой варьируются воздействующие объекты
15	Формулирование обобщенного знания о материальном объекте 2	«Единственным источником лучей, пригодных для моих опытов, могла служить вольтова дуга. Другие источники (пламя бунзеновой горелки, горящий магний, индуктивная искра) давали действие, но весьма слабое, солнечный же свет — никакого». Значит, «разряжающим действием обладают в основном лучи самой высокой преломляемости»

16	Формулирование ПЗ 3: Какие условия являются обязательными для протекания явления?	При каких условиях «актиноэлектрические действия» имеют место?
17	Разработка метода решения ПЗ 3	Изменение условий, в которых осуществляется взаимодействие объектов
18	Проведение экспериментального исследования (серия 3)	Проведение серии экспериментов, в которой взаимодействие объектов осуществляется в разных средах, при различном давлении и температуре
19	Формулирование обобщенного знания об условиях, обязательных для протекания явления	«Актиноэлектрические явления совершаются исключительно в газах или парах»
20	Формулирование физического суждения, содержащего знания о причине явления, взаимодействующих объектах и условиях, необходимых для протекания явления	«Лучи вольтовой дуги, падая на поверхность отрицательно заряженных металлов и анилиновых красок, уносят с них заряд. Явление происходит исключительно в газах или парах. Мои попытки получить что-либо подобное в твердых или жидких изоляторах привели к отрицательным результатам»

Сравнение, приведенное в таблице 1, показывает, что деятельность ученого по изучению явления фотоэффекта адекватна обобщенному способу исследования явлений.

Каковы возможные пути использования истории открытия явлений при «создании» понятия о нем учеником на уроке?

При проведении серий опытов, в которых варьируются взаимодействующие объекты и условия их взаимодействия, у ученика возникает потребность узнать результаты соответствующих экспериментов ученых в следующих случаях:

1. При изучении ряда явлений (например, радиоактивность, рентгеновское излучение и т.п.) проведение экспериментов невозможно в силу отрицательного воздействия объектов исследования на организм человека или длительности времени наблюдения.

2. Оборудование школьного кабинета физики не предназначено для проведения настоящих научных экспериментов, поэтому на уроке можно исследовать

лишь ограниченное число объектов, изменение же условий протекания явления не всегда возможно.

3. Проведение экспериментов с большим количеством объектов невозможно из-за временных ограничений.

При этом подчеркнем, что все действия, предшествующие проведению эксперимента (формулирование познавательных задач, разработка идеи эксперимента), а также обработка экспериментальных данных и формулирование суждений выполняются учениками независимо от того, известны ли результаты из экспериментов ученых или получены на уроке.

Суждение, полученное в результате обобщения экспериментальных данных, строго говоря, имеет вероятностный характер. Построение урока, при котором учитель, как равный ученикам познающий субъект, сообщает об известных ему результатах экспериментов ученых, позволяет решить две проблемы: увеличить достоверность полученного учениками знания за счет увеличения числа экспе-

риментальных данных, обобщение которых приводит к новым понятиям, и убедить учащихся в том, что воспроизводимость опыта в другом месте и другими исследователями является критерием истинности эксперимента.

Роль учителя на таком уроке состоит в создании исходной ситуации, побуждающей к исследованию явления и направлении хода исследования в случае необходимости.

В качестве примера организации познавательной деятельности учащихся приведем сценарий фрагмента урока на тему «Фотоэффект».

**Учитель.** В 1887—1888 гг. Генрих Герц проводил известные вам эксперименты, в ходе которых им были открыты и исследованы свойства электромагнитных волн. При этом Герц обратил внимание на тот факт, что при освещении разрядника индукционной катушки светом искры в нем возникает более сильный разряд.

Ваши соображения по поводу того, как можно объяснить обнаруженное Герцем явление?

**Ученик.** Я думаю, что увеличение интенсивности искрового разряда могло произойти за счет ионизации воздуха между электродами разрядника.

**Учитель.** Как можно проверить предложенную гипотезу?

**Ученик.** Если считать, что эта гипотеза верна, то следует ожидать, что в случае, если между электродами воздух будет отсутствовать, возникновение более сильного разряда в разряднике при проскакивании искры не должно наблюдаться.

**Учитель.** Как же провести эксперимент?

**Ученик.** Необходимо поместить электроды разрядника в прозрачный сосуд, из которого с помощью насоса откачан воздух, затем включить индукционную катушку. Если все разряды будут одинаковые по интенсивности, то обнаружен-

ное Герцем явление происходит за счет ионизации воздуха.

**Учитель.** Все ли согласны с таким планом проведения эксперимента? Теперь нам следовало бы обратиться к самому эксперименту. Однако его техническое решение достаточно сложно (необходимо впаять электроды в стеклянный сосуд, не нарушив его герметичности, создать достаточно сильное разрежение воздуха, найти источник, создающий высокую разность потенциалов между электродами), кроме того, эксперимент займет много времени. Поэтому обратимся к работам ученых, которые заинтересовались обнаруженным Герцем явлением и занимались его экспериментальным исследованием. Приоритет в изучении этого явления по праву принадлежит Александру Григорьевичу Столетову.

Столетов производил опыты при разном давлении воздуха в пространстве, окружающем электроды, и пришел к выводу, что исследуемое явление происходит при любой степени разрежения воздуха. Какой вывод вы могли бы из этого сделать?

**Ученик.** Вероятно, искра, которая возникает между электродами разрядника, вызывает не только ионизацию воздуха, но и каким-то образом действует на электроды.

Я выскажу предположение, что свет, возникающий при разряде, попадая на электроды, может вызвать изменение заряда.

**Учитель.** Выдвинута гипотеза о том, что причиной увеличения интенсивности разряда в определенные моменты времени является действие света искры на электроды. Как ее проверить?

**Ученик.** Экспериментально.

**Учитель.** Предлагаю разделить исследователей группы по четыре человека. В течение 5 минут каждой группе необходимо разработать идею эксперимента, спроектировать эксперимент-

гальванометр, составить план действий с ней. Для защиты проекта подготовить одного докладчика от группы. Приступаем к работе. Итак, обсудим результаты.

**Ученик первой группы.** Идея предлагаемого нами эксперимента состоит в том, чтобы облучать светом электрического разряда пластины заряженного конденсатора. Для освещения пластины можно использовать свет электрической дуги. Для зарядки конденсатора его пластины надо соединить с батареей. Причем электродвижущая сила батареи может быть невысокой. Тогда между пластинами не будет проскакивать искра, и явление действия света на заряженные пластины будет исследовано в «чистом» виде. Если свет обладает разряжающим действием (на пластины), то возможно в цепи появление электрического тока. Чтобы его зарегистрировать, предлагаем включить в цепь гальванометр. Схема предлагаемой нашей группой установки такова (рисует на доске рис. 1).

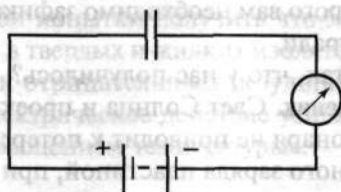


Рис. 1

Принципиальная схема экспериментальной установки, разработанная учениками первой группы

Однако у нас остался нерешенным вопрос о том, какую именно из пластин или обе сразу нужно освещать светом дуги, чтобы в изображенной цепи возник ток. В связи с этим у нас возникла проблема, где должна быть размещена электрическая дуга, чтобы ее свет попадал на пластины (или одну из них).

**Учитель.** Какие могут быть предложения способы решения проблемы попадания света дуги на пластины?

**Ученик второй группы.** Идея нашего эксперимента совпадает с выше изложенной. Но мы предлагаем внести такое изменение в экспериментальную установку: одну пластину конденсатора можно оставить сплошной, а другую изготовить в виде сетки.

Тогда будучи расположенной сбоку, дуга сможет освещать сплошную пластину светом, прошедшим сквозь сетку (рисует на доске рис. 2).

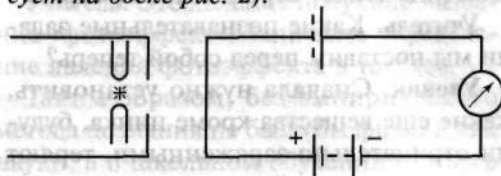


Рис. 2

Принципиальная схема экспериментальной установки, разработанная учениками второй группы

Более того, используя эту установку, легко выяснить, разряжает ли свет отрицательно заряженную пластину или положительно заряженную. Для этого достаточно поменять полярность подключения батареи.

**Учитель.** Еще есть предложения?

**Ученик третьей группы.** Мы предлагаем использовать более простую установку. Так как необходимо выяснить, действует ли свет на заряженное тело, то можно зарядить пластину, например цинковую, сначала положительно и осветить светом электрической дуги. Чтобы наблюдать за изменением ее заряда, предварительно надо установить пластину на стержне электрометра.

Затем повторить эксперимент, зарядив цинковую пластину отрицательно.

**Учитель.** Установку, подобную той, которая изображена на рис. 2, использовал для изучения явления А.Г.Столетов. В качестве индикатора заряда ученый использовал электрометр.

Если вы не возражаете, я предлагаю провести эксперимент с помощью уста-



новки, представленной третьей группой, придерживаясь составленного ими плана. Итак, что вы наблюдаете?

**Ученик.** Если светом дуги освещается положительно заряженная цинковая пластина, то электромметр не разряжается; если свет падает на отрицательно заряженную цинковую пластину, то электромметр разряжается. Значит, под действием света электрической дуги цинковая пластина теряет отрицательный заряд.

**Учитель.** Какие познавательные задачи мы поставим перед собой теперь?

**Ученик.** Сначала нужно установить, какие еще вещества кроме цинка, будучи отрицательно заряженными, теряют свой заряд под действием света дуги.

Далее необходимо выяснить, только ли свет дуги вызывает это явление.

**Ученик.** Затем следует установить, при каких условиях может иметь место изучаемое явление.

**Учитель.** Как будем решать первую познавательную задачу?

**Ученик.** Заменяем цинковую пластину любой другой, например, изготовленной из меди, латуни, эбонита. Заряжая каждый раз одну из названных пластин отрицательно, будем освещать ее светом электрической дуги.

**Учитель.** Если возражений нет, то, подготовив таблицу 2, переходим к проведению серии экспериментов.

Т а б л и ц а 2

Исследуемое вещество	Разряжается ли электромметр
цинк	разряжается
медь	разряжается
латунь	разряжается
эбонит	не разряжается
алюминий	разряжается
вода	не разряжается

Хочу сообщить вам некоторые результаты, полученные А.Г.Столетовым, а вы

зафиксируйте их в таблице: «...такой чувствительностью обладает также алюминиевая пластина. Вода, хорошо пропускающая активные лучи (так Столетов называет свет вольтовой дуги), лишена чувствительности».

Итак, как сформулируем ответ на первую познавательную задачу?

**Ученик.** Цинк, медь, латунь, алюминий являются металлами. Поэтому можно предположить, что все металлы, заряженные отрицательно, теряют свой заряд под действием света электрической дуги.

**Учитель.** Как будем решать вторую познавательную задачу?

**Ученик.** Нужно взять любую из металлических пластин, например, медную, зарядив ее отрицательно и освещать светом различных источников: Солнца, проекционного фонаря и др.

**Учитель.** Я предлагаю также исследовать имеющийся в нашем распоряжении ультрафиолетовый осветитель (УФО).

Нет возражений? Тогда переходим к проведению эксперимента, результаты которого вам необходимо зафиксировать в тетради.

Итак, что у нас получилось?

**Ученик.** Свет Солнца и проекционного фонаря не приводит к потере отрицательного заряда пластиной, при освещении же ее ультрафиолетовым осветителем явление наблюдается.

**Учитель.** Давайте дополним наши данные результатами, полученными Столетовым: «...пламя бунзеновой горелки, горящий магний, индуктивная искра давали действие, но весьма слабое, солнечный же свет — никакого».

Попробуйте обобщить имеющиеся у нас экспериментальные данные.

**Ученик.** Явление не наблюдается совсем в тех случаях, когда свет проходит через стекло. Хорошо известно, что стекло не пропускает ультрафиолетовые лучи. Это наводит меня на мысль о том, что разряжающим действием обладают

преимущественно лучи самой высокой преломляемости. Свет УФО и электрической дуги «богаты» такими лучами, и явление хорошо наблюдается.

**Учитель.** Нам осталось выяснить, при каких условиях имеет место это явление. Как будем решать эту познавательную задачу?

**Ученик.** Теперь для опыта нужно использовать любую отрицательно заряженную металлическую пластину и любой источник ультрафиолетовых лучей. Мне хочется узнать ответы на такие вопросы: будет ли происходить это явление в других газах (кроме воздуха), а также в твердых и жидких изоляторах, при другой температуре и давлении.

**Учитель.** Теперь план действий с экспериментальной установкой очевиден, а вот технического оснащения нашей лаборатории для этого недостаточно. Поэтому сообщу вам результаты, полученные А.Г. Столетовым: «...актиноэлектрические явления, в том виде как они описаны, совершаются исключительно в газах и парах. Мои попытки получить что-либо подобное в твердых и жидких изоляторах привели к отрицательным результатам. Актиноэлектрическое действие усиливается с повышением температуры».

Подведем итог нашей работы на уроке и составим определение явления, которое Столетов назвал актиноэлектрическим действием.

**Ученик.** Мы изучили физическое явление, которое состоит в том, что отрицательно заряженные металлы, находящиеся в газе или вакууме, теряют свой заряд под действием света, диапазон которого близок к ультрафиолетовому.

**Учитель.** Это явление получило название «фотоэффект». Запишите определение явления фотоэффекта в тетрадь.

Таким образом, без эмпирического метода познания не было бы физики как науки, а в школьном обучении без него невозможно не только сформировать экспериментальные и исследовательские умения, но и создать физические знания.

#### Литература

1. Анофрикова С.В., Стефанова Г.П. Практическая методика преподавания физики. — Астрахань: Изд-во АГПИ, 1995.
2. Столетов А.Г. Актиноэлектрические исследования. — СПб.: Типография В.Демакова, 1889.
3. Федеральный компонент государственного стандарта общего образования // Физика в школе, 2004. — № 4.

## Организация познавательной деятельности учащихся на уроках физики

И.А. КРУТОВА, М.А. ФИСЕНКО

(Астраханский государственный университет)

Каждый человек обладает характерной особенностью — все знания, умения и качества личности он приобретает только сам, в процессе своей собственной деятельности. Чтобы раскрыть деятельностную природу школьников, учителю необходимо изменить свою роль: из единственного источника информации он должен стать организатором ситуа-

ций, в которых у учащихся возникает потребность в той или иной деятельности, и руководителем познавательной деятельности учащихся на уроке.

Если учитель лишь объясняет материал, то ученики в лучшем случае могут воспроизвести понятие или формулировку закона, научного факта, но не осознают, каково содержание деятельности

по созданию данного физического знания и не умеют использовать его в ситуациях, которые встречаются в жизни. В этом случае говорить об усвоении знаний не приходится: знание, которое не используется в конкретной деятельности, быстро забывается.

Знания, полученные при изучении русского языка, английского языка, математики, используются человеком в жизни потому, что постоянно возникает потребность говорить, писать, считать. Физика же наука «недеятельностная», и учитель физики вынужден искусственно создавать ситуации, побуждающие учащихся к выполнению определенной деятельности. На наш взгляд, физическое знание можно считать усвоенным только в том случае, если ученик овладел деятельностью по его получению и применению в любой конкретной ситуации.

Любая деятельность, в том числе и познавательная, должна побуждаться сознательной целью, которая формулируется на основе личной потребности. Кроме того, овладеть деятельностью можно, лишь многократно выполняя ее. Поэтому на уроке изучения нового физического материала необходимо мотивировать учащихся к выполнению двух видов деятельности: по получению физического знания и по его применению в конкретных ситуациях. При этом учащийся должен самостоятельно прийти к «открытию» понятия, физического закона, научного факта.

С.В.Анофриковой\* разработаны общие логические схемы деятельности по созданию отдельных элементов физического знания на эмпирическом и теоретическом уровнях познания. При планировании познавательной деятельности учащихся следует опираться на эти схемы

\* Анофрикова С.В. Азбука учительской деятельности, иллюстрированная примерами деятельности учителя физики. Часть I. Разработка уроков. — М.: МПГУ, 2001.

потому, что в них, во-первых, отражены закономерные этапы процесса получения знаний и, во-вторых, они соответствуют деятельности ученых-физиков впервые исследовавших конкретные физические явления, научные факты, законы.

Организацию познавательной деятельности школьников по получению нового знания целесообразно начинать с обнаружения ситуации, вызывающей учащихся познавательную трудность, а значит, и потребность в изучении нового, которая выражается в постановке вопросов, формулируемых в виде познавательных задач (ПЗ). Далее организуется деятельность учащихся по разработке методов решения поставленных задач и по выполнению каждого действия, составляющего содержание предложенных методов. В результате этой деятельности у учеников накапливается материал (эмпирические данные, теоретическое предсказание), позволяющий сформулировать ответы на познавательные задачи, обобщая которые, они приходят к новому физическому знанию.

Знания нужны человеку не сами по себе, а для решения задач, возникающих в практической и теоретической деятельности. Усвоение учащимися знаний темы осуществляется с применением задач-упражнений. Задачи-упражнения являются новым дидактическим средством и представляют собой задания, в которых описаны конкретные ситуации с реальными объектами, а требование соответствует виду деятельности, в котором это знание используется: распознавание или воспроизведение физического явления, физического объекта; нахождение значения физической величины; составление уравнения и др. Задачи-упражнения выполняются с опорой на физическое знание, подлежащее усвоению. Число предложенных ситуаций должно быть порядка 8–10, так как овладение

деятельностью происходит лишь при ее многократном выполнении. Они могут быть представлены как словесно, так и в виде рисунков, графиков, таблиц, а также предполагать возможность выполнения предложенной деятельности с реальными предметами.

Эффективность этапа применения знаний повышается, если учителем создается потребность в данном виде деятельности. Для того чтобы учащиеся сами сформулировали задание по применению знаний, учитель обращается к ним с вопросом: «В каких видах деятельности может быть применено знание, полученное нами на сегодняшнем уроке?» Учащиеся предлагают свои варианты, после корректировки которых учитель формулирует задание. Далее школьникам предлагается разработать в обобщенном виде способ выполнения этого задания и записать в тетрадях последовательность действий. Затем организуется деятельность учащихся по выполнению задания в каждой ситуации с опорой на разработанную программу действий.

Опишем модель урока по теме «Давление», которая позволяет получить представление об организующей деятельности многоглаговного учителя и познавательной деятельности идеального ученика. Ниже описаны основные этапы урока.

1. Этап актуализации знаний. Цель его состоит в определении учителем готовности учащихся к последующей деятельности.

2. Мотивационный этап имеет целью создание ситуации, в которой у учащихся возникает познавательная потребность во введении физической величины — давления.

3. Этап получения понятия о физической величине — давлении. Цель: организация познавательной деятельности, приводящей учащихся к определению этого понятия.

4. Мотивационный этап, цель — создать потребность в применении полученного знания.

5. Этап многократного выполнения учащимися деятельности по применению полученного знания. Цель данного этапа — добиться от учащихся усвоения данного понятия.

Рассмотрим более подробно содержание каждого из описанных этапов.

#### Этап актуализации знаний

**Учитель.** Перед вами столик, на котором находится гирия массой 1 кг. Я поставлю столик на песок, а вы опишите результат и объясните его причину.

**Ученик.** Столик погрузился в песок, так как гирия вследствие притяжения к Земле действует на столик, а столик — на песок, поверхность которого деформируется.

#### Мотивационный этап

**Учитель.** Что изменится, если я поставлю гирию массой 2 кг?

**Ученик.** Столик погрузится в песок глубже, так как с увеличением силы, увеличивается и деформация.

**Учитель.** Предскажите, каков будет результат по сравнению с предыдущим опытом, если я поставлю двухкилограммовую гирию на перевернутый столик.

**Ученик.** (Затрудняется ответить.)

**Учитель.** В чем затруднение?

**Ученик.** Трудно предсказать результат потому, что одновременно изменяется и модуль силы, и площадь поверхности, на которую она действует.

**Учитель.** Действительно, результат (деформация, разрушение поверхности) зависит не только от модуля силы, но и от площади поверхности. Приведите примеры.

**Ученик.** (Приводит примеры: погружение в снег на лыжах и без лыж и т.д.)

**Учитель.** Значит, чтобы предвидеть результат воздействия, нужно учитывать не только модуль силы, но и площадь той

поверхности, на которую оно производится. Запишем этот вывод. Теперь необходимо ввести величину, описывающую действие на тело другого тела с учетом площади поверхности их соприкосновения (ПЗ 1).

**Этап получения нового знания**

**Учитель.** Запишите познавательную задачу 1 (ПЗ 1). Как решаются задачи о введении физической величины?

**Ученик.** Нужно разработать метод числовой оценки свойства через другие величины, подобрать название и обозначить новую величину, установить ее единицу, составить определение.

**Учитель.** (Фиксирует на доске действия по решению ПЗ 1.) Поскольку результат зависит от модуля силы и площади поверхности, на которую производится воздействие, нужно искать комбинацию двух величин: силы и площади. Подумайте и предложите способ оценки воздействия с учетом площади поверхности соприкосновения. Рассмотрите последовательно три случая: а) разные силы действуют на одинаковые поверхности; б) одинаковые силы действуют на разные поверхности; в) силы и поверхности разные. (Изображает модели ситуаций.) На выполнение задания у вас 3 минуты.

**Ученик.** Если разные по модулю силы действуют на поверхности одинаковой площади, то действие будет тем больше, чем больше модуль силы. Если силы одинаковые, а площади поверхностей разные, то действие будет тем больше, чем меньше площадь поверхности. Если же различаются и силы, и площади поверхностей, то нужно рассчитать силу, действующую на единицу поверхности, для каждого случая и сравнить эти отношения ( $F_1/S_1$  и  $F_2/S_2$ ). Действие одного тела на другое можно оценить отношением модуля силы, действующей перпендикулярно поверхности тела, к площади соприкосновения тел.

**Учитель.** Эту величину принято называть давлением и обозначать буквой  $p$ . Что еще нужно сделать для введения новой величины?

**Ученик.** Нужно записать формулу и установить единицу измерения.

**Учитель.** (Записывает формулу.) Предложите единицу давления.

**Ученик.** Если модуль силы равен 1 Н, а площадь —  $1 \text{ м}^2$ , то давление имеет единицу измерения  $\frac{1 \text{ Н}}{1 \text{ м}^2}$ .

$1 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$  равен давлению, производимому телом, которое действует с силой давления 1 Н на другое тело при площади поверхности их соприкосновения  $1 \text{ м}^2$ .

**Учитель.** Эту единицу называют «паскаль» в честь Блеза Паскаля. Ее обозначают «Па». Запишите  $1 \text{ Па} = 1 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$ . Составьте определение физической величины «давление» и запишите его в тетради. (Организует обсуждение и запись определения давления.)

**Мотивационный этап**

**Учитель.** Итак, мы установили, что в результате воздействия одного тела на другое может происходить их деформация или разрушение. Поэтому часто возникает необходимость предотвращения нежелательных последствий взаимодействия тел. Сформулируйте задание, которое можно выполнить с опорой на полученное на уроке знание.

**Ученик.**

1. Сравнить давления, производимые телами на заданные поверхности, в конкретных ситуациях.

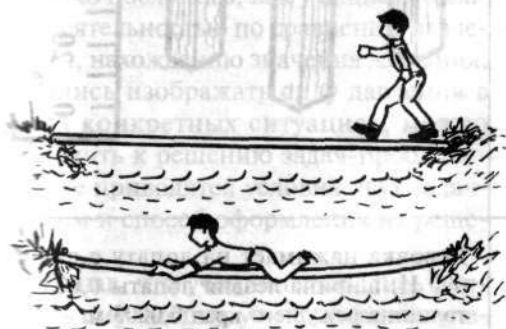
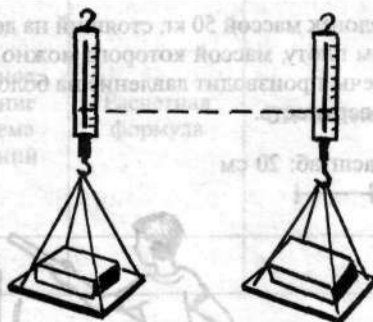
2. Найти давление, которое оказывают тела в конкретных ситуациях.

**Учитель.** Запишите задание 1 в тетради и разработайте способ его выполнения. У вас 3 минуты.

**Ученик.** 1. Выделить тела и поверхности, на которые оказывается давление.

Мальчик в валенках  
стоит на ледяной  
дорожке

Этот же мальчик  
провалился  
в сугроб



2. Сравнить силы давления, действующие перпендикулярно поверхности.
3. Сравнить площади поверхностей, на которые действуют силы давления.
4. Сформулировать вывод.

**Этап многократного выполнения учащимися деятельности по применению полученного знания**

**Учитель.** Перед вами ситуации, в которых нужно выполнить задание 1 по разработанной программе.

**Учитель.** Запишите задание 2 в тетрадь и разработайте способ его выполнения. У вас 3 минуты.

**Ученик.** 1. Выделить тело, на которое производится давление.

2. Найти модуль силы ( $F$ ,  $H$ ), действующей перпендикулярно поверхности соприкосновения.

3. Найти площадь поверхности соприкосновения тел.

4. Найти отношение  $\frac{F}{S}$ .

5. Сформулировать вывод.

**Учитель.** Перед вами ситуации, в которых нужно выполнить задание 2 по разработанной программе.

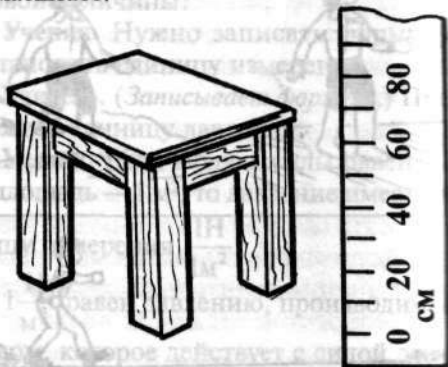
Для воспроизведения свойства численно оцениваемого физической величиной «давление» учащимся можно

Человек массой 50 кг, стоящий на деревянном плоту, массой которого можно пренебречь, производит давление на болотистую поверхность.

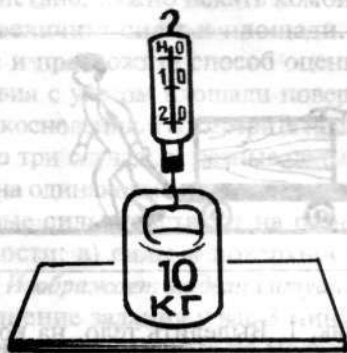
Масштаб: 20 см



Стол массой 60 кг, имеющий ножки квадратного сечения, стоит на полу. Стол и линейка изображены в одном и том же масштабе.



Гири, имеющая площадь основания  $80 \text{ см}^2$ , расположена на горизонтальной опоре.



Девочка нажимает на лопату с силой 690 Н, ширина лезвия лопаты  $0,023 \text{ м}$ , толщина режущего края  $0,0003 \text{ м}$ .



Автомобиль массой 4000 кг, имеющий опорную площадь всех колес  $800 \text{ см}^2$ , едет по дороге.

Грузный четырехосный вагон массой 132 тонны стоит на рельсах. Площадь соприкосновения колеса с рельсом  $4 \text{ см}^2$ .

Оса вонзает свое жало, действуя на кожу человека силой в  $0,00001 \text{ Н}$ . Площадь его острия  $0,000000000003 \text{ см}^2$ .

Кошка массой 5 кг свернулась клубочком, заняв место площадью примерно  $0,05 \text{ м}^2$ .

предложить задание 3. При этом у них появляется возможность выполнить деятельность вручную.

**Задание 3.** Найдите давление данного вам деревянного бруска, когда он опира-

ется на стол широкой гранью. Подберите необходимые для этого приборы и материалы. Разработайте программу выполнения задания, запишите и выполните ее.

Выделите словами текста		Графическая модель ситуации задачи	Основное уравнение и система уравнений	Расчетная формула	Вычисления
Физическое тело, оказывающее давление на поверхность и его параметры	Поверхность, на которую оказывает давление физическое тело, и ее параметры				

Только после того, как учащиеся овладели деятельностью по сравнению давлений тел, нахождению значения давления, научились изображать силу давления в любых конкретных ситуациях, можно переходить к решению задач-проблем.

Ниже приводятся условия двух задач-проблем и способ оформления их решения.

1. Узнав, что ученики собрались подложить ему кнопку, учитель надел пулезащитаемые штаны. Теперь, чтобы преодолеть преграду между своим острием и телом учителя, кнопке нужно оказать давление величиной в 5000 МПа. Сумеет ли кнопка добраться до учителя, если его масса 66 кг, а площадь острия кнопки  $0,15 \text{ мм}^2$ .

2. Мельник, смолов муку, решил отнести ее на базар. Путь его лежал через

реку, покрытую льдом, выдерживающим давление 40 кПа. Сколько мешков муки можно нагрузить на сани массой 30 кг, если масса одного мешка 50 кг, а масса мельника 70 кг. Ширина полозьев саней 10 см, длина — 2,5 м.

Можно заметить, что в структуре урока отсутствует этап, на котором учащимся сообщается домашнее задание. Если познавательная деятельность школьников будет организована так, как рассмотрено выше, то именно на уроке произойдет усвоение нового физического знания и необходимость в домашнем задании в виде чтения параграфов учебника и выполнения упражнений отпадает. Домашние задания должны носить исследовательский характер и требовать выполнения тех действий, которыми учащиеся овладели на уроке.

## Подготовка учащихся к практической деятельности на уроках физики

Г. П. СТЕФАНОВА

(Астраханский государственный университет)

Обучение всегда организовывалось так, чтобы обучаемый овладевал знаниями и умениями, необходимыми ему для самостоятельной «послешкольной» деятельности. Не случайно эта естественная направленность обучения возведена педагогической наукой в ранг ведущего принципа — принципа практической направленности подготовки учащихся.

Как реализуется этот принцип при обучении учащихся в современной школе?

Эта проблема решалась путем включения в учебники прикладного материала и разработки задач с техническим содержанием, конструкторских и изобретательских задач, лабораторных работ практического характера. В связи с тем, что научно-технический прогресс приво-



дит к обновлению технических объектов и технологий невероятно быстрыми темпами, поиск прикладного материала пока не увенчался успехом. Несмотря на обилие дидактических средств практической направленности, методика их эффективного использования не достаточно разработана.

Многолетняя практика учителей физики позволила установить, что учащиеся не запоминают технические объекты, описанные в учебниках, и не осознают, что научные физические знания являются основой решения не только профессиональных, но и многих бытовых проблем.

Нам представляется иной путь решения этой важной проблемы — через постановку перед учащимися задач, решаемых человеком в профессиональной деятельности и в быту с применением физических знаний. Назовем такие задачи практически значимыми и выделим наиболее типичные из них. Анализ деятельности специалистов различных профессий, а также различных бытовых ситуаций позволил выделить следующие типы практически значимых задач в обобщенном виде:

1. Создание объекта с заданными свойствами.
2. Разработка технологии (метода) создания объекта с заданными свойствами или выполнения деятельности с определенными объектами в определенных условиях.
3. Устранение отклонений от нормы значений параметров состояния объекта.
4. Хранение или транспортировка объекта без изменения заданных свойств.
5. Передача информации.
6. Обработка информации.
7. Нахождение или оценка значения физических величин, описывающих свойства объекта в определенном состоянии.
8. Управление технологическим процессом, работой технического объекта.
9. Эксплуатация технического объекта.

К задачам первого типа можно отнести такие задачи как: сооружение свайного основания под строительство гостиницы в г. Астрахани; разработка устройства для поддержания постоянной температуры в аквариуме.

К задачам второго типа — такие как: разработка технологии добычи асбеста; разработка способа уменьшения трения при перемещении тяжелой мебели по поверхности пола. К задачам третьего типа — такие как: устранение «запотевания» стекла в автомобиле; устранение нарушения в сотовой связи, например, между Москвой и Санкт-Петербургом. К задачам четвертого типа — такие как: обеспечение санитарно-гигиенических условий деятельности учащихся в классе; транспортировка и хранение жидкого топлива и др.

Чтобы эту систему практически значимых задач включить в цели обучения физике, нужно формулировки этих задач дополнить обобщенными методами их решения. Приведем примеры обобщенных методов решения задач первого и третьего типов.

Метод решения задачи «Создание объекта с заданными свойствами»:

1. Установить, какой объект и с какими свойствами нужно получить.
2. Выбрать объекты, из которого может быть получен требуемый объект.
3. Выделить свойства выбранного объекта, которые могут быть значимыми для создания требуемого объекта с требуемыми свойствами.
4. Выделить физические явления, процессы, воздействия, в результате которых выбранный объект может быть преобразован в объект с заданными свойствами.
5. Выделить условия, при которых возможно осуществление этих явлений процессов в данном случае.
6. Составить принципиальную схему установки, позволяющей получить требуемый объект с заданными свойствами из выбранного объекта с его свойствами.

7. Проверить принципиальную схему установки (технического устройства) на соответствие требованиям безопасности человека и окружающей среды.

8. Оценить энергетические затраты по созданию объекта с заданными свойствами разработанным методом.

9. Составить перечень оборудования для экспериментальной установки.

10. Составить программу преобразования выбранного объекта в объект с заданными свойствами.

Метод решения задачи «Устранение отклонений от нормы значений параметров состояния объекта»:

1. Выделить объект, параметры состояния которого должны соответствовать нормативным.

2. Выделить нормативные параметры состояния этого объекта.

3. Выделить параметры состояния объекта, отличающиеся от нормативных.

4. Выделить явления, которые могут быть причиной этого отличия.

5. Установить, какое из явлений служит причиной отклонения от нормы значений параметров состояния данного объекта.

6. Выделить условия, при которых явление-причина не может существовать.

7. Подобрать оборудование, с помощью которого можно реализовать эти условия.

8. Разработать систему действий по практической реализации условий, при которых явление-причина не может существовать.

Обобщенные методы решения выделенных задач конкретизируют умения учащихся, необходимые в жизни для решения практически значимых задач. Поэтому содержание принципа практической направленности подготовки учащихся на современном этапе можно сформулировать в следующем виде: в процессе изучения школьного курса физики учащиеся должны овладеть обобщенными методами решения этих задач.

Проиллюстрируем деятельность по разработке методов решения конкретных задач, связанных с созданием объекта с заданными свойствами и устранением отклонений от нормы значений параметров состояния объекта.

**Пример 1.** В теме «Электростатика» на основе имеющихся знаний можно конкретизировать действия обобщенного метода для решения следующей задачи: *разработать техническое устройство, позволяющее измерять малые силы электрическим методом.*

В первом действии этого метода требуется выделить объект, который нужно получить, и его свойства. Выполняя это действие при решении данной задачи, видим, что объектом, который нужно получить, является техническое устройство, а свойства его обозначены в виде назначения этого устройства — для измерения малых сил. Знание только назначения объекта недостаточно для составления системы действий по его созданию. На наш взгляд, необходимо выделить элементы, которые обязательно должны быть в создаваемом техническом устройстве, чтобы он выполнил свое назначение: элемент, электрические свойства которого изменяются при слабом внешнем воздействии на него; шкала; указатель; элемент, возвращающий объект, на который осуществляется воздействие, в исходное состояние после снятия этого воздействия.

Выполнение этих двух действий и позволяет установить, какой объект и с какими свойствами нужно получить.

Для того чтобы выбрать объект, из которого может быть получен требуемый (второе действие обобщенного метода), нужно:

а) перечислить объекты, изучаемые в данной теме;

б) выбрать из перечисленных объектов тот, чьи электрические свойства изменяются при незначительном механическом воздействии. Выбираем конденсатор.

В третьем действии обобщенного метода требуется выделить свойства, значимые для создания объекта с заданными свойствами. Так как объект уже выбран, то речь должна идти о свойствах конденсатора, значимых для создания требуемого технического устройства. Так как свойства могут выражаться словами и физическими величинами, то данное действие целесообразно разбить на два:

а) выделить свойства конденсатора, значимые для создания технического объекта — плоский;

б) выделить физические величины, описывающие свойства конденсатора: площадь пластин, расстояние между ними, диэлектрическую проницаемость вещества, расположенного между пластинами конденсатора, емкость плоского конденсатора;

в) записать закон, устанавливающий связь между выбранными физическими величинами —  $C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$ .

Четвертое действие обобщенного метода переписываем с учетом результатов выполнения второго и третьего действий: выделить физические явления, в результате которых можно менять емкость конденсатора:

— внесение (вынесение) диэлектрика между пластинами конденсатора;

— изменение расстояния между пластинами конденсатора;

— изменение площади перекрытия пластин.

Пятое действие общего метода можно сформулировать без изменения: выделить условия, при которых возможно осуществление этих явлений в данном случае. Выполняем это действие.

Малое механическое воздействие должно осуществляться в одном из следующих случаев:

— на пластину диэлектрика, которая под этим воздействием должна входить в конденсатор или выходить из него;

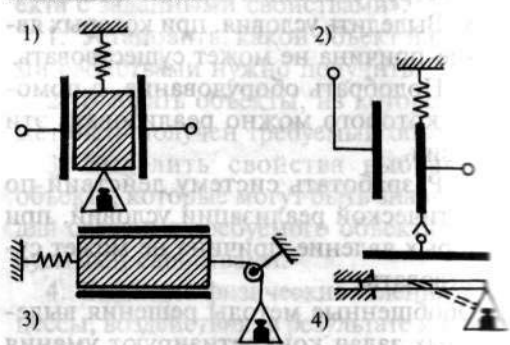
— действовать на одну из пластин, чтобы она смещалась относительно другой при неизменном расстоянии между ними;

— одна из пластин должна смещаться так, чтобы менялось расстояние между пластинами при неизменной площади.

Действие шесть обобщенного метода можно сформулировать короче: составить принципиальную схему устройства. Эта принципиальная схема должна воспроизводить явление, в результате которого могут изменяться емкость конденсатора и условия, при которых возможно осуществление этих явлений в данном случае.

Составленная принципиальная схема обязательно проверяется: все ли элементы, которые должны иметь техническое устройство, указаны на принципиальной схеме. В случае их отсутствия в принципиальную схему должны быть внесены уточнения. Результат выполнения этого действия в данном случае может выглядеть так:

а) первоначальный вариант принципиальных схем:

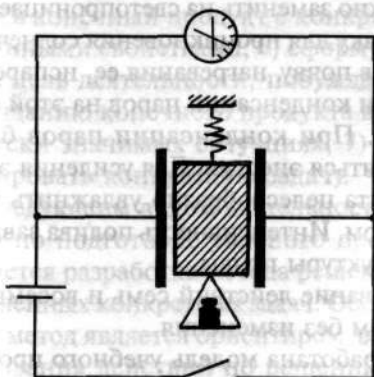


б) анализ составленных принципиальных схем показывает, что в них отсутствуют следующие элементы:

— электрическая цепь для зарядки конденсатора;

— прибор, регистрирующий изменение электрической емкости конденсатора (изменение разности потенциалов), градуированный в единицах силы.

в) уточненная принципиальная схема:



Действие семь формулируется без изменения.

Действие восемь при решении данной конкретной задачи выполнять не следует.

Действие девять формулируется также: составить перечень оборудования, из которого может быть смонтировано разрабатываемое техническое устройство.

Действие десять формулируем так: составить программу действий по получению устройства для измерения малых сил из конденсатора. Иначе говоря, речь идет о составлении системы действий по монтажу технического устройства из подобранного оборудования в соответствии с принципиальной схемой.

Таким образом, метод решения данной конкретной задачи может быть представлен следующей системой действий:

1. Выяснить назначение объекта, который требуется получить.

2. Выделить элементы, которые обязательно должны быть в создаваемом объекте, чтобы он выполнял свое назначение.

3. Перечислить объекты, изучаемые в данной теме.

4. Выбрать из перечисленных объектов тот, чьи электрические свойства изменяются при незначительном механическом воздействии.

5. Выделить свойства конденсатора, применимые для создания технического объекта.

6. Выделить физические величины, описывающие свойства конденсатора.

7. Записать закон, устанавливающий связь между выбранными физическими величинами.

8. Выделить физические явления, в результате которых можно менять емкость конденсатора.

9. Выделить условия, при которых возможно осуществление этих явлений в данном случае.

10. Составить принципиальную схему устройства.

11. Проверить, все ли элементы, которые обязательно должны быть в создаваемом устройстве (см. второе действие), изображены на принципиальной схеме.

12. Если результат действия одиннадцать отрицательный, внести коррективы в принципиальную схему.

13. Проверить принципиальную схему технического устройства на соответствие требованиям безопасности человека и окружающей среды.

14. Составить перечень оборудования, из которого может быть смонтировано разрабатываемое техническое устройство.

15. Составить программу действий по получению устройства для измерения малых сил с применением конденсатора.

**Пример 2.** В теме «Взаимные превращения жидкостей и газов» имеем задачу третьего типа: *для того чтобы помидоры росли и зрели, необходима температура почвы +23°C, воздуха +27°C и влажность 60%.*

*Вы живете в средней полосе России, где колебания температуры воздуха в летнее время от +17°C до +25°C днем и от +7°C до 12°C ночью. Влажность колеблется от 80 до 95%. Как обеспечить нормальные условия роста и созревания помидоров в этом климате?*

Разработаем метод ее решения, опираясь на обобщенный метод, связанный с устранением отклонений от нормы значений параметров состояния объекта.

В первом действии этого метода требуется выделить объект, параметры состояния которого должны соответствовать нормативным. В данном случае такими объектами являются почва и воздух.

Действие два можно конкретизировать: выделить нормативные параметры состояния почвы и воздуха для выращивания помидоров.

Нормативные параметры почвы: температура  $+23^{\circ}\text{C}$ , влажность — средняя. Нормативные параметры воздуха: температура  $+27^{\circ}\text{C}$ , влажность — 60%.

Конкретизируем действие три: выделить параметры состояния почвы и воздуха, отличающиеся от нормативных: температуру и влажность почвы и воздуха.

Название четвертого действия можно оставить без изменения: выделить явления, которые могут быть причиной этого отличия. Причинами этих отличий могут быть следующие явления:

- пониженная влажность почвы может возникать за счет интенсивного испарения воды (при солнце, ветре);

- пониженная температура почвы может возникать вследствие интенсивного ее охлаждения путем излучения в ночное время и испарения влаги из почвы;

- температура воздуха изменяется при изменении температуры поверхности Земли;

- влажность воздуха зависит от количества выпавших осадков и степени нагреваемости поверхности земли солнцем.

Название пятого действия можно оставить без изменения: установить, какое из явлений служит причиной отклонения от нормы значений температуры и влажности почвы и воздуха.

Действие шесть: выделить условия, при которых явления-причины изменения температуры и влажности почвы и воздуха будут сведены к минимуму.

Для исключения излучения почвы в ночное время помидоры целесообразно накрыть оболочкой с отражательной по-

верхностью. В дневное время эту оболочку нужно заменить на светопрозрачную оболочку для проникновения солнечных лучей в почву, нагревания ее, испарения влаги и конденсации паров на этой оболочке. При конденсации паров будет выделяться энергия. Для усиления этого эффекта целесообразно увлажнить почву утром. Интенсивность полива зависит от структуры почвы.

Название действий семь и восемь оставляем без изменения.

Разработана модель учебного процесса, позволяющего сделать обучение учащихся физике практически направленным. Она включает в себя виды деятельности учителя по подготовке такого учебного процесса и методики обучения учащихся обобщенным методам решения практически значимых задач. Для выполнения каждого вида деятельности выделены определенные ориентиры. Для выбора типа задачи, которую можно решать в конкретной теме, учителю нужно иметь перечень практически значимых задач, обобщенные методы их решения и виды научных знаний, необходимых для выполнения каждого действия метода. При этом рекомендуется иметь в виду следующее положение: знания, приобретенные учащимися при изучении данной темы, должны быть достаточными для выполнения всех действий, входящих в метод решения данной задачи.

Учитель должен уметь формулировать конкретные задачи, решаемые с использованием знаний по данной теме.

Для выполнения этой деятельности разработана следующая система действий: 1) выделить в формулировке задачи конечный продукт; 2) конкретизировать конечный продукт с учетом знаний, приобретаемых при изучении этой темы; 3) выделить в формулировке задачи свойства конечного продукта; 4) конкретизировать эти свойства с учетом знаний, приобретаемых в этой теме.

5) установить, в каких практически значимых для человека ситуациях используется конечный продукт с конкретизированными свойствами; 6) сформулировать цель деятельности, побуждающую к созданию конечного продукта в практически значимых ситуациях; 7) сформулировать конкретную задачу.

Следующим видом деятельности учителя по подготовке учебного процесса является разработка метода решения составленных конкретных задач. Обобщенный метод является ориентиром для планирования действий по решению конкретной задачи данного типа. Поэтому предлагается следующий «механизм» составления метода решения конкретной задачи: 1) записать название первого действия обобщенного метода без изменения; 2) записать результат выполнения этого действия; 3) записать название второго действия обобщенного метода с учетом результата выполнения первого действия; 4) записать результат выполнения второго действия; 5) записать название третьего действия обобщенного метода с учетом результатов выполнения действий один и два и т.д. При этом названия некоторых действий могут остаться без изменения, а некоторые действия могут быть представлены в виде нескольких действий.

## Подготовка учащихся к выбору профессии в процессе обучения физике

**И.В. ГАВРИЛЕНКОВА**

(г. Астрахань, МОУ СОШ № 30)

В современных социально-экономических условиях вопросы профориентации школьников вновь стали актуальными. Анализ состояния данной проблемы показал, что выпускники школ не готовы к выбору будущей профессии, а учителя физики не знают, как осуществлять

Методика обучения учащихся методам решения практически значимых задач представляет собой пять этапов.

I — мотивационный. Он необходим для того, чтобы каждый учащийся ощутил потребность в овладении методом.

II — подготовительный. На этом этапе учащиеся решают конкретные задачи определенного типа для того, чтобы произошло накопление методов решения задач одного и того же типа. Это создает условия для самостоятельного выделения учащимся обобщенного метода решения задач данного типа.

III — методологический, на котором происходят выделение и усвоение обобщенного метода.

IV этап — этап обучения учащихся составлению метода решения конкретной задачи с опорой на обобщенный метод.

V этап — полностью самостоятельное решение конкретных практически значимых задач.

Данная методика может быть реализована при следующих условиях: один и тот же тип задач должен решаться в четырех следующих друг за другом темах.

В конце изучения четвертой темы учащимся дается список практически значимых задач, которые они решают полностью самостоятельно на итоговом уроке, частично дома (V этап).

профориентационную работу на уроках в новой ситуации.

Внедрение в профессиональную деятельность человека информационных и коммуникационных технологий, компьютера привело к появлению на рынке труда множества новых профессий, а одним из

основных качеств современного специалиста стала «профессиональная мобильность», т.е. способность человека переходить из одной профессиональной области в другую и быстро в ней адаптироваться. Поэтому, чтобы правильно сделать выбор будущей профессии, ребятам необходимо иметь представление об изменениях на рынке труда, о современных требованиях к личностным качествам специалиста.

Подготовить учащихся к такому выбору на уроках физики учитель может, если организует профориентационную работу по овладению учащимися методами (способами) решения задач, общими для людей разных профессиональных сфер деятельности, с опорой на физические знания.

Мы провели анализ профессиональных задач, решаемых специалистами разных профессий (перспективных и традиционных), и установили, что общими являются задачи по передаче и обработке информации. Такие задачи являются типовыми. Метод их решения в общем виде известен (разработан Стефановой Г.П.). Он представляет собой последовательность следующих действий:

• **для задачи, связанной с передачей информации:**

- 1) установить, в какой форме должна быть принята информация;
- 2) установить, на каком материальном носителе она должна находиться;
- 3) выяснить, в какой знаковой форме находится посылаемая информация;
- 4) выяснить, на каком материальном носителе находится посылаемая информация;
- 5) установить, нужно ли изменить знаковую форму и носитель информации;
- 6) если да, то выделить явления, с помощью которых могут быть преобразованы знаковая форма и носитель при посылке из данного пункта и приеме в другом пункте. Если нет, то выделить явления,

процессы, с помощью которых посылаемая информация может быть перемещена из одного пункта в другой без изменения либо знаковой формы, либо материального носителя, либо знаковой формы и материального носителя одновременно;

7) разработать принципиальную схему устройства, позволяющего осуществить указанные явления;

8) проверить разработанную схему передачи информации на соответствие требованиям безопасности человека и окружающей среды;

9) составить перечень необходимого оборудования;

10) разработать систему действий по осуществлению посылки и приема информации по разработанной схеме;

- 11) подобрать оборудование;
- 12) смонтировать установку;
- 13) привести ее в действие;
- 14) проверить, не изменилась ли содержательная часть информации при передаче разработанным способом.

• **для задачи, связанной с обработкой информации:**

- 1) установить, в какой знаковой форме требуется представить информацию;
- 2) выделить материальный объект-носитель информации, на котором требуется ее представить;
- 3) установить знаковую форму первоначальной информации;
- 4) выяснить, на каком материальном носителе она находится;
- 5) установить, нужно ли преобразовать только знаковую форму или только материальный носитель, либо знаковую форму и материальный носитель информации одновременно;
- 6) если да, то выделить физические явления, процессы, которые позволяют выполнить эти преобразования;
- 7) разработать принципиальную схему, позволяющую реализовать выделенные физические явления, процессы;

8) проверить, соответствует ли принципиальная схема устройства требованиям безопасности человека и окружающей среды;

9) составить перечень необходимого оборудования;

10) разработать систему действий по осуществлению требуемого преобразования информации;

11) подобрать оборудование;

12) смонтировать установку;

13) привести ее в действие;

14) проверить, не изменилась ли содержательная часть информации при преобразовании разработанным способом.

Не нарушая логики и не расширяя содержания изучаемого материала, осуществлять профориентационную работу на уроках физики можно так. Согласно деятельностной теории обучения известно, что для овладения обобщенными методами решения задач учащиеся должны пройти через пять этапов: *мотивационный, подготовительный, методологический, этап планирования действий по решению конкретных задач с опорой на обобщенный метод, этап самостоятельного решения любых задач*. Для реализации каждого этапа учителю потребуются специальные дидактические средства — профессионально-ориентированные задачи (ПОЗ). Составить такие задачи можно, если выполнять следующие требования к их формулировкам: в первой части необходимо описать ситуацию, в которой действует специалист конкретной профессии, а во второй — указать область деятельности по передаче или обработке информации. Важно подобрать такие слова или словосочетания, которые бы побуждали ребенка представить себя в роли этого специалиста. Такие задачи являются одновременно и средством профессионального просвещения учащихся. Например следующие.

1. Представьте, что Вы — гидроакустик военного крейсера, устанавливаю-

щий местонахождение неизвестного объекта. Получите эти сведения на экране радиолокатора.

2. В Учебном центре по подготовке связистов Вы приобрели профессию радиста-радиолокаторщика, профессиональной задачей которого является обнаружение далеких движущихся объектов. Получите видеоизображение ракеты, пролетающей над контролируемой местностью.

3. Вы — сейсмолог, который может прогнозировать возможность землетрясения в каком-либо районе. Получите информацию о колебаниях земной коры этого района на приборах сейсмологической лаборатории.

4. Вы работаете технологом-геодезистом, составляющим карту рельефа местности. Получите изображение рельефа этой местности.

5. Вообразите себя радиоастрономом, который изучает космические объекты. Получите сведения о пролетающей вблизи Земли комете.

6. Вы — штурман, прокладывающий курс океанского судна в проливе. Передайте устную информацию о его координатах.

7. Вы оказались в Центре управления полетами в качестве оператора и должны собирать информацию, посылаемую с межпланетной станции. Получите телевизионное изображение далекой планеты, отправленное с этой станции.

Организация *мотивационного этапа*, проводимого в два этапа: перед изучением темы, в которой возможно обучать обобщенным методам решения ПОЗ, связанных с передачей или обработкой информации, и перед решением конкретных профессионально-ориентированных задач с использованием знаний изученной темы, требует создания ситуаций, в которых у школьника возникла бы потребность в разработке способа их решения. Известно, что эта потребность



у обучаемых может возникнуть только в том случае, если им предложить конкретную задачу определенного типа, решение которой вызывает трудности. Поэтому учитель предлагает учащимся выбрать для решения одну профессионально-ориентированную задачу, связанную с передачей или обработкой информации, сюжет которой бы соответствовал их первоначальному интересу к какой-либо профессии.

Например, для учащихся IX класса после изучения темы «Волны» по учебнику «Физика-астрономия» авторов А.А.Пинского, В.Г.Разумовского учитель может предложить следующий перечень задач:

1. Пусть Вы — предприниматель, имеете разрозненную сеть торговых павильонов. Вы находитесь в офисе. Передайте срочное устное сообщение в торговый павильон о поставках товара и сохраните информацию о ценах на новые товары.

2. Представьте, что Вы — референт строительной фирмы, осуществляете взаимодействие разных строительных структур. Передайте срочное устное сообщение о ходе строительных работ заказчикам.

3. Пусть Вы — налоговый инспектор, осуществляете проверку поданных налоговых деклараций. Передайте срочное устное сообщение из г. Астрахани о результатах проверки в Министерство по налогам и сборам, находящееся в Москве.

4. Вообразите, что Вы — экономист холдинговой компании и производите расчет затрат на поставку оборудования. Передайте срочное устное сообщение о замораживании денежных средств поставщикам.

5. Представьте, что Вы — инженер-конструктор, занимающийся проектными разработками двигателей самолетов. Передайте срочное устное сообщение о ходе проектных работ главному конструктору центрального конструкторского бюро (ЦКБ).

Учитель предлагает учащимся разработать метод решения выбранной задачи с опорой на физические знания. Ученики затрудняются это сделать. Это дает учителю повод сказать, что в профессиональной деятельности каждого человека постоянно возникают самые разные задачи, связанные с передачей и обработкой информации. Можно ли овладеть методом решения всех таких задач? Оказывается, можно, если разбить их на определенные группы, одна из которых будет связана с передачей информации, а другая — с обработкой информации, а затем выделить методы решения каждой группы задач. Затем учитель перечисляет в виде утверждения названия этих задач: 1) «Передача информации»; 2) «Обработка информации». При этом он подчеркивает, что выделенные задачи решаются с применением физических знаний: «При изучении физики вы приобретете знания, необходимые для решения таких задач и овладеваете методами их решения».

Для проведения *подготовительного этапа* учителю необходимо подготовить достаточное количество профессионально-ориентированных задач, формулировки которых содержат описание профессиональной деятельности разных специалистов. Задачи необходимо сгруппировать в 4–5 групп так, чтобы в каждой из них были задачи, в первой части которых описана профессиональная деятельность в соответствии с профилем обучения, принятым в данной школе, например, с гуманитарным, естественным, техническим, социально-экономическим или др. Это позволит осуществлять и *предпрофильную подготовку* учеников. На этом этапе учащиеся разрабатывают методы решения профессионально-ориентированных задач в конкретном виде, которые опираются на знания темы и такие понятия, как «информация», «знаковая форма информации», «материальный носитель информации». Некоторые представления

у школьников имеются из курса информатики. Однако мы конкретизируем эти понятия с учетом физических знаний, которые учащиеся приобретают при изучении конкретных тем школьного курса физики. Мы считаем, что это целесообразно сделать сразу после составления обзора по теме, например, после изучения темы «Электромагнитные колебания и волны», следующим образом.

**Учитель.** Ребята, мы выделили с вами знания, которые вы приобрели при изучении темы «Электромагнитные колебания и волны», но для решения профессионально-ориентированных задач, связанных с передачей информации, этих знаний недостаточно. Давайте разберемся, какие знания еще потребуются для решения профессионально-ориентированных задач, связанных с передачей информации?

Посмотрите внимательно на вторую часть задачи и ответьте на вопрос: «Что требуется осуществить специалисту в выбранной вами задаче?».

**Первый ученик.** В моей задаче референту строительной фирмы нужно передать срочное устное сообщение о ходе строительных работ заказчиком.

**Второй ученик.** А мне, как экономисту холдинговой компании, надо передать устное сообщение о замораживании денежных средств поставщикам.

**Третий ученик.** В моей ситуации предпринимателю требуется срочно отправить устное сообщение в торговый павильон о поставках товара и т.д.

**Учитель.** То есть во всех случаях необходимо передать конкретную информацию. Вспомните уроки информатики и попытайтесь сформулировать определенные понятия «информация».

(Учащиеся предлагают разные определения и участвуют в обсуждении этих определений.)

**Учитель.** Таким образом, под информацией будем понимать: сообщения о чем-

либо; сведения, которые необходимо сохранить, передать или переработать.

Что представляет собой «устное сообщение», которое необходимо передать на некоторое расстояние вам, как специалистам, в ситуациях, описанных в задачах?

**Ученик.** Устное сообщение представляет собой речь человека и состоит из звуков человеческого голоса.

**Учитель.** А как еще может быть представлена информация?

**Ученик.** Информацию можно представить в виде письменного текста, графиков, рисунков.

**Учитель.** Кроме того, информацию можно представить и в виде шифрованной цифровой таблицы, вспышек света, электрических сигналов и т.п. Представление информации в виде определенных знаков, символов сигналов называется *знаковой формой информации*.

Ребята, подумайте и ответьте на такой вопрос: «Какие материальные объекты позволяют осуществить передачу звуков человеческого голоса?»

**Ученик.** Я думаю, что голос человека «переносит» воздух, т.е. частицы воздуха.

**Учитель.** Для передачи звуков человеческого голоса необходима упругая среда, например, воздух. А если мне требуется передать письменное сообщение? На чем я могу его написать?

**Ученик.** Для того чтобы передать письменное сообщение, его нужно написать на бумаге.

**Учитель.** В этом случае говорят, что материальным носителем письменного сообщения является бумага. Приведите примеры других материальных объектов, на которых можно поместить, записать какую-либо информацию.

**Ученик.** Можно записать фильм на видеокассету или на лазерный диск.

**Учитель.** Бумагу, воздух, магнитную ленту, лазерный диск мы будем называть *материальными носителями информации*.

**Учитель.** Каждый из вас играл в игру «Испорченный телефон». Почему в этой игре возникает смешная ситуация?

**Ученик.** В результате передачи устного сообщения от одного игрока другому изменяется содержание передаваемого сообщения.

**Учитель.** Следовательно, информация характеризуется и содержанием. Для того чтобы информация не искажалась при передаче, необходимо сохранять содержание передаваемых сведений. Итак, запишем в рабочих тетрадях: «Информация — это сведения. Сведения имеют содержательную сторону, знаковую форму и помещаются на каком-либо материальном носителе».

Материальный объект, на котором находятся сведения, называется носителем информации».

Далее учитель вновь предлагает учащимся перечень задач, которые он использовал на мотивационном этапе.

По характеру выбранных задач учитель формирует группы учащихся для разработки метода ее решения. Такие группы мы называем *динамическими*, так как состав этих групп постоянно меняется в зависимости от выбираемых школьниками задач по фамильному составу учащихся и их количеству. На подготовительном этапе каждый ученик решает до 6–8 профессионально-ориентированных задач, связанных с передачей или обработкой информации, описывая каждое действие решения. Учитель фиксирует количество и состав учащихся в каждой группе.

Известно, что обобщенным методам решения типовых задач можно обучать учащихся в том случае, если есть не менее 3–4 тем, следующих непосредственно друг за другом, позволяющих решать задачи одного и того же типа. Приведем пример разработки метода решения профессионально-ориентированной задачи в конкретном виде. Рассмотрим тему «Электромагнитные волны и физические осно-

вы радиотехники»<sup>1</sup>. Знания этой темы позволяют разработать метод решения следующей профессионально-ориентированной задачи: «Представьте, что Вы работаете пейдж-оператором компании «АСТ-пейдж», осуществляете прием-передачу информации по пейджинговой связи. Передайте сообщение абоненту 2107».

Конкретизируем действия обобщенного метода решения задачи, связанной с передачей информации.

*Первым* действием этого метода требуется установить, в какой знаковой форме должна быть принята информация. Абонент 2107 получает текстовое сообщение. Во *втором* действии надо установить, на каком материальном носителе должна находиться принятая информация. В данном случае — это жидкостно-кристаллический экран пейджера. При конкретизации последующих действий (*действия 3 и 4*) выясняем, в какой знаковой форме и на каком материальном носителе находится посылаемая информация. Принятая оператором информация для передачи абоненту хранится в компьютере в закодированном виде, а именно текстовая информация преобразована в цифровую. Носитель информации — магнитный (жесткий диск компьютера). В *пятом* действии, учитывая результаты выполнения предыдущих действий, устанавливаем, что нужно изменить знаковую форму и материальный носитель. В *шестом* действии выделяем явления, с помощью которых можно преобразовать знаковую форму информации при посылке из «АСТ-пейдж» и приеме абонентом 2107. Выполняем это действие. Так как цифровая информация представляет собой различные намагниченные области магнитного носителя (покрытие жесткого диска), которые не-

<sup>1</sup> Физика: Учеб. пособие для 11 кл. шк. и классов с углуб. изуч. физики / А.Г.Глазунов, О.Ф.Кабардин, А.Н.Малинин и др. / Под ред. А.А.Пинского. — М.: Просвещение, 1995.

посредственно не могут быть посланы на большие расстояния, то эту информацию необходимо преобразовать в импульсы переменного электрического тока. Физическое явление, в результате которого при изменении магнитного поля в контуре появляется электрический ток, известно — это явление электромагнитной индукции. Суть его в данном случае состоит в том, что магнитные потоки различно намагниченных областей диска, проходя через сердечник головки (катушки), наводят в ее обмотке Э.Д.С. индукции в полном соответствии с записанной информацией. В результате этого явления в катушке создается переменный ток в виде электрических импульсов, которые могут быть переданы по проводам в Центральную станцию радиопоиска на радиопередатчик персонального радиопоиска (пейджер). Явление модуляции позволяет преобразовать электрические импульсы в высокочастотные электрические колебания. Модулированные колебания поступают в передающую антенну и излучаются в виде электромагнитных волн. Приемная антенна пейджера принимает электромагнитную волну (радиовывоз). В пейджере происходят демодуляция и преобразование низкочастотной составляющей электромагнитной волны в электрический импульс. Импульсы электрического тока, попадая на жидкокристаллический

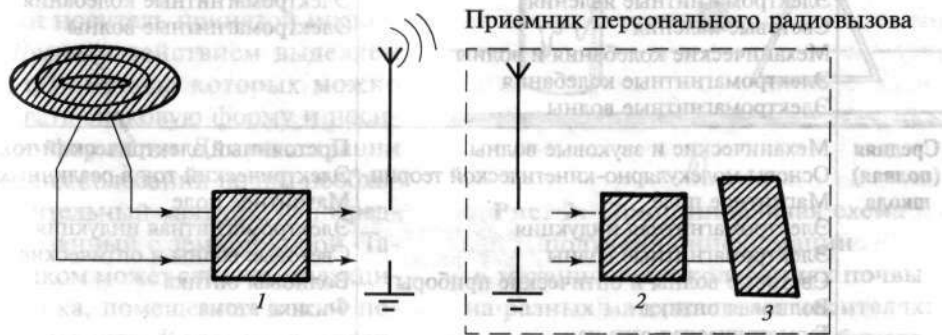
экран пейджера, изменяют цвет отдельных участков его вещества в соответствии с изменением силы тока. В результате на экране появляется текстовое изображение. Таким образом, явления, которые позволяют изменить знаковую форму и материальный носитель, таковы: явление электромагнитной индукции, переменный электрический ток, модуляция, распространение электромагнитных волн в воздухе, резонанс, детектирование, явление изменения электрических свойств жидкого кристалла под действием электрического тока.

Седьмым действием разрабатывается принципиальная схема устройства, позволяющего осуществить выбранные явления. Результат этого действия выглядит так (рис. 1).

Составим перечень оборудования, позволяющего осуществить передачу информации по разработанной схеме: компьютер, радиопередатчик, приемник персонального радиовызова (пейджер).

Десятым действием требуется разработать способ осуществления посылки и приема информации по разработанной схеме. Эта система действий следующая.

1. Преобразовать цифровую информацию, записанную на магнитном носителе, в электрические импульсы определенной силы тока.
2. Осуществить передачу электрических импульсов в модулятор по проводам.



1. Принципиальная схема передачи информации по пейджинговой связи

3. Передать модулированные электрические колебания в открытый колебательный контур.

4. Осуществить прием электромагнитных волн высокой частоты приемником персонального радиовызова (пейджером).

5. Выделить колебания требуемой частоты из полученного модулированного сигнала (осуществление детектирования).

6. Передать импульсы переменного электрического тока требуемой частоты на экран пейджера.

Действия 11–13 относятся к практической реализации передачи информации описанным способом. Осуществить эту связь на школьном оборудовании не представляется возможным. Поэтому предлагается выполнить отдельные действия этой передачи информации (3–6). Действительно, школьники XI класса при изучении данной темы осуществляют эксперименты по радиопередаче и радиоприему.

Чтобы учитель мог установить, можно ли решать профессионально-ориентированные задачи, связанные с передачей или обработкой информации или обучать учащихся обобщенным методам решения этих ПОЗ, мы предлагаем использовать ориентиры, которые включают в себя название задачи, обобщенное содержание деятельности по их решению и перечень опорных знаний, необходимых для выполнения каждого действия.

Мы выделили темы школьного курса физики, в которых возможно организовать обучение учащихся обобщенным методам решения задач, связанных с передачей или обработкой информации (табл. 1).

Предлагаем пример решения ПОЗ для учащихся IX класса после изучения темы «Электромагнитные колебания и волны» (по учебнику «Физика и астрономия», автор А.А.Пинский), связанной с передачей информации: «Представьте, что

Таблица 1

Темы школьного курса физики основной и средней (полной) школы, в которых можно решать общие типовые задачи, связанные с передачей и обработкой информации

Школа	Темы курса физики, в которых имеются возможности решать общие типовые задачи, связанные с передачей информации	Темы курса физики, в которых имеются возможности решать общие типовые задачи, связанные с обработкой информации
Основная школа	Механические явления Звуковые явления Электрические явления Электромагнитные явления Световые явления Механические колебания и волны Электромагнитные колебания Электромагнитные волны	Электрические явления Электромагнитные явления Световые явления Электромагнитные колебания Электромагнитные волны
Средняя (полная) школа	Механические и звуковые волны Основы молекулярно-кинетической теории Магнитное поле Электромагнитная индукция Электромагнитные волны Световые волны и оптические приборы Волновая оптика Геометрическая оптика Физика атома	Постоянный электрический ток Электрический ток в различных средах Магнитное поле Электромагнитная индукция Световые волны и оптические приборы Волновая оптика Физика атома

Вы — сейсмолог, который может прогнозировать возможность землетрясения в каком-либо районе. Получите информацию о колебаниях земной коры этого района на приборах сейсмологической станции».

Разработаем метод ее решения.

Первым действием необходимо установить знаковую форму принятой информации. Предположим, что сейсмологу нужно получить информацию в виде графика механических колебаний на светочувствительной бумаге. Следовательно, знаковой формой принятой информации является график — сейсмограмма, а материальным носителем — бумага, покрытая слоем светочувствительного материала. Третьим и четвертым действиями метода требуется выяснить знаковую форму и материальный носитель посылаемой информации. Устанавливаем, что материальным носителем информации является колеблющаяся почва в сейсмоопасном районе, а знаковая форма — звуки, издаваемые колеблющейся почвой. Пятым действием обобщенного метода требуется установить, нужно ли изменить знаковую форму и носитель посылаемой информации. Так как колебания почвы в районе землетрясения передаются земной корой и достигают сейсмической станции, то их необходимо представить в виде графика на светочувствительной бумаге. Поэтому нужно изменить как знаковую форму, так и материальный носитель принятой информации. Шестым действием выделяем явления, с помощью которых можно преобразовать знаковую форму и носитель этой информации. Для регистрации механических колебаний почвы необходим чувствительный маятник, непосредственно связанный с земной корой. Таким маятником может служить индукционная катушка, помещенная в поле постоянного магнита. Колебания, совершаемые постоянным магнитом вместе с

почвой, возбуждают в катушке индукционный переменный ток, который можно фиксировать. Колебания этого тока можно передавать на любое пишущее устройство. Следовательно, явления, позволяющие преобразовать знаковую форму посылаемой информации, — это явление электромагнитной индукции, переменный электрический ток. Переменный ток можно подавать на гальванометр, имеющий вместо стрелки маленькое зеркало. При помощи отраженного от него светового луча осуществляется запись колебаний на светочувствительную бумагу. В этом случае явления, позволяющие изменить материальный носитель — отражение света, химическое действие света.

Седьмым действием требуется разработать принципиальную схему такого устройства. Она представлена на рис. 2 а, б.

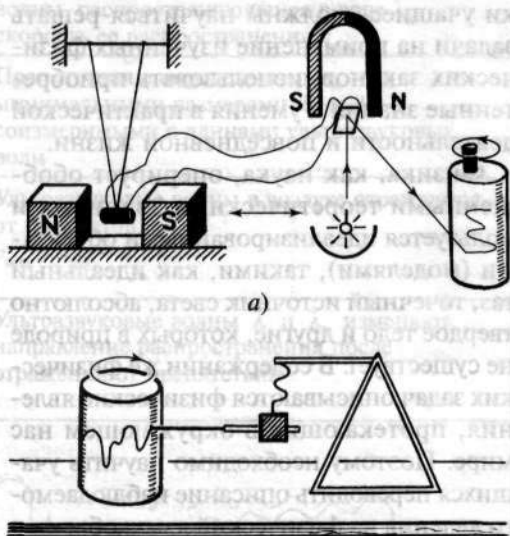


Рис. 2. Принципиальная схема получения информации

о механических колебаниях почвы на разных материальных носителях:

а — на светочувствительной бумаге, б — на бумаге

В восьмом действии устанавливаем, что разработанная схема передачи информации соответствует требованиям безопасности человека и окружающей среды. *Девятым* действием составляем перечень оборудования для разработки технического устройства: постоянный магнит, катушка, гальванометр, гальванометр с зеркалом вместо стрелки, источник света, светочувствительная бумага, миллиметровая бумага. *Десятым* действием разработаем систему действий по осуществлению передачи и приема информации по разработанной схеме:

1. Закрепляем постоянный магнит колеблющейся основе.
2. Помещаем между полюсами магнита катушку, остающуюся неподвижной относительно магнита.
3. Соединяем катушку с гальванометром.
4. Закрепляем бумагу на барабане, который вращается часовым механизмом.
5. Получаем запись механических колебаний почвы на бумаге в виде графика.

Таким образом, поставленная задача решена.

## Построение физической модели ситуации при решении физических задач

С.А.ТИШКОВА

(г. Астрахань, МОУ СОШ № 32 с углубленным изучением предметов физико-математического профиля)

При изучении школьного курса физики учащиеся должны научиться решать задачи на применение изученных физических законов, использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни.

Физика, как наука, оперирует обобщенными теоретическими знаниями и пользуется идеализированными объектами (моделями), такими, как идеальный газ, точечный источник света, абсолютно твердое тело и другие, которых в природе не существует. В содержании же физических задач описываются физические явления, протекающие в окружающем нас мире. Поэтому необходимо научить учащихся переводить описание наблюдаемого явления на физический язык: объект, о котором идет речь в задаче, заменять идеализированным объектом, а его свойства, воздействие на него другого объекта, этот другой объект, условия, при которых происходит это воздействие, выражать на языке физических величин. Другими словами, нужно научить учащихся составлять физическую модель ситуации задачи.

Для составления физической модели ситуации задачи необходимо использовать обобщенное содержание этой деятельности, которое выполняется в два этапа: сначала текст задачи разделяется на отдельные элементы, а затем каждый элемент переводится на язык физической науки. Полученная физическая модель ситуации может быть изображена графически с помощью принятых в физике условных обозначений.

Обобщенное содержание деятельности построения физической модели ситуации задачи заключается в следующем:

- 1) выделить словами текста структурные элементы физического явления в описании конкретной ситуации (материальный объект 1 и его свойства в начальном и конечном состоянии; материальный объект 2 и его свойства; воздействие и условия взаимодействия);
- 2) переформулировать на языке физической науки выделенные структурные элементы физического явления (выбрать теорию и подвести реальный объект под понятие идеализированного объекта

данной теории; выразить свойства материального объекта 1 в начальном и конечном состоянии, свойства материального объекта 2, воздействия и условия взаимодействия через физические величины и их значения);

3) изобразить графическую модель описания физического явления;

4) составить текст ситуации на языке физической науки.

Методика обучения учащихся деятельности моделирования конкретных ситуаций предполагает сначала формирование у учащихся VII–VIII классов отдельных действий, только затем обучение этой деятельности целиком в IX

**Построение физической модели ситуации**

**Задача 1**

Известно, что летучие мыши и дельфины используют эхолокацию для поиска добычи. Типичная для европейской части нашей страны летучая мышь-ушан питается насекомыми, в основном, комарами. Определите, какой минимальной длины рыбка входит в меню дельфина-афалины, если афалина и ушан используют примерно одинаковую частоту локации. Используйте тот факт, что скорость ультразвука в воде в 5 раз больше, чем в воздухе		
Структурные элементы физического явления	Выражение структурных элементов физического явления	
	Словами текста	На языке физики
МО1 и его свойства в начальном состоянии	Летучая мышь-ушан и дельфин-афалина с одинаковой частотой локации для поисков добычи	Ультразвуковые волны, распространяющиеся в воде и воздухе с одинаковой частотой $\nu$ . Длина волны, распространяющейся в воздухе $\lambda$ , скорость ее распространения $v_{\text{возд}}$ . Длина волны, распространяющейся в воде $\lambda_0$ , скорость ее распространения $v_{\text{вод}}$
МО2 и его свойства в начальном состоянии	Рыба и комар, имеющие определенные минимальные размеры	Препятствия с определенными, минимальными размерами $l_1$ и $l_2$ , соизмеримыми с длинами ультразвуковых волн
Воздействие и условия, при которых оно осуществляется	Рыба и комар попадают в зону локации. Скорость звука в воде в 5 раз больше, чем в воздухе	Ультразвуковые волны в воздухе отражаются от предметов. $v_{\text{возд}} / v_{\text{вод}} = 5$
МО1 и его свойства в конечном состоянии		Ультразвуковые волны $\lambda$ и $\lambda_0$ изменяют направление распространения после отражения от препятствий
Графическое изображение модели ситуации		
Составление текста ситуации на языке физической науки	Имеются два источника ультразвуковых волн в воде и в воздухе с одинаковой частотой локации $\nu$ для обнаружения препятствий. Установите минимальный размер препятствия в воде, если ультразвуковая волна длиной $\lambda_0$ распространяется в ней со скоростью $v_{\text{вод}}$ , а в воздухе имеет длину волны $\lambda$ и скорость распространения $v_{\text{возд}}$ . Причем $v_{\text{возд}} / v_{\text{вод}} = 5$	



классе и далее самостоятельное применение сформированного обобщенного метода для моделирования ситуаций при изучении физики в последующих классах.

Приведем образец выполнения учащимися задания, связанного с построением физической модели конкретной ситуации (задача 1).

**Решение.**

Минимальный размер обнаруживаемой добычи не может быть меньше длины ультразвуковой волны в данной среде, иначе не будет происходить дифракция волны на добыче. Пусть минималь-

ный размер добычи —  $\lambda_d$ . Найдем частоту локации:  $\nu = \frac{v_{\text{возд}}}{\lambda_m} = \frac{v_{\text{возд}}}{\lambda_d}$ .

Отсюда легко установить, что минимальные размеры добычи дельфина-афелины и мыши-ушана связаны соотношением:  $\lambda_d = \frac{v_{\text{возд}}}{v_{\text{рыб}}} \cdot \lambda_m$ .

Считая размеры комара равными примерно 3 мм, найдем минимальную величину рыбки, которую может обнаружить дельфин:

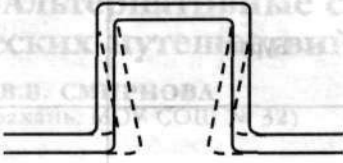
$$l_2 = 5 \cdot 3 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 1,5 \text{ см}$$

О т в е т: дельфин может обнаружить рыбку величиной в 1,5 см.

**Задача**

Недалеко от дома прокладывают новый трубопровод. Отметим одну его интересную особенность. Улица в этом месте прямая, и трубу можно было бы метров 200 вести прямо, без изгибов. Однако она образует четыре странных выступа в виде буквы П, расположенной на боку. Труба изгибается в горизонтальной плоскости и при этом не огибает никакого препятствия. Так как сторона такого выступа около 4 м, то на участке в 200 м напрасно теряется 32 м труб. На вопрос, для чего это делается, ответили, что в Астрахани перепад температур лета и зимы достигает 60°C, и это делается для компенсации теплового расширения. Но стоит ли из-за таких пустяков так резко увеличивать стоимость строительства? Оцените, какова разница длин труб зимой и летом. Какова сила натяжения проложенной летом трубы — зимой? Диаметр трубы 0,5 м, толщина стенок 0,5 см

Структурные элементы физического явления	Выражение структурных элементов физического явления	
	Словами текста	На языке физики
МО1 и его свойства в начальном состоянии	Труба, длиной около 200 м, проложенная летом. Диаметр трубы 0,5 м, толщина стенок 0,5 см	Стальной стержень длиной $L_0 = 200$ м, кольцеобразного сечения $D = 0,5$ м, $h = 0,5 \cdot 10^{-2}$ м, коэффициент линейного расширения $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5}$ 1/К, модуль Юнга при $T = 0^\circ\text{C}$ равен $E = 200 \cdot 10^9$ Па
МО2 и его свойства в начальном состоянии	Понижение температуры зимой. Разность летней и зимней температуры в Астрахани достигает 60°C	Изменение температуры окружающей среды на $\Delta T = 60$ К
Воздействие и условия, при которых оно осуществляется	Труба расширяется в результате изменения температуры	Длина стержня изменяется вследствие теплового расширения
МО1 и его свойства в конечном состоянии	Труба, линейные размеры которой изменились. Следствием этого является изменение силы натяжения зимой	Стальной стержень длиной $L < L_0$ , силы упругости зимой и летом различны

Графическое изображение модели ситуации	
Составление текста ситуации на языке физической науки	<p>Стальной стержень длиной <math>L_0 = 200</math> м, кольцеобразного сечения <math>D = 0,5</math> м, <math>h = 0,5 \cdot 10^{-2}</math> м, коэффициент линейного расширения которого <math>\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5}</math> 1/К, модуль Юнга при <math>T = 0^\circ\text{C}</math> равен <math>E = 200 \cdot 10^9</math> Па, изменяет свою длину вследствие теплового расширения. Изменение температуры окружающей среды составляет <math>\Delta T = 60</math> К. Каково изменение длины <math>\Delta L</math> стержня при изменении температуры? Какова будет сила упругости, действующая на опору стержня при таком изменении его длины?</p>

**Решение.**

Изменение длины трубы при изменении температуры окружающей среды  $\Delta T$  описывается следующим уравнением в общем виде:

$$L = L_0(1 + \alpha \Delta T), \quad \Delta L = L - L_0 \alpha \Delta T.$$

Подставляя исходные данные, получим:

$$\Delta L = 200 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 60 = 0,144 \text{ м.}$$

Разница длины трубы летом и зимой составляет 14,5 см. В сравнении с длиной трубы в 200 м это действительно пустяки!

Какова будет сила упругости, действующая на опору трубы при таком изменении ее длины? Используем закон Гука:

$$\Delta L = \frac{FL_0}{ES}$$

Отсюда находим силу натяжения трубы:

$$F = \frac{ES\Delta L}{L_0}$$

Площадь сечения трубы

$$S = \pi r^2 \approx 0,8 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2,$$

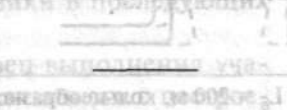
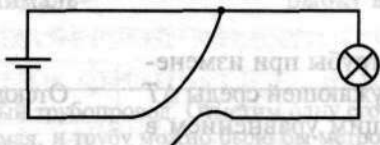
искомая сила натяжения  $F = 1,16 \cdot 10^6$  Н.

Эта сила эквивалентна весу железнодорожного вагона! Она в состоянии согнуть любую опору и может разорвать сварной шов между секциями или саму трубу. Если в нитку трубопровода включены П-образные колена, эта сила «уходит» на их сгибание и разгибание, а не на разрывание швов и расшатывание опор.

**Задача 3**

Двойной провод между пунктами А и В, расстояние между которыми 40 км, имеет сопротивление 800 Ом. Во время бурана из-за разрыва провода в электрической цепи возникло короткое замыкание. Чтобы определить расстояние до места повреждения электрической цепи, измерили напряжение и силу тока. Напряжение оказалось равным 10 В, а сила тока 40 мА. На каком расстоянии от пункта А следует искать короткое замыкание?

Структурные элементы физического явления	Выражение структурных элементов физического явления	
	Словами текста	На языке физики
МО1 и его свойства в начальном состоянии	Двойной провод между пунктами А и В имеет сопротивление 800 Ом; длина его 40 км	Двухпроводная линия длиной $l = 40$ км; $R = 800$ Ом

<p>МО2 и его свойства в начальном состоянии</p>	<p>Буран</p>	<p>Начальный размер добычи — <math>Q_0</math>. Ту локация: <math>\gamma</math></p>
<p>Воздействие и условия, при которых оно осуществляется</p>		<p>Маленькие размеры добычи дальности — <math>Q_1</math> длины и массы — <math>Q_2</math></p>
<p>МО1 и его свойства в конечном состоянии</p>	<p>Двойной провод на некотором удалении от пункта А разорвался. В месте разрыва произошло короткое замыкание. Напряжение на линии стало 10 В, а сила тока 40 мА</p>	<p>Двухпроводная линия имеет сопротивление <math>R_1 &lt; R</math>. Длина линии <math>l_1</math>. Сила тока в линии стала <math>I = 40</math> мА при напряжении на ее концах <math>U = 10</math> В</p>
<p>Графическое изображение модели ситуации</p>		
<p>Составление текста ситуации на языке физической науки</p>	<p>Двухпроводная линия длиной <math>l = 40</math> км; <math>R = 800</math> Ом после разрыва имеет сопротивление <math>R_1 &lt; R</math> и длину <math>l_1</math>. Сила тока в линии стала <math>I = 40</math> мА при напряжении на ее концах <math>U = 10</math> В. Найти ее длину <math>l_1</math> после разрыва</p>	

**Решение.**

Уравнение, описывающее физическую модель ситуации данной задачи:

$$R_1 = x l_1,$$

где  $x = \frac{R}{l}$ , а  $R_1 = \frac{U}{I}$ .

Решим эту систему уравнений относительно искомой величины  $l_1$ :

$$l_1 = \frac{IU}{R}$$

Подставляя значения физических величин, получим:  $l_1 = 12,5$  км.

**О т в е т:** короткое замыкание произошло на расстоянии 12,5 км от пункта А.

Таким образом, обобщенный метод построения физической модели ситуации задачи позволяет сформировать у учеников совершенно новые качества: они хорошо понимают, какие действия и в какой последовательности нужно выполнить, чтобы получить ответ на поставленный вопрос; приобретают прочные знания и уверенность в собственных силах. А учащиеся, верящие в свои способности разрешить поставленные перед ними задачи, более настойчивы в достижении целей, несмотря на препятствия, и более успешны и заинтересованы в глубоком овладении предметом.

## Урок на тему «Альтернативные способы космических путешествий»

В.В. СМЕРНОВА

(г. Астрахань, МОУ СОШ № 32)

Предлагаемый урок был дан в апреле 2005 года ученикам IX классов. В качестве научной основы для него использовались труды Георгия Григорьевича Полякова, профессора, доктора физико-математических наук, долгие годы преподававшего механику (в том числе небесную) в Астраханском государственном университете. Идея космических путешествий, впервые появившаяся в фантастических произведениях Э.А.По, Г.Уэльса, А.Толстого, Ж.Верна, нашла свое техническое воплощение благодаря деятельности К.Э.Циолковского, С.П.Королева и многих других, отрывочные сведения о которых мы узнаем на недавно появившихся телеканалах.

В настоящее время мысль о ракете, способной выводить полезный груз на орбиту родной Земли, доставлять этот груз на другую планету (Луну, Марс и т.п.), в том числе и выходить за пределы Солнечной системы (американский проект «Пионер») стала уже привычной. Поэтому вполне естественно знакомить с этими идеями и учащихся.

Основу урока составило рассмотрение альтернативных (может быть, и спорных) способов выведения полезного груза на орбиту Земли. В ходе его проведения были сделаны доклады о нескольких из более ста признанных космических проектов Г.Г.Полякова, основу которых составляет космический лифт. Когда материал готовился к опубликованию, вышла статья В.В.Порфирьева «О космическом лифте Ю.В.Арцутанова» (журнал «Физика», № 1, 1–15 января 2007), свидетельствующая о том, что этот вопрос вызывает большой интерес, и рассмотрение его может служить стимулом, способным разбудить фантазию девятиклассника.

**Тема урока:** «Физико-технические достижения в освоении космического пространства: реактивное движение и альтернативные способы космических путешествий».

**Девиз урока:** «Земля — колыбель разума, но нельзя вечно жить в колыбели».

**Цели урока:**

*образовательная:* подготовить учащихся к усвоению следующих знаний:

- существует движение, возникающее при отделении от тела с некоторой скоростью какой-то его части; такое движение называют реактивным;
- скорость тела, совершающего реактивное движение зависит от скорости отделяемой от него части и от отношения масс этой части и самого тела;

*развивающая:* подготовить учащихся к овладению следующими видами деятельности:

- созданию экспериментальной установки по изучению реактивного движения;
- умению работать с дополнительной литературой, анализировать биографии ученых, значение их работ для развития науки;

*воспитывающая:*

- убедить учащихся в том, что представления о физических явлениях, которые возникают в нашем сознании в результате их изучения, соответствуют действительности, т.е. являются отражением объективно существующего мира;
- знакомство с творчеством и биографиями классиков науки и техники — это средство воспитания, самовоспитания и самореализации личности;

- воспитание познавательного интереса к физике и науке в целом при изучении творчества ученых и инженеров для формирования личности учащегося.

### Ход урока

#### I. Организационный момент (2 мин.).

Проверяется готовность класса к уроку. Ученики открывают рабочие тетради и записывают число и тему урока.

Учитель сообщает цель урока.

#### II. Основная часть.

**Учитель.**

На протяжении всей первой четверти мы изучаем движение тел. Предлагаю вспомнить, что мы говорили про тело массой  $m$ , движущееся со скоростью  $V$ ? Какой физической величиной мы характеризуем это движение?

**Ученик.**

Мы говорим о том, что тело обладает импульсом.

**Учитель.** Какую физическую величину называют импульсом?

**Ученик.**

Импульс тела — это физическая величина, равная произведению массы тела на его скорость.

**Учитель.**

А если перед вами несколько тел, можно ли для них применить закон сохранения импульса?

**Ученик.**

Да. Если эта система замкнутая, для нее справедлив закон сохранения импульса: геометрическая сумма импульсов тел, составляющих замкнутую систему, остается постоянной при любых движениях и взаимодействиях тел этой системы.

**Учитель.**

С каким явлением мы познакомились на предыдущем уроке?

**Ученик.**

Мы познакомились с реактивным движением.

**Учитель.**

Дайте определение реактивного движения.

**Ученик.**

Реактивное движение — это движение тела, возникающее в результате выброса им вещества. Реактивное движение объясняется законом сохранения импульса.

**Учитель.**

На предыдущем уроке нами были организованы творческие группы, и каждая из них получила домашнее задание: изготовить прибор для демонстрации реактивного движения.

*Отчет творческих групп, демонстрация опытов.*

Первая группа (пластмассовый стаканчик и две гибкие соломинки, загнутые в противоположные стороны, стаканчик подвешен на нити к штативу).

Вторая группа (воздушные реактивные шарики с катушкой от ниток).

**Учитель.**

Что вы можете сказать, наблюдая за работой этих приборов?

Могут ли прийти в движение другие тела, если из них выбрасываются вода, воздух?

**Ученик.**

Кто впервые предложил использовать ракеты для полетов с людьми на борту?

**Ученик.**

Н.И.Кибальчич, К.Э.Циолковский.

*Заслушивается сообщение о биографии в работах Циолковского К.Э. или проводится беседа по вопросам:*

1. Кто предложил первую конструкцию ракеты на жидком топливе?
2. Что вы знаете о формуле К.Э. Циолковского?
3. Какое предложение К.Э.Циолковского открыло дорогу в космос?

**Учитель.**

Сделайте вывод о значении работ К.Э.Циолковского.

*Ученики пытаются сформулировать вывод и после обсуждения записывают его в тетрадь.*

Вариант этой записи:

- предложил первую конструкцию ракеты на жидком топливе;
- вывел формулу для определения скорости ракеты (формула Циолковского—Мещерского);
- предложил использовать в качестве рабочего вещества жидкий водород ( $H_2$ ), а в качестве окислителя — жидкий кислород ( $O_2$ );
- предложил идею создания реактивных поездов, т.е. создания многоступенчатых ракет.

**Учитель.**

Идеи К.Э.Циолковского о космических полетах были настолько смелы и оригинальны, что современники считали их утопией, и никто по достоинству не смог оценить его труд «Исследование мировых пространств реактивными приборами». Но прошло несколько лет, и интерес к проблеме ракетных двигателей возрос. В 1931 г. в России была создана Группа изучения реактивного движения (ГИРД), с 1932 г. эту группу возглавлял С.П.Королев. В 1933 г. на базе этой группы был создан Реактивный научно-исследовательский институт (РНИИ). А 17 августа 1933 г. на подмосковном испытательном полигоне Нахабино была испытана первая советская экспериментальная ракета ГИРД-09 (стартовый вес 19 кг, длина 2,4 м, диаметр 180 мм).

*Заслушивается сообщение о жизни С.П.Королева.*

**Учитель.**

Мы посетили с вами планетарий, слышали голос Ю.А.Гагарина, его речь перед стартом.

Что вы почувствовали, слушая голос Ю.А.Гагарина, дошедший до нас через десятилетия?

**Ученики.** Гордость, радость и т.д.

**Учитель.**

В Астраханском государственном университете много лет работал доктор физико-математических наук, профессор

Георгий Григорьевич Поляков. Его многочисленные и разнообразные проекты посвящены грядущему освоению человечеством Солнечной системы, причем область их применения весьма обширна, ибо простирается от кольцевых гелиоэлектростанций, движущихся вблизи Солнца, до транспортно-энергетических систем (ТЭС) у далекой двойной планеты. При этом главное внимание уделяется освоению системы Земля—Луна и большого числа более далеких от Солнца небесных гигантов. Более 90% проектов Г.Г.Полякова относятся к перспективной и быстроразвивающейся тросовой космонавтике, у которой большое будущее. Она включает в себя использование в космосе не только тросов, но также нитей, лент, труб, протянувшихся между небесными телами и орбитальными объектами.

А сейчас предлагаю заслушать отчет о проектах Г.Г.Полякова.

Третья творческая группа (возвращение грузов и космонавтов с орбитальной станции на Землю с помощью троса) (рис. 1).



**Рис. 1.** Возвращение грузов и космонавтов с орбиты на Землю с помощью троса

Сначала аппарат, состоящий из капсулы с полезным грузом (1), радиопередатчика (3) и парашютной системы (5), спускается с орбитальной станции на тросе на расчетную высоту.

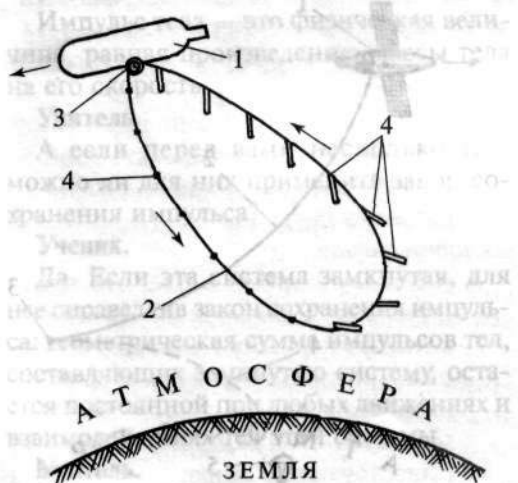
Затем он отделяется от троса и пролетает через атмосферу по баллистической траектории (4). Завершается полет плавным спуском на парашюте. Таким же методом с помощью троса в специальной капсуле могут возвращаться на Землю и космонавты.

**Учитель.**

Известно, что в недалеком будущем в космосе появятся орбитальные заводы, оранжереи и даже города, для функционирования которых потребуется много воздуха и кислорода. Доставка их на орбитальные объекты в больших масштабах с помощью ракет очень неэкономична.

Для доставки воздуха в космические города Г.Г.Поляков предложил орбитальный воздухоподъемник и космический корабль-воздухозаборщик.

Четвертая творческая группа (орбитальный воздухоподъемник).



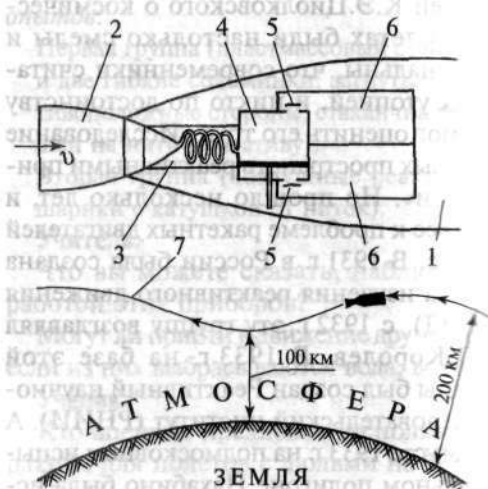
**Рис. 2.**

Орбитальный воздухоподъемник

С космической станции (1), летящей на низкой орбите на высоте 200–250 км,

в верхнюю атмосферу спускается к Земле (до 130–110 км) нижний конец орбитального конвейера (2), вдоль которого равномерно расположены контейнеры (4) (рис. 2). Он вращается электродвигателем (3), питаемым от солнечной батареи. Давление набегающего воздушного потока открывает клапаны нижних контейнеров-баллонов и наполняет их воздухом. Затем они поднимаются на бортовую станцию и там автоматически разгружаются.

Пятая творческая группа (космический корабль-воздухозаборщик) (рис. 3).



**Рис. 3.**

Космический корабль-воздухозаборщик: 1 — космический корабль; 2 — заборная воронка; 3 — теплообменник; 4 — компрессор; 5 — клапаны; 6 — баллоны; 7 — траектория маневра

Учитывая, что под орбитой находится воздушный океан, транспортировку воздуха можно реализовать с помощью специального корабля, в носовой части которого помещается воздухозаборное устройство, состоящее из последовательно соединенных заборной воронки, теплообменника, компрессора и двух баллонов высокого давления.

Сначала космический воздухозаборщик, летящий по низкой траектории, переводится на траекторию спуска в атмосферу (с помощью реактивного двигателя и погружается в довольно плотные ее слои на глубину 100 км), а затем выводится на исходную орбиту. Во время такого кратковременного нырка в плотную атмосферу включается носовое воздухозаборное устройство, которое производит забор воздуха.

\* \* \*

Если урок рассчитан на 2 ч, то можно разобрать следующие проекты:

1. Космический сачок — экологическая проблема засорения околоземного космического пространства (рис. 4).

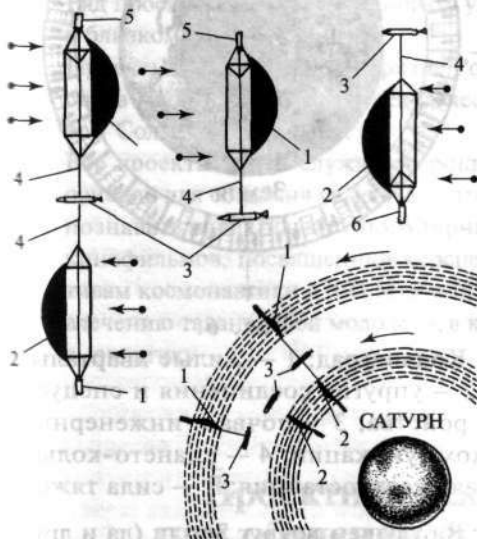


Рис. 4. Космический сачок

Как известно, степень загрязнения околоземного космического пространства элементами и осколками отслужившей космической техники постепенно возрастает и скоро может достигнуть опасных размеров. Поэтому для очистки окружающего Землю пространства от технического мусора предлагается использовать космический сачок, который состоит из орбитального буксира (ОБ)

(3), с которого вниз и вверх спущены на силовых тросах два многокилометровых устройства, напоминающих огромные сачки с мусоросборниками на свободных концах. Набегающие потоки космической пыли и газа, вращающиеся вокруг Земли, ориентируют вход верхнего сачка в сторону кругового движения ОБ, а нижнего — в обратном направлении.

Поскольку космический мусор, расположенный выше ОБ, движется с меньшими, а ниже — с большими круговыми скоростями, чем расположенные на таких же высотах элементы космического сачка, то верхний сачок будет набегать на частицы космического мусора и захватывать их, а в нижний сачок мусор станет влетать сам. После гашения пленкой сачков относительной скорости влетающих в них частиц мусора они под действием силы тяжести станут скользить вдоль соответствующего сачка и падать в верхний и нижний мусоросборники, откуда транспортные корабли доставят их на орбитальные заводы в качестве вторсырья для космического производства и строительства. ОБ позволит переводить систему из двух космических сачков с одной орбиты на другую. Возможны связки ОБ только с нижним или верхним сачком.

Особенно эффективны космические сачки поработают в метеорных кольцах планет-гигантов, вылавливая метеорное вещество как сырье для орбитальных заводов, которые могут располагаться на ОБ.

2. Самодвижущийся космический конвейер-электростанция, транспортировка грузов на орбиты с одновременным получением электроэнергии от генератора.

Устройство, показанное на рис. 5, представляет собой обычный конвейер (с электрогенератором на нижнем барабане), закрепленный на экваторе вращающегося астероида или планеты.



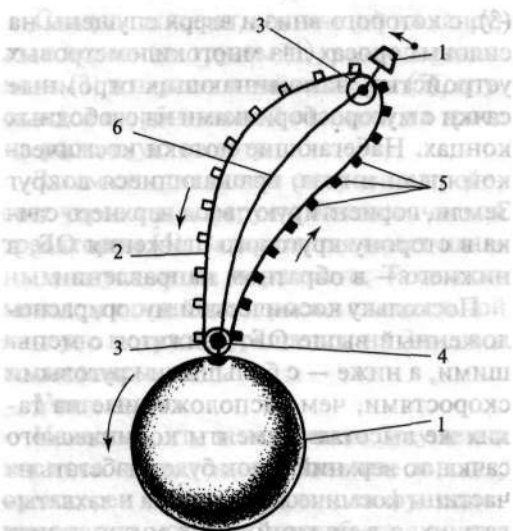


Рис. 5.

Электростанция: 1 — большой астероид; 2 — лента с контейнерами; 3 — барабаны или шкивы; 4 — электрогенератор; 5 — нагруженные контейнеры; 6 — силовой трос; 7 — накопитель

Он приводится в движение силой, являющейся разностью центробежной силы инерции (вызванной вращением) и гравитационной, которые действуют на полезную нагрузку, находящуюся в контейнерах на поднимающейся ветви конвейера. Для этого длина конвейера должна превышать некоторое критическое значение, которое составляет, например, для самого большого астероида Цереры 2210 км, а для Марса — 65 700 тыс. км. Аналогичный избыток удерживает конвейер от падения.

Транспортировка грузов на орбиты с одновременным получением электроэнергии от генератора происходит за счет кинетической энергии собственного вращения небесного тела, которая практически неограниченна. Необходимо лишь непрерывно загружать конвейер в нижней его части и совершить пусковую работу электродвигателем (в который на время превращается электрогенератор)

по подъему нагруженных контейнеров высоту большую критической за счет солнечных батарей.

Вверху же грузы станут сначала поступать в накопитель, а затем большими партиями сбрасываться на заданные гиперболические траектории и переходить на эллиптические орбиты вокруг Солнца с последующим использованием в космическом строительстве.

3. Кольцеград (рис. 6).



Рис. 6.

Кольцеград: 1 — жилые кварталы; 2 — упругие соединения и спецустройства; 3 — почва и инженерные коммуникации; 4 — плането-кольцевая электростанция;  $\vec{P}$  — сила тяжести

В будущем вокруг Земли (да и других небесных тел) станут вращаться кольцевые города, в которых будет значительная сила тяжести, но направленная не вниз, а радиально вверх от Земли. Вдоль обеих боковых стенок Кольцеграда на всем его протяжении расположатся дома, предприятия, оранжереи и т.д. между ними пройдет кольцевая дорога с электротранспортом.

Для обеспечения устойчивости кольца оно должно содержать упругие вставки и спецустройства, позволяющие ему немно-

го изменять размеры. По наружному ободу Кольцеграда пройдут инженерные сооружения и канализация, а по внутреннему — планетно-кольцевая электростанция.

**Учитель.**

Проекты и идеи Г.Г.Полякова имеют приоритетное значение для России.

За научные достижения бюро Президиума Федерация космонавтики России наградило Г.Г.Полякова Гагаринским дипломом Федерации космонавтики РФ и пятью медалями, в том числе медалью К.Э.Циолковского.

После обсуждения проектов учащиеся формулируют выводы о значении работ профессора Полякова и записывают их в тетрадь.

**Выводы:**

1. Ряд проектов можно использовать уже в близком будущем.
2. Проекты закрепляют приоритет России в грядущем освоении человеческого Солнечной системы.
3. Все проекты могут служить хорошей основой для создания увлекательных и познавательных научно-популярных кинофильмов, посвященных перспективам космонавтики в XXI веке и привлечению талантливой молодежи в космонавтику.

## Проектная деятельность учащихся при обучении физике в средней школе

**Е.Ю.БАРКОВА**

(г. Астрахань, МОУ «Гимназия № 3»)

Перед каждым учителем физики всегда стоит задача: научить применению полученных знаний по физике в реальной жизненной ситуации для решения практической проблемы, с которой человек сталкивается в быту, на производстве или на отдыхе. Широкие возможности для ее решения предоставляются ме-

4. Ознакомление с множеством оригинальных проектов будит воображение, научную фантазию и дает толчок для возникновения новых еще более интересных идей и проектов.

5. Теоретические исследования и многочисленные формулы, полученные автором для расчета тросовых систем, найдут применение при разработках других космических систем и проектов.

**Учитель.**

*Зачитывает предисловие английского ученого и писателя Артура Кларка, опубликованное к его роману «Фонтан рая».*

### III. Итог урока.

**Учитель.**

А сейчас я прошу вас ответить письменно на следующие вопросы:

1. Какие чувства вы испытали во время проведения сегодняшнего урока?
2. Что вам понравилось на уроке?

### IV. Домашнее задание § 21–23, повторить.

1. Придумать проект космических путешествий и т.д. (для желающих).
2. Современные методы и средства космонавтики.

тодом проектов — популярным педагогическим средством, позволяющим развить у школьников способности к самостоятельному познанию нового, интеграции имеющихся знаний, сформировать умения решать жизненную проблему, создать новый практически значимый продукт.

Вот почему изучением этого метода сегодня занимаются многие исследователи. Обучающимся предлагается большое разнообразие проектов, выполняемых на основе физических знаний. Анализ формулировок тем таких проектов позволил свести их к четырем типам:

1) проекты, связанные с созданием практически значимого для человека продукта с заданными свойствами, который, как правило, является новым объектом и представляет собой техническое устройство, модель, макет какого-либо реального объекта, прибор и т.п.;

2) проекты, связанные с оценкой или нахождением значений параметров свойств объектов в определенном состоянии;

3) проекты, связанные с разработкой технологии (метода) получения практически значимого продукта;

4) проекты, связанные с установлением причины явления, процесса.

Примерами проектов первого типа могут быть следующие: «Создание модели оптического прибора с заданным значением коэффициента увеличения», «Разработка универсального фонарика для пожарного»; второго типа — «Оценка тормозного пути и времени торможения автомобиля «Газель»», «Нахождение значений параметров воздушной среды в микрорайоне»; третьего типа — «Разработка метода определения жирности молока», «Разработка способов контроля качества зеркальной поверхности»; четвертого типа — «Выявление факторов, влияющих на рост кристаллов», «Почему летают птицы?».

Вместе с тем значительную часть проектов составляют те из них, которые связаны с получением нового практически значимого продукта в виде устройств, моделей, макетов, измерительных и регистрирующих систем, комплексов и т.п. или технологии (метода) получения таких продуктов, т.е. проекты первого и третьего типов. Поэтому остановимся на

содержании именно таких проектов в методах подготовки учащихся к их выполнению.

Вначале о терминологии. Под *проектом* будем понимать задание, связанное с получением нового практически значимого продукта («новым» можно считать и субъективно новый продукт). *Учебным проектом* в данном случае будем называть проект, выполняемый учащимися с применением предметных знаний в рамках учебно-познавательной деятельности. Под *методом проектов* — способ организации самостоятельной продуктивной деятельности учащихся, направленной на разработку и выполнение учебного проекта.

С чего начинать организацию проектной деятельности? С правильной формулировки темы проекта. Понятно, проекты «Триумф гравитации», «Тропа к живой воде», «Не звони мне, не звони» и т.п. выполнить невозможно, так как из их формулировок неясно, каким должен быть конечный продукт и каковы его свойства. В формулировке проектной темы должны быть указаны название деятельности, которую должен выполнить учащийся, название конечного продукта и описание его свойств, а конечный продукт должен быть практически значимым и обладать субъективной или объективной новизной. Примеры таких формулировок: «Разработка устройства для контроля микроклимата в закрытом помещении», «Разработка способов оценки полезного действия бытовых машин», «Создание гальванического элемента и оценка значения его ЭДС», «Выявление факторов, влияющих на рост кристаллов».

Многолетнее изучение проектной деятельности учащихся с применением физических знаний показало, что для успешного овладения школьниками такой деятельностью необходимо вначале научить их на уроках физики обобщен-

ным методам создания нового практически значимого для человека продукта и технологии (метода) его получения. При выделении методики обучения учащихся обобщенным методам мы учитывали, что человек сможет овладеть обобщенным методом лишь в том случае, если получит его не в готовом виде, а выделит самостоятельно. Но сначала он должен научиться осознанно выполнять отдельные действия, входящие в обобщенный метод. Таких действий несколько, и они связаны с формулированием цели деятельности (выделением конечного продукта, его свойств); выбором материала, из которого может быть получен конечный продукт; выделением физического явления (процесса или вида воздействия), которое позволит получить из выбранного материала конечный продукт, рассчитать энергетические затраты по созданию такого продукта и т.д. Для овладения отдельными действиями учащиеся выполняют специальные упражнения. Такая подготовка может начинаться в VII классе после изучения тем «Взаимодействие тел», «Давление твердых тел». Для усвоения части рассмотренных действий учащимся VII класса предлагается задание: «В предложенной ситуации сформулируйте цель деятельности: укажите название деятельности, новый продукт, его свойства. Выберите объект (тело, материал), из которого может быть получен новый продукт». К этому заданию прилагается перечень из 8–10 ситуаций. Приведем примеры ситуаций, предлагаемых учащимся в различных темах VII класса.

1. Ваш класс решил выиграть конкурс по благоустройству территории школы и задумал построить в школьном дворе фонтан, который будет действовать периодически, в особенно торжественные моменты школьной жизни. Струя фонтана должна доходить до высоты последнего этажа школьного здания.

2. Уезжая в выходные дни на дачу, вы оставляете свою морскую свинку дома. Требуется обеспечить ее на это время питьевой водой.

3. Вам необходимо вытащить гвоздь из стены, не повредив ее.

4. Любители подводной видеосъемки обязаны следить за глубиной погружения в море. Для этого нужно обеспечить их простым устройством, фиксирующим глубину погружения.

Выполнение этого задания осуществляется по программе, разработанной самими учащимися, и сопровождается пояснениями учителя: «Что нужно получить?» («Каким должен быть конечный продукт?»), «Какими свойствами должен обладать конечный продукт?», «Из какого объекта может быть получен требуемый продукт с заданными свойствами?»

Покажем программу деятельности по выполнению задания и результаты выполнения действий учащимися применительно к ситуациям 2 и 3 (табл. 1).

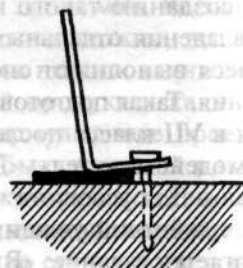
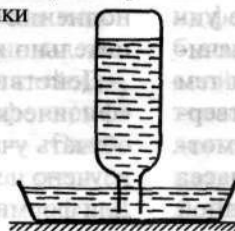
Действиям, связанным с понятием «физическое явление», целесообразно обучать учащихся с того момента, когда изучено несколько физических явлений. Для формирования действий, связанных с выделением физического явления (процесса, воздействия), в результате которого выбранный объект может быть преобразован в новый практически значимый продукт, и условий его протекания в данном случае, предлагается задание: «В предлагаемых ситуациях выделите явление (процесс, воздействие), позволяющее преобразовать выбранный объект в заданный продукт, и условия его осуществления». Рассмотрим пример ситуации и образец выполнения задания для этой ситуации.

**Пример.** Пылинка массой 1 мг, заряженная отрицательно, падает с постоянной скоростью 15 см/с в воздухе и попадает в пространство между двумя параллельными пластинами. Каким образом это достигается?

Таблица

Образец выполнения задания

Программа деятельности	Выполнение действий программы	
	Ситуация 1	Ситуация 2
1. Укажите название деятельности, которую необходимо выполнить в задании	Обеспечить морскую свинку питьевой водой	Извлечь гвоздь из стены
2. Выделите новый продукт, который необходимо получить	Устройство для обеспечения питьевой водой	Приспособление для извлечения гвоздя из стены
3. Выделите свойства нового продукта	Устройство обеспечивает автоматическую подачу воды по мере ее потребления	Приспособление не должно повредить стену
4. Выделите объект (тело, материал), из которого можно получить новый продукт	Широкий сосуд и бутылка с водой, перевернутая над ним, не касающаяся дна сосуда	Рычаг L-образной формы и плоская дощечка
5. Укажите свойства выделенного объекта, значимые для получения нового продукта	Вода выливается из бутылки, если ее уровень в сосуде ниже горлышка бутылки. Вытекание прекращается, когда вода в сосуде закроет горлышко бутылки	Уменьшается давление на стену за счет большей площади опоры



тельно расположенными заряженными пластинами. Напряженность поля между пластинами 10 кВ/м. Пылинка начинает ускоренно приближаться к одной из пластин и прилипает к ней.

Формирование действий, связанных с расчетом энергетических затрат, возможно только в определенных темах: «Механическая работа. Мощность. Энергия», «Изменение агрегатных состояний вещества», «Работа и мощность электрического тока».

После отработки всех действий, входящих в содержание методов создания нового практически значимого продукта

и технологии (метода) его получения можно перейти к следующему (второму) этапу обучения: выделению и усвоению данных методов в обобщенном виде. На отдельном уроке учитель предлагает конкретные задачи, вместе с учащимися выделяются общие действия и составляется план их решения. Учащиеся работают в группах по решению различных задач (можно организовать игровую ситуацию «Конструкторское бюро», «Проектный институт» и т.п.). Нами установлено, что это целесообразно делать после изучения темы «Тепловые двигатели» в VIII классе. В дальнейшем обучающиеся

Образец выполнения задания

Программа деятельности	Выполнение действий программы	
	Ситуация 1	Ситуация 2
1. Выделите объект 1 и его свойства в начальном состоянии	Заряженная пылинка массой 1 мг падает в воздухе с постоянной скоростью 15 см/с	Точечный заряд массой $m = 1$ мг движется равномерно и прямолинейно в воздухе со скоростью $v = 15$ см/с
2. Выделите объект 1 и его свойства в новом состоянии	Пылинка начинает ускоренно приближаться к одной из заряженных пластин и прилипает к ней	Точечный заряд массой $m = 1$ мг движется с ускорением
3. Укажите воздействующий объект 2 и его свойства в начальном состоянии	Электрическое поле параллельно заряженным пластинам	Однородное электрическое поле напряженностью 10 кВ/м, сосредоточенное между параллельными заряженными пластинами
4. Выделите физическое явление (процесс, воздействие), в результате которого происходит изменение свойств объекта 1	В электрическом поле заряженных пластин пылинка движется с ускорением и прилипает к ним	Электростатическое взаимодействие точечного заряда и электрического поля
5. Укажите условия, при которых возможно осуществление этого явления (процесса, воздействия)	Попадание пылинки в пространство между пластинами	Точечный заряд должен быть расположен в электрическом поле

самостоятельно разрабатывают методы решения практически значимых задач с опорой на обобщенные методы.

Приведем примеры задач, предлагаемых учащимся при организации второго этапа подготовки к проектной деятельности.

1. Разработайте приспособление для дыхания под водой во время подводной охоты.

2. Разработайте дорожный знак для шоссе, хорошо видимый ночью.

3. В последнее время во многих городах открываются фирменные кафе под названием «Идеальная чашка». Разработайте модель чашки, идеальной с точки зрения ее функционального назначения (выберите оптимальную форму, материал, цвет и другие характеристики).

4. Человек, наступивший на лежащие

грабли, может получить удар черенком этих граблей. Разработайте новые грабли, сохраняющие свое функциональное назначение и не имеющие других более существенных недостатков.

5. Разработайте устройство, сигнализирующее о критическом похолодании в овощехранилище.

Содержание деятельности учащихся по разработке методов решения практически значимых задач с применением физических знаний проиллюстрируем на примере задачи 5 (табл. 3).

Последний этап подготовки учащихся к проектной деятельности становится возможен после овладения обобщенными методами создания нового практически значимого продукта и технологии (метода) его получения. В большинстве случаев это достигается к IX классу, если

Т а б л и ц а

**Действия учащихся по разработке метода решения задачи 5 «Разработайте устройство, сигнализирующее о критическом похолодании в овощехранилище»**

Действия	Результат действий
1. Установить, какой продукт и с какими свойствами нужно получить	Устройство, сигнализирующее о понижении температуры внутри помещения. В создаваемое устройство должен входить ключевой элемент, состояние которого изменяется при внешнем воздействии на него
2. Выбрать объект (ключевой элемент), из которого может быть получен заданный продукт	Полупроводниковый терморезистор
3. Выделить свойства выбранного объекта, которые могут быть значимыми для создания нового продукта	Электрическое сопротивление терморезистора зависит от температуры
4. Выделить физические явления (процессы, воздействия), в результате которых выбранный объект может быть преобразован в новый продукт с заданными свойствами	Незначительное изменение температуры окружающей среды приводит к значительным изменениям сопротивления терморезистора к силы тока в цепи
5. Выделить условия, при которых возможно осуществление этих явлений (процессов, воздействий) в данном случае	Понижение температуры воздуха в помещении
6. Составить принципиальную схему установки, позволяющей получить новый продукт с заданными свойствами из выбранного материала	
7. Проверить принципиальную схему установки (технического устройства) на соответствие требованиям безопасности человека и окружающей среды	Разработанное устройство не приносит вреда окружающей среде и человеку
8. Оценить энергетические затраты по созданию нового продукта с заданными свойствами разработанным методом	
9. Составить перечень оборудования для разработки экспериментальной установки	Полупроводниковый терморезистор, источник питания, амперметр, соединительные провода
10. Составить программу преобразования выбранного материала в объект с заданными свойствами	Подобрать материалы и оборудование, собрать электрическую цепь, провести испытание, дать оценку результату

подготовку начинают осуществлять в VII классе. Поэтому в IX–XI классах учащиеся самостоятельно разрабатывают проекты с применением физических знаний. Для выполнения проектов класс делит-

ся на группы, но также могут выполняться индивидуальные и коллективные проекты. В последнем случае отдельные группы учащихся разрабатывают проекты, объединенные одной общей темой.

Вначале предлагаются несложные проекты, постепенно их сложность возрастает. Например, в старших классах школьники могут выполнить проекты: «Разработка автоматизированной системы установления числа пассажиров, пользующихся наземным общественным транспортом», «Создание устройства очистки акватории порта от нефтепродуктов», «Разработка технологии выявления утечки тепла в коммунальных теплосетях» и др.

Самостоятельное выполнение учащимися проектов состоит из следующих этапов: мотивационного, организационного, ориентировочного, исполнительского, контролирующего, презентации полученного продукта.

Мотивационный этап необходим, чтобы пробудить интерес учащихся к теме проекта, осуществить «погружение в проект». В проведении этого этапа большую роль играют профессионализм, мастерство, фантазия учителя, его умение создать интригу. Для этого учителем приводятся конкретные примеры из жизни, случаи, описанные в прессе, показываются видеофрагменты, организуется экскурсия и т.п. Иногда используется конкретный интерес учащихся к определенной проблеме, в той или иной форме проявленный детьми. Для отбора тем проектов учитываются возрастные особенности и предпочтения учащихся. Следующий этап — организационный. Учащиеся разбиваются на группы по 3–5 человек. Внутри группы распределяются роли. В каждом следующем проекте роли учащихся изменяются.

Получив задание, в формулировке которого указана цель деятельности, конечный продукт и его свойства, учащиеся разрабатывают систему действий, которую необходимо выполнить, чтобы получить новый продукт с заданными свойствами на основе усвоенных ими обобщенных методов. Данный этап называется ориентировочным.

Следующим этапом будет исполнительный. Он приводит учащихся к получению нового продукта в соответствии с разработанной программой действий. Проводится проверка соответствия свойств полученного продукта требуемым. Если созданный продукт обладает всеми качествами, заложенными в формулировке проекта, то начинается подготовка к защите проекта или презентационному этапу.

Для защиты проектов выделяется специальное время, проводятся фестивали, конкурсы, ярмарки проектов, школьные научно-практические конференции. В своем выступлении учащиеся должны не только предъявить новый продукт, но и показать процесс рождения идей, свои рассуждения, аргументацию в принятии решений, какие из применяемых знаний были получены на уроках физики, а какие усвоены из различных источников информации, т.е. предъявить рефлексию своей деятельности. Помня о том, что результатом работы учащихся над проектом для учителя является овладение способами решения проблем, учитель оценивает, прежде всего, освоение учащимися способов проектной деятельности.

Приведем фрагмент выполнения учащимися проекта с опорой на обобщенный метод. Тема проекта: «Разработка автоматизированной системы установления числа пассажиров, пользующихся наземным общественным транспортом».

1. Установлено, какой новый продукт и с какими свойствами нужно получить: автоматическая система, позволяющая считать количество пассажиров, пользующихся наземным общественным транспортом (система должна включать в себя электрическую цепь, состоящую из счетчика, ключевого элемента, состояние которого изменяется при внешнем воздействии на него, и объекта, возвращающего систему в исходное состояние).



2. Выбран объект, из которого может быть получен ключевой элемент: упруго деформированная стальная пластина, помещенная между двумя плоскими и прочными предметами и установленная на входе в транспортное средство.

3. Выделены свойства выбранного объекта, которые могут быть значимыми для создания требуемого устройства: форма пластины изменяется в зависимости от величины нагрузки.

4. Выделены физические явления (процессы, воздействия), в результате которых выбранный объект может быть преобразован в новый продукт с заданными свойствами: возникновение силы давления приведет к распрямлению пластины, которая своими концами замкнет электрическую цепь.

5. Выделены условия, при которых возможно осуществление этих явлений (процессов, воздействий) в данном случае: пассажир автобуса или троллейбуса встанет на дощечку, покрывающую пластину.

6. Составлена принципиальная схема установки, позволяющей получить новый продукт с заданными свойствами из выбранного объекта (рис. 1).

7. Проверить принципиальную схему установки (технического устройства) на соответствие требованиям безопасности человека и окружающей среды: установка безопасна, так как используется источник слабого напряжения, тело человека не соприкасается с токопроводящими частями электрической цепи.

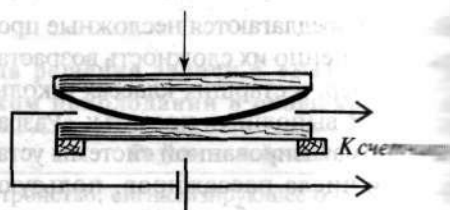


Рис. 1.

Принципиальная схема установки

8. Составлена программа преобразования выбранного объекта в новый практически значимый продукт: 1) найти необходимое оборудование; 2) закрепить пластину в согнутом положении между досками; 3) собрать электрическую цепь (на испытательном этапе можно заменить счетчик лампочкой от карманного фонарика).

В XI классе учащиеся, как правило, разрабатывают итоговые проекты, причем выполняться они могут на стыке различных предметов. В начале учебного года в кабинете физики вывешивается список тем проектов. Учащиеся могут выбрать любую из них или предложить свою тему. Все действия по разработке проектов, консультации проходят вне уроков.

Построенное описанным выше способом обучение школьников обобщенным методам создания нового практически значимого продукта и технологии (метода) его получения позволяет подготовить их к успешной проектной деятельности.

### Полезные ссылки

<http://www.astrminobr.ru> —

сайт министерства образования и науки Астраханской обл.

<http://www.aspu.ru> —

сайт Астраханского государственного университета

## Учителю о подготовке физического эксперимента

В.В.СМИРНОВ

(Астраханский государственный университет)

Каждый учитель знает, что преподавать физику без эксперимента «невозможно и даже вредно» (А.В.Перышкин). Однако подготовка опытов требует времени и умения привести приборы в работоспособное состояние и т.д. Поэтому многие учителя заменяют опыты рассказами о них или показом различных видеоматериалов. В итоге физика из науки о природе превращается в абстрактную науку, бесполезную, по мнению многих учащихся.

На основе анализа экспериментальных исследований физиков-ученых, начиная со времен Ньютона и заканчивая нашими днями, мы сформулировали следующее определение термина «экспериментальная деятельность»: экспериментальная деятельность — это деятельность по получению ответа на один из следующих вопросов (познавательных задач) с использованием экспериментальной установки:

- 1) Как воспроизвести данное физическое явление?
- 2) Зависит ли одна конкретная физическая величина от другой?
- 3) Каков вид зависимости одной конкретной физической величины от другой?
- 4) Каково конкретное значение конкретной физической величины?

Необходимость решения этих задач возникает у учителя физики при подготовке учебного эксперимента. Рассмотрим систему действий по их решению в обобщенном виде [1].

Для реализации любой из этих задач требуется создать экспериментальную установку.

Обобщенное содержание деятельности «Разработка экспериментальной установки для воспроизведения заданного явления» установлено в соответствии с целью «воспроизвести данное явление в наиболее чистом виде» и представляет собой совокупность следующих действий:

- 1) выделение элементов экспериментальной установки и обязательных свойств, которыми они должны обладать;
- 2) разработка принципиальных схем экспериментальных установок, с помощью которых можно воспроизвести определенное физическое явление;
- 3) оценка параметров элементов экспериментальной установки, по которым осуществляется взаимосвязь этих элементов;
- 4) подбор (изготовление) приборов с эксплуатационными характеристиками, соответствующими расчетным;
- 5) составление монтажной схемы и программы монтажа экспериментальной установки;
- 6) монтаж экспериментальной установки.

На этом заканчивается разработка экспериментальной установки как средства воспроизведения физического явления. Далее для воспроизведения явления с помощью этой установки необходимо:

- 7) составить программу воспроизведения явления с помощью данной экспериментальной установки;
- 8) воспроизвести явление.

Завершается всякая деятельность контролем. В данном случае необходимо установить:

- 9) действительно ли воссоздано то явление, которое было запланировано;

10) действительно ли это явление возникает вследствие воздействия выделенных объектов, а не по каким-то другим причинам.

Между действиями существует строгая логическая связь: конечный продукт каждого предыдущего действия используется в качестве предмета или средства в следующем действии.

Каждое действие имеет свой операционный состав, который выделяется на основании определенных знаний. Так, «выделение элементов экспериментальной установки и обязательных свойств, которыми они должны обладать», опирается на знание структуры любой экспериментальной установки (ЭУ). Любая ЭУ включает в себя объект исследования (ОИ), воздействующий объект (ВО), управляющие элементы (УЭ), индикаторы (Ин).

**Объект исследования** — вещественный или полевой объект, состояние или изменение состояния которого воспроизводится.

**Воздействующий объект** — тоже вещественный или полевой объект, который воздействует на объект исследования, и это воздействие является причиной изменения состояния.

К **управляющим** отнесем те элементы ЭУ, с помощью которых экспериментатор:

а) приводит в контакт (во взаимодействии) объект исследования и воздействующий объект (УЭа);

б) обеспечивает параметры начального состояния объекта исследования или существование самого объекта (если он полевой) (УЭб);

в) обеспечивает параметры начального состояния воздействующего объекта или сам объект (если он полевой) (УЭв);

г) обеспечивает специфические условия взаимодействия объектов (УЭг).

**Индикаторы** — элементы ЭУ, с помощью которых контролируется значение параметров объекта исследования; фиксируется интенсивность влияния воздействующего объекта. Индикаторы включаются в установку для получения объективных значений физической величины, описывающей изменение состояния объекта исследования или интенсивность воздействия, в отличие от субъективных оценок органами чувств человека. Чаще всего индикаторы входят в состав ЭУ. Убедиться в справедливости названного деления можно, проанализировав существующие установки со времени Ньютона до наших дней.

Проиллюстрируем это на примере хорошо известной установки для измерения ускорения свободного падения — машины Атвуда (табл. 1).

Исходя из знания общей структуры любой экспериментальной установки, можно утверждать, что операционный состав действия «выделение элементов экспериментальной установки и обязательных свойств, которыми они должны обладать», следующий:

1) выделить объект, состояние или изменение состояния которого воспроизводится (ОИ);

2) выделить другой объект, воздействие которого на объект исследования

Таблица 1

ОИ	ВО	УЭ	Ин
Груз 1	1. Перегрузок 2. Нить 3. Земля	1. Рука экспериментатора 2. Кольцевая платформа, снимающая перегрузок 3. Электромагнит 4. Груз 2 5. Блок	Секундомер, фотодатчики, электромагнит и электрическая цепь, в которую они включены

явилось причиной тех изменений, которые с ним произошли (ВО);

3) выделить элементы установки, с помощью которых объекты приводятся в контакт (УЭа).

Свойства, которыми в обязательном порядке должны обладать все элементы экспериментальной установки, «заложены» в определение воспроизводимого физического явления: свойства объекта исследования указаны в свойствах материального объекта, изменение состояния которого и является данным явлением; свойства воздействующего объекта — в свойствах второго материального объекта, воздействие которого является причиной изменения состояния первого и т.д. Поэтому понятно наличие следующих операций и знания, на которые нужно опираться при их выполнении:

4) выделить свойства объекта исследования в начальном состоянии;

5) выделить элементы установки, с помощью которых создаются свойства объекта исследования в начальном состоянии (УЭб);

6) выделить свойства воздействующего объекта до взаимодействия;

7) выделить элементы установки, с помощью которых создаются свойства воздействующего объекта (или сам объект, если он полевой) до взаимодействия (УЭв);

8) выделить специфические условия взаимодействия объектов;

9) выделить элементы установки, с помощью которых создаются специфические условия взаимодействия объектов (УЭг);

10) выделить индикатор физического явления.

Действие «Составление принципиальной схемы ЭУ для воспроизведения заданного явления» имеет следующий операционный состав:

1) установить, вещественным или полевым объектом должен быть ОИ, существенные свойства которого выделены при выполнении предыдущего действия;

2) установить, вещественным или полевым объектом должен быть ВО, существенные свойства которого выделены при выполнении предыдущего действия;

3) начертить таблицу, в которой число строк и столбцов зависит от результатов выполнения действий 1 и 2;

4) выбрать пары объектов (вещественных и полевых), при взаимодействии которых возможно осуществление данного явления (отметить крестиком в правом нижнем углу ячейки);

5) установить, должны ли быть управляющие элементы, с помощью которых создаются свойства ОИ, в начальном состоянии (УЭб);

6) предложить все возможные физические способы создания свойств ОИ в начальном состоянии (записать под таблицей);

7) изобразить в каждой ячейке ОИ и управляющие элементы, с помощью которых создаются свойства ОИ в начальном состоянии;

8) установить, должны ли быть управляющие элементы, с помощью которых создаются свойства ВО в начальном состоянии (УЭв);

9) предложить все возможные физические способы создания свойств ВО в начальном состоянии (записать под таблицей);

10) изобразить в каждой ячейке ВО и управляющие элементы, с помощью которых создаются свойства ВО в начальном состоянии;

11) установить, должны ли быть управляющими элементы, с помощью которых ОИ и ВО приводятся во взаимодействие (УЭа), и если да, то каково их назначение;

12) предложить все возможные физические способы осуществления требуемого воздействия ВО на ОИ (записать под таблицей);

13) изобразить в каждой ячейке управляющие элементы, с помощью которых можно реализовать указанные способы воздействия ВО на ОИ;

14) установить, каково должно быть назначение индикатора;

15) установить все возможные физические принципы действия индикатора изменения состояния ОИ (записать под таблицей);

16) изобразить в каждой ячейке схему связи индикатора с ОИ;

17) установить, должны ли быть в ЭУ управляющие элементы, с помощью которых нужно создать специфические условия взаимодействия (УЭг);

18) предложить все возможные физические способы создания требуемых специфических условий взаимодействия ОИ и ВО (записать под таблицей);

19) изобразить в каждой ячейке управляющие элементы, с помощью которых могут быть созданы специфические условия взаимодействия объектов;

20) проконтролировать разработанные принципиальные схемы по следующим критериям: а) не оказывают ли изображенные связи между элементами ЭУ каких-либо дополнительных влияний на состояние ОИ; б) не допускает ли выбранный способ индикации неправильного или неоднозначного толкования причин изменения состояния объекта исследования.

Экспериментальная установка для воспроизведения физического явления — основа деятельности для проведения физического исследования (для решения познавательных задач 2–4). Установки для решения этих задач — установки для воспроизведения явления, подкорректированные при последовательных ответах на следующие вопросы:

1) Какая физическая величина должна изменяться?

2) Какие физические величины должны измеряться?

3) Какие физические величины должны оставаться постоянными?

Полученные ответы побуждают к постановке следующих вопросов:

4) Какими способами можно изменить физическую величину, указанную в ответе на первый вопрос?

5) Какими способами можно изменить величины, указанные в ответе на второй вопрос?

6) Какими способами можно оставить неизменными величины, указанные в ответе на третий вопрос?

В итоге обобщенный метод создания экспериментальной установки для проведения физического исследования можно представить в виде следующей системы действий:

1) выделить явление, которое нужно воспроизвести;

2) определить это явление;

3) выделить в определении явления обобщенные знания о взаимодействующих объектах, воздействии, условиях взаимодействия объектов и результате этого взаимодействия;

4) установить, какие структурные элементы должны быть в ЭУ, воспроизводящей данное явление, и какими свойствами они должны обладать в обязательном порядке;

5) составить принципиальную схему ЭУ;

6) выяснить:

— какую величину нужно изменять;

— какие величины нужно измерять;

— какие величины нужно оставить постоянными;

— какими способами можно изменять выделенную величину;

— какими способами можно измерить указанные величины;

— какими способами можно сохранять значение выделенных величин постоянными;

7) выбрать вариант принципиальной схемы ЭУ, разработанной для воспроизведения данного явления, который будет наиболее удобным для проведения исследования;

8) внести в принципиальную схему ЭУ коррективы, позволяющие практически

реализовать сформулированные способы изменения величины, измерения величин и сохранения значений величин постоянными.

После создания экспериментальной установки можно спланировать свои действия по поиску ответа на ту или иную познавательную задачу. Обобщенный метод планирования действий по решению познавательной задачи № 1 можно представить в виде следующей системы действий:

1. Привести в действие управляющие элементы, с помощью которых создаются свойства ОИ (или сам объект) в начальном состоянии.
2. Привести в действие управляющие элементы, с помощью которых создаются свойства ВО (или сам объект) в начальном состоянии.
3. Зафиксировать начальное показание индикатора.
4. Привести ВО в контакт с ОИ.
5. Зафиксировать показание индикатора.
6. Установить, свидетельствуют ли показания индикатора о возникновении запланированного явления.

Решение ПЗ № 2 «Установить, зависит ли ... величина от ... величины?» осуществляется в следующей исходной ситуации: разработана и смонтирована экспериментальная установка, позволяющая воспроизвести определенное явление и измерить те величины, между которыми должна быть установлена зависимость.

Чтобы сформулировать ответ на познавательную задачу «зависит ли одна конкретная физическая величина от другой?», необходимо иметь перед глазами результаты измерения обеих величин для нескольких (обратите на это внимание!) объектов исследования. Затем надо выбрать способ фиксирования экспериментальных данных. Как правило, это табличный способ: в верхней строке таблицы указываются значения независимой

переменной, а в нижней — зависимой переменной.

Дальнейшие действия связаны с приведением объекта исследования и воздействующего объекта во взаимодействие, приданием значения независимой переменной и фиксированием ее значения и значения зависимой переменной. Далее независимая переменная должна быть изменена, зафиксировано ее значение и значение зависимой переменной. Изменение независимой переменной должно быть осуществлено не менее трех раз.

Полная система действий по решению познавательной задачи № 2 «Зависит ли физическая величина, описывающая интенсивность явления, от величины, описывающей интенсивность воздействия?», выглядит следующим образом:

- 1) выбрать конкретные объекты исследования (не менее трех);
- 2) выяснить, какая из измеряемых величин будет независимой, а какая — зависимой переменной;
- 3) выбрать способ фиксирования экспериментальных данных. Если это табличный способ, то необходимо подготовить таблицу, состоящую из двух строк: в первой строке указать независимую переменную — величину, описывающую интенсивность воздействия, во второй — зависимую переменную — величину, описывающую интенсивность явления;
- 4) зафиксировать свойство объекта исследования в начальном состоянии;
- 5) привести воздействующий объект в контакт с объектом исследования (осуществить воздействие);
- 6) зафиксировать интенсивность явления и интенсивность воздействия (занести в таблицу);
- 7) привести объект исследования в первоначальное состояние;
- 8) изменить интенсивность воздействия;
- 9) зафиксировать интенсивность явления и интенсивность воздействия и вновь занести в таблицу;

10) проделать действия 7)–9) не менее трех раз;

11) сформулировать ответ на познавательную задачу № 2 в качественном виде: величина ... зависит (не зависит) от ... величины: при увеличении (уменьшении) ... величины величина ... увеличивается (уменьшается) для объекта исследования, с которым проводился эксперимент;

12) действия 3)–11) выполнить с другими объектами исследования;

13) сравнив ответы на ПЗ № 2 для всех объектов исследования, сформулировать общий ответ на ПЗ № 2 в качественном виде: величина ... зависит (не зависит) от ... величины: при увеличении (уменьшении) ... величины величина ... увеличивается (уменьшается).

При выполнении этой системы действий осуществляется прямое измерение физических величин. Понятно, что зафиксированные значения физических величин не являются точными. Однако для получения ответа на поставленную познавательную задачу достоверное значение физических величин знать не нужно — ответ формулируется на качественном уровне. Поэтому никаких расчетов погрешностей измерений при решении данной познавательной задачи проводить не нужно.

Самым распространенным методом установления вида зависимости между физическими величинами (познавательная задача № 3) является графический, при котором строится график зависимости одной величины от другой: по оси абсцисс откладывается значение независимой переменной, а по оси ординат — значение зависимой переменной. Однако построение графиков по результатам физических исследований отличается от построения графиков в математике тем, что все значения физических величин — значения приблизительные. При проведении экспериментов всегда есть неконтролируемые параметры, которые изме-

няются по неизвестным экспериментатору причинам и вносят свой вклад в формирование значения физической величины: несовершенство приборов, чувствительности органов чувств, влияние внешних факторов (толчки, изменение температуры, электрические и магнитные поля и т.п.), изменение самого измеряемого объекта, приближенный характер метода, округления при отсчетах и вычислениях и др. Причины, приводящие к погрешностям, неизбежны. Поэтому неизбежны и сами погрешности. Следовательно, бессмысленно пытаться получить при измерениях абсолютно точный результат. **Следует помнить:** любые измерения физических величин производятся с погрешностями. Поэтому при построении графиков по результатам физических исследований нельзя указывать точку на плоскости. Должна быть указана область (интервал), внутри которой находится достоверное значение этой величины. Эта область задается значением абсолютной погрешности измерения.

Чтобы вычислить абсолютную и относительную погрешности, необходимо опираться на определенные знания и уметь выполнять определенные действия: находить поправки, случайную погрешность, инструментальную (приборную) погрешность, погрешность отсчета погрешность вычисления, полную погрешность прямого измерения.

**В итоге при поиске ответа на познавательную задачу № 3 необходимо выполнить следующую систему действий:**

1. Составить систему действий по получению и обработке результатов измерений независимой и зависимой переменных.

2. Составить систему действий по построению графика зависимости между этими переменными.

3. Выбрать ОИ № 1 и выполнить все спланированные в п. 1 и 2 действия.

4. Подобрать известную в математике

функциональную зависимость, график которой похож на экспериментальную кривую.

5. Записать математически эту функциональную зависимость для данного конкретного объекта, с которым проводится эксперимент, и сформулировать ответ на поставленную познавательную задачу для объекта исследования № 1.

6. Изменить объект и выполнить с ним ту же систему действий 1 и 2 (и так не менее трех раз).

7. Сформулировать функциональную зависимость между величинами в обобщенном виде.

Экспериментальное нахождение конкретного значения конкретной физической величины (решение познавательной задачи № 4) может осуществляться в двух ситуациях: метод нахождения указанной физической величины неизвестен и метод нахождения данной величины уже разработан. В первой ситуации возникает потребность в разработке метода (системы действий) и подборе оборудования для его практической реализации. Во второй ситуации возникает потребность изучить этот метод, т.е. выяснить, какое оборудование должно быть использовано для практической реализации этого метода и какова должна быть система действий, последовательное выполнение которой позволит получить конкретное значение конкретной величины в конкретной ситуации. Общим для обеих ситуаций является выражение искомой величины через другие величины, значение которых можно найти прямым измерением. Говорят, что в этом случае человек осуществляет косвенное измерение.

Значения величин, найденных косвенным измерением, являются неточными. В связи с этим в систему действий по решению познавательной задачи № 4 обязательно должны входить действия по расчету погрешностей.

Наиболее распространенными методами нахождения погрешностей косвенных измерений являются метод границ погрешностей и метод границ, которыми ученики должны овладеть к окончанию школы.

Рассмотренное выше свидетельствует о том, что для проведения косвенных измерений нужно знать:

1) значения каких величин нужно найти прямым измерением;

2) какими приборами нужно воспользоваться для нахождения значения этих величин;

3) какое физическое явление нужно воспроизвести, чтобы появилась возможность измерить указанные величины с помощью подобранных приборов.

Ответ на первый вопрос может быть дан после того, как будет составлена формула, в которой искомая величина выражена через величины, значения которых могут быть найдены прямыми измерениями. Система действий по составлению формулы для нахождения значения искомой величины (действие № 1) — это совокупность следующих действий:

1) выписать все формулы, в которые входит искомая величина;

2) выразить искомую величину через другие величины, входящие в формулы;

3) установить, все ли величины, входящие в формулу для нахождения значения искомой величины, могут быть найдены прямым измерением. Выделить те из них, которые нуждаются в выражении через другие величины;

4) выразить в формуле для нахождения значения искомой величины все величины через другие, значения которых могут быть найдены прямым измерением, и «смонтировать» общую формулу;

5) выделить те формулы, в которых значения имеющихся в них величин могут быть найдены с помощью имеющихся в лаборатории приборов;

6) из формул, выбранных в результате



выполнения действия 5, выбрать те, по которым значение искомой величины может быть найдено наиболее коротким путем.

Результат выполнения перечисленных выше действий содержит ответ и на второй, и, частично, на третий вопросы: становится ясным, какими приборами нужно пользоваться, чтобы найти значения величин прямым измерением, и какое явление нужно воспроизвести. Поэтому естественно после составления формулы выполнение следующих действий:

1. Разработать принципиальную схему ЭУ, позволяющую найти прямым измерением все величины, входящие в общую формулу.

2. Подобрать приборы, которые целесообразно использовать в данной установке.

3. Смонтировать экспериментальную установку для экспериментального нахождения значения искомой величины.

4. Составить перечень действий, последовательное выполнение которых позволит найти конкретное значение физических величин прямыми измерениями.

5. Найти значение каждой величины.

6. Найти полную абсолютную погрешность каждого прямого измерения.

7. Записать значение каждой величины с учетом полной абсолютной погрешности измерения.

8. Выбрать метод нахождения значения и погрешности измерения искомой величины.

9. Найти значение искомой величины.

10. Вычислить абсолютную и относительную погрешности косвенного измерения искомой физической величины.

11. Записать результат измерения с указанием абсолютной и относительной погрешности.

В школьной практике при решении четвертой познавательной задачи обычно используются уже разработанные методы. Система действий по изучению описанного метода нахождения конкретного

значения конкретной физической величины следующая:

1. Уточнить цель метода:
  - а) как объект исследования;
  - б) значение какой физической величины требуется найти;
  - в) какое свойство объекта исследования должно быть оценено конкретным значением этой физической величины.
2. Установить, какова физическая основа предлагаемого метода:
  - а) каково должно быть начальное состояние объекта исследования;
  - б) какие воздействия на объект исследования должны быть оказаны каким воздействующим объектом;
  - в) при каких условиях должно происходить взаимодействие объекта исследования и воздействующего объекта;
  - г) какие физические явления происходят с объектом исследования в результате воздействий;
  - д) указаны ли на принципиальной схеме объект исследования в начальном состоянии, воздействующий объект, управляющие элементы, с помощью которых осуществляется взаимодействие объектов и обеспечиваются условия взаимодействия; индикатор физического явления, происходящего с объектом исследования;
  - е) какая формула составлена для нахождения конкретного значения искомой физической величины;
  - ж) какие величины должны быть найдены прямым измерением;
  - з) указаны ли на принципиальной схеме приборы для прямого измерения значений этих величин;
  - и) какие величины при проведении экспериментов должны оставаться постоянными;

к) какие дополнительные элементы введены в ЭУ для того, чтобы указанные величины оставались постоянными.

3. Установить, какое оборудование предлагается использовать для практической реализации данного метода:

- какой прибор (материал, тело) предлагается взять в качестве объекта исследования;
- как обеспечиваются свойства объекта исследования в начальном состоянии;
- какой прибор (материал, тело) предлагается взять в качестве воздействующего объекта;
- как обеспечиваются свойства воздействующего объекта в начальном состоянии;
- какие элементы установки позволяют привести в контакт объект исследования и воздействующий объект;
- какие приборы используются в качестве индикаторов и как они связаны с объектом исследования и воздействующим объектом.

4. Выяснить, какие действия и в какой последовательности рекомендуется выполнять при реализации данного метода с

данной экспериментальной установкой (составить по описанию систему действий, последовательное выполнение которых позволит получить конкретное значение искомой физической величины).

5. Проверить формулировку и логику выполнения этих действий по следующим критериям: 1) в названии действия должен быть указан конечный продукт; 2) конечный продукт каждого предыдущего действия должен использоваться в качестве предмета или средства при выполнении следующего действия. В случае несоответствия этим критериям предложенной системы действий составить систему действий самостоятельно.

Перечисленные выше обобщенные методы проведения физических исследований должны являться основой, в соответствии с которой каждый учитель может самостоятельно спланировать свои действия по решению конкретной познавательной задачи.

### Литература

- Анофрикова С.В., Стефанова Г.П., Смирнов В.В. Введение в практикум по общей физике. — Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2006.

## Экспериментальные исследования свойств проводников и диэлектриков в электростатическом поле

И.А. КРУТОВА

(г. Астрахань, МОУ СОШ № 32 с углубленным изучением предметов физико-математического профиля)

При изучении темы «Проводники и диэлектрики в электростатическом поле» в X классе ученики должны усвоить следующие физические знания:

- электростатической индукцией называется явление перераспределения свободных зарядов внутри проводника при внесении его в электростатическое поле, в результате чего одна часть про-

водника заряжается положительно, другая отрицательно;

- поляризацией диэлектрика называется явление перераспределения связанных зарядов при внесении диэлектрика в электростатическое поле, в результате чего противоположные концы диэлектрика заряжаются равными по модулю, но противоположными по знаку зарядами;

• индуцированные заряды можно отделить друг от друга; поляризационные заряды отделить друг от друга нельзя.

Как достичь этой цели?

Для начала необходимо создать у школьников потребность в получении этих знаний. Делаю это на уроке следующим способом: воспроизвожу хорошо известное ученикам явление электризации тел трением. Для того чтобы убедиться в том, что тело приобретает заряд, используем различные индикаторы: мелкие кусочки бумаги, струйку воды, станиолевую гильзу, подвешенную на шелковой нити. Прошу учеников объяснить, почему изначально электрически нейтральные тела притягиваются к заряженному телу? Школьники испытывают затруднение при объяснении этого факта, так как он находится в кажущемся противоречии с имеющимися у них знаниями о том, что притягиваются только разноименно заряженные тела. Таким образом, возникает вопрос, формулируемый в виде познавательной задачи «Какие явления происходят с проводником и диэлектриком при помещении их в электростатическое поле?» Решаем эту задачу путем теоретических рассуждений, при этом необходимо выполнить следующие действия.

1. Построить модель внутреннего строения проводника и диэлектрика. (Ученики изображают атомы, свободные электроны и положительные ионы в виде структурных частиц проводника и полярные или неполярные молекулы в виде структурных частиц диэлектрика.)

2. Смоделировать поведение структурных частиц проводника и диэлектрика при помещении их в электростатическое поле.

(Ученики предсказывают следующие микроявления: перемещение свободных электронов проводника по направлению к положительно заряженному телу, создающему электрическое поле; деформацию моле-

кул неполярного диэлектрика, превращение их в полярные и ориентацию последних вдоль силовых линий электрического поля; ориентацию диполей полярного диэлектрика вдоль силовых линий электрического поля.)

3. Предположить, к каким явлениям на макроуровне может привести изменение характера расположения и движения структурных частиц проводника и диэлектрика.

(Ученики предсказывают, что одна часть проводника заряжается положительно, другая отрицательно; противоположные концы полярного и неполярного диэлектрика заряжаются равными по модулю, но противоположными по знаку зарядами.)

Полученные теоретические предсказания нуждаются в экспериментальной проверке. Предлагаю ученикам обдумать и выдвинуть идею эксперимента. Десятиклассники предлагают разделить обрезок в электростатическом поле на две части, вынести обе части из поля и проверить, заряжены ли они.

Вместе с учениками составляем программу проведения эксперимента:

1) создать однородное электростатическое поле между пластинами плоского конденсатора, зарядив его от электрофорной машины;

2) соединить две металлические полусферы, держа их за изолирующие ручки и внести их в таком положении в поле конденсатора;

3) оставляя полусферы между пластинами конденсатора, удалить их друг от друга на расстояние 1–2 см и осторожно вынести из поля (не допускать касания с пластинами конденсатора) (рис. 1);

4) коснуться поочередно сначала одной полусферой, затем второй шара электрометра.

Проводим эксперимент в соответствии с описанной программой. Получаем следующий результат: от первого каса-

ния стрелка электрометра отклоняется, от второго касания — падает до нуля. Значит, обе части проводника в электростатическом поле зарядились зарядами противоположных знаков и заряды эти равны по величине.



Рис. 1

Проводим аналогичный опыт с диэлектрическими полусферами. Обнаруживаем, что на разделенных частях диэлектрика заряда нет. Значит, объемного заряда на диэлектрике не возникает.

Далее наблюдаем ориентацию стерженьков из диэлектрика в электростатическом поле. Для этого на прутья решетки (можно использовать поляризационную решетку из комплекта приборов для изучения свойств электромагнитных волн) на шелковых нитях подвешиваю стеклянные палочки диаметром  $d = 5$  мм, длиной  $L = 5-7$  см и вношу их в пространство между пластинами плоского конденсатора. Если пластины конденсатора не заряжены, палочки ориентируются произвольно. Медленно вращая электрофорную машину, электризуя пластины конденсатора — стеклянные палочки ориентируются вдоль поля и устойчиво удерживаются в таком положении, упруго покачиваясь около положения равновесия (рис. 2).

Ученики делают вывод о том, что диэлектрик в электростатическом поле не остается электрически нейтральным, противоположные концы стеклянной палочки заряжаются противоположно по знаку зарядами.

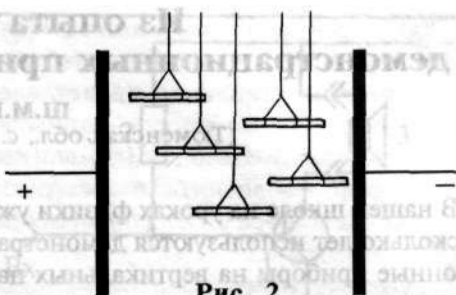


Рис. 2

*Рекомендации по подготовке элементов экспериментальных установок, воспроизводящих явления электростатической индукции и поляризации диэлектрика:*

1. Две металлические полусферы можно изготовить, разрезав по окружности большого круга один из металлических шаров из набора к демонстрационным электрометрам. Для этой же цели можно использовать две металлические баночки из-под детского питания, закрепив каждую из них на стеклянной ручке-держателе.

2. Две полусферы из парафина можно изготовить, если использовать металлическую полусферу как форму для литья детали из парафина. В парафин вставляются стеклянные трубки в качестве ручек-держателей.

3. На рис. 3 изображен способ крепления стеклянных палочек, обеспечивающий их устойчивое горизонтальное положение (так называемый бифилярный подвес).

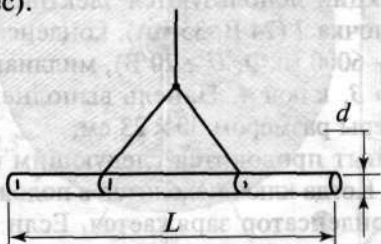


Рис. 3

4. Чтобы избежать электростатического «эффекта острия», края нарезанных палочек следует оплавить на пламени спиртовки.

## Из опыта изготовления демонстрационных приборов по электродинамике

Ш.М.ИБАТУЛИН

(Тюменская обл., с. Казым, школа-интернат)

В нашей школе на уроках физики уже несколько лет используются демонстрационные приборы на вертикальных панелях (изготавливаемые на занятиях технического кружка). Панель делается из листа фанеры и закрепляется на ножках. Использование таких приборов значительно сокращает время демонстрации физического явления (или какого-либо устройства), повышает ее эффективность, поддерживает интерес ребят к предмету. Устройство наглядно. Оно располагается на вертикальной панели, проводники и детали хорошо видны учащимся. После демонстрации оно занимает свое место в постоянной выставке самодельных приборов, которая размещается в витринах на боковой и задней стенах класса. Ребята на переменах еще много раз подходят к этим приборам, вспоминают, как они действуют. Об одном из таких приборов (генераторе на транзисторе) уже была статья в журнале<sup>1</sup>. Ниже приводятся примеры других приборов на вертикальных панелях.

**Прибор для демонстрации энергии заряженного конденсатора** (рис. 1). В его конструкции используются электрическая лампочка 1 (24 В, 35 мА), конденсатор 2 (100–6000 мкФ,  $U \geq 20$  В), миллиамперметр 3, ключ 4. Панель выполнена из фанеры размером 30 × 23 см.

Опыт проводится следующим образом. Когда ключ находится в положении а, конденсатор заряжается. Если ключ перевести в положение б, конденсатор разряжается. При этом лампочка горит достаточно долго с убывающим свечением, а миллиамперметр регистрирует

уменьшение силы тока. Проводя конденсаторами различной емкости, наблюдаем различие в длительности горения лампочки. Если емкость конденсатора не известна, то по показаниям миллиамперметра можно определить приблизительно емкость конденсатора.

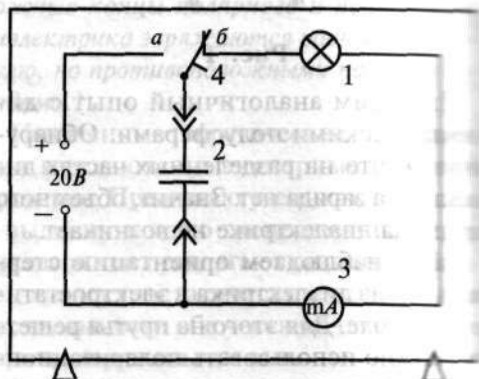


Рис. 1

**Прибор для демонстрации устройства и работы электромагнитного реле.** Прибор достаточно прост в изготовлении. Его устройство и принцип работы понятны из рис. 2, где 1 — электромагнит, 2 — якорь, 3 — контакты нормально разомкнутые, 4 — резиновый наконечник, 5 — розетка для подключения (например настольной лампы).

Размер панели 30 × 23 см, все проводники имеют резиновую изоляцию.

**Прибор для демонстрации работы транзистора.** Конструкция прибора представлена на рис. 3, где 1 — транзистор (МП-41), 2 — резистор ( $R = 47$  кОм), 3 — телефон ( $2 \times 1600$  Ом). Панель имеет размер 18 × 12 см.

При проведении опыта подключается телефон к звуковому генератору. Регули-

<sup>1</sup> Физика в школе. — 2002. — № 3. — С. 36.

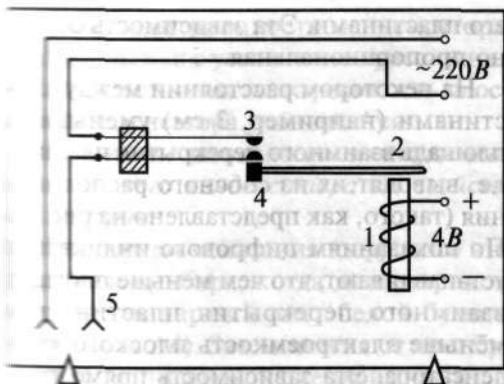


Рис. 2

громкости устанавливаем сигнал этого уровня, чтобы звук был на пределе слышимости. Затем звуковой генератор соединяем с входом (Вх) схемы, а

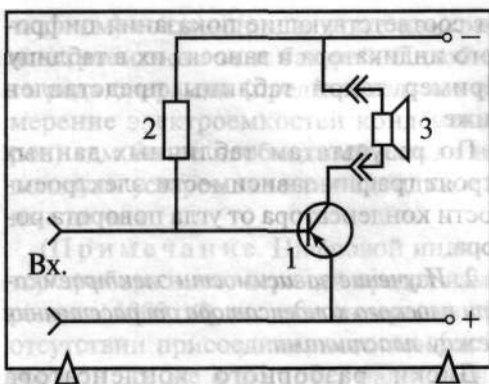


Рис. 3

телефон — с выходом. Подключаем питание. Телефон выдает достаточно громкий звук — транзистор усиливает сигнал, подаваемый на базу.

## Пособия для демонстраций по электродинамике

**В.Ф.ШИЛОВ**

(г. Москва, ИСМО РАО РФ)

**Конденсатор переменной электроемкости с цифровым индикатором.** Прибор (рис. 1) смонтирован в виде коробки размером 210 × 210 × 30 мм. На ее передней стенке размещены статор 1 конденсатора (по образующей которого нанесена градусная шкала), ротор 2 (с ручкой поворота 3 и «клювиком» на ней), цифровой индикатор емкости 4 и его переключатель 5, гнездо разъема 6 для питания на электронную схему индикатора. На верхней стенке коробки заделаны два гнезда 7 для подключения внешних конденсаторов.

К прибору прилагается адаптер (выдаваемые параметры: 12 В, 0,3 А) для питания электронной схемы. С прибором можно провести следующие опыты.

1. Изучение зависимости электроемкости конденсатора от угла поворота ротора.

На прибор подают питание, с помощью переключателя 5 цифровой инди-

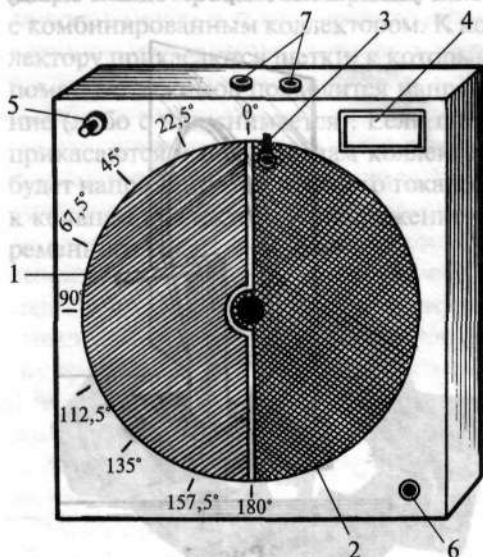


Рис. 1

катор 4 подключают к конденсатору переменной емкости. Поворачивая ручку 3, отмечают угол поворота ротора, снима-

ют соответствующие показания цифрового индикатора и заносят их в таблицу. Пример такой таблицы представлен ниже.

По результатам табличных данных строят график зависимости электроемкости конденсатора от угла поворота ротора.

**2. Изучение зависимости электроемкости плоского конденсатора от расстояния между пластинами.**

Диски разборного конденсатора (рис. 2) устанавливают на изолирующих штативах (рис. 3) и с помощью зажимов «крокодил» проводами соединяют их с гнездами 7 прибора, показанного на рис. 1. Переключатель 5 на приборе для измерения электроемкости внешнего конденсатора.

Начиная с расстояния 20 см между дисками, их сближают и наблюдают за увеличением показаний цифрового индикатора. Устанавливают, что электроемкость плоского конденсатора увеличивается с уменьшением расстояния между

его пластинами. Эта зависимость прямо пропорциональна.

На некотором расстоянии между пластинами (например, 3 см) уменьшают площадь взаимного перекрытия, т.е. выводят их из соосного расположения (такого, как представлено на рис. 3). По показаниям цифрового индикатора устанавливают, что чем меньше взаимного перекрытия пластин, тем меньше электроемкость плоского конденсатора. Эта зависимость также пропорциональна.

Зависимость электроемкости конденсатора от расстояния между пластинами можно изучать и иначе, а именно следующим образом. Кладут на горизонтальную пластину лист белой бумаги (форматом А4), а на него — другую пластину и фиксируют показания цифрового индикатора (в пикофарадах). Опыты повторяют с несколькими (двумя, тремя и т.д.) листами бумаги. Устанавливают, что чем больше листов бумаги находится между пластинами конденсатора, тем

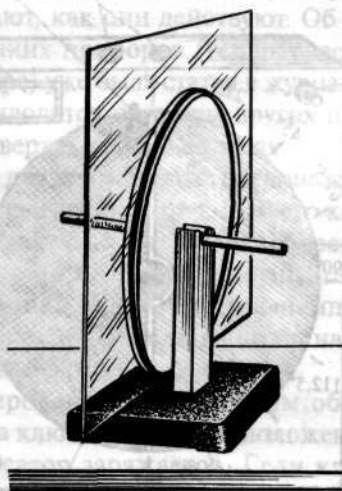


Рис. 2

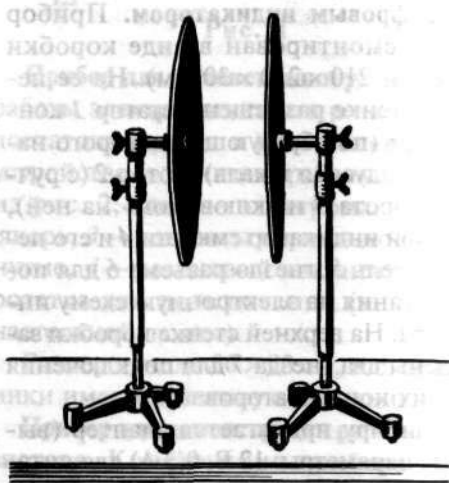


Рис. 3

Таблица

Угол поворота, град	0	22,5	45	67,5	90	112,5	135	180
Показания индикатора, пФ	9	75	132	170	195	225	276	510

меньше емкость конденсатора. Делают вывод: с увеличением расстояния между пластинами емкость плоского конденсатора уменьшается.

3. Изучение зависимости емкости плоского конденсатора от свойств диэлектрика.

Фиксируют показания цифрового индикатора прибора, когда диэлектриком служит одинарный лист белой бумаги (форматом А4). Затем заменяют лист бумаги полиэтиленовой пленкой аналогичного формата и снова записывают показания прибора. По справочнику определяют, каковы диэлектрические проницаемости используемых материалов, и находят, что емкость конденсатора прямо пропорциональна диэлектрической проницаемости диэлектрика.

Результаты этих опытов позволяют эмпирически подтвердить правильность формулы плоского конденсатора

$$C = \frac{\epsilon S}{d}$$

4. Расчет и измерение емкости батареи конденсаторов.

Емкость батареи конденсаторов при их параллельном соединении вычисляют по формуле

$$C = C_1 + C_2,$$

при последовательном — соответственно по формуле

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}.$$

На конденсаторах постоянной емкости имеются надписи, например «30 + 10%» пФ, 500 В», где указаны емкость с погрешностью и пробивное напряжение.

Прежде чем производить расчеты и измерять емкости батареи конденсаторов при параллельном или последовательном соединении, необходимо сначала измерить емкости самих конденсаторов. Затем надо произвести математический расчет емкости батареи при параллельном (последова-

тельном) соединении и далее измерить емкости этих батарей. Подобного рода операции (предварительное измерение емкостей конденсаторов) тем более необходимы, когда используют устаревшие или некондиционные детали.

(Примечание. Цифровой индикатор прибора имеет верхний предел измерения — 1000 пФ; вначале измерения при отсутствии присоединенного конденсатора он все же фиксирует наличие небольшой емкости — примерно до 4–5 пФ. Это — межпроводная емкость монтажа прибора.)

**Модель электрической машины.** Эта модель (рис. 4) предназначена для показа устройства и принципа действия электродвигателя постоянного тока, а также генератора постоянного и переменного тока. Она состоит из статора специальной формы с закрепленными и соединенными последовательно двумя электромагнитами с профильными наконечниками и якоря в виде проволочной рамки на оси с комбинированным коллектором. К коллектору прикасаются щетки, к которым с помощью зажимов подводится напряжение (либо с них снимается). Если щетки прикасаются к полукольцам коллектора, будет напряжение постоянного тока, если к кольцам коллектора — напряжение переменного тока.



Рис. 4



Для приведения рамки во вращательное движение у прибора есть рукоятка, закрепляемая с помощью винта.

Модель позволяет выполнить, в частности, следующие опыты.

### 1. Демонстрация модели электродвигателя с параллельным возбуждением.

Поскольку якорь электродвигателя в данной модели представлен в виде легкой рамки, то в этом и последующих опытах речь пойдет о работе электродвигателя на холостом ходу.

Соединяют параллельно зажимы на корпусе машины с установленными на держателях зажимами щеток и получают электродвигатель с параллельным возбуждением (шунтовой электродвигатель). На указанные зажимы подают постоянное напряжение 12 В от выпрямителя В-24 и наблюдают вращение рамки с большим числом оборотов.

### 2. Демонстрация модели электродвигателя с последовательным возбуждением.

Соединяют последовательно концы обмотки статора и выводы обмотки якоря, т.е., например, зажим синего цвета на корпусе электродвигателя соединяют с красным зажимом на держателе щетки, а на другие свободные зажимы подают постоянное напряжение от выпрямителя В-24. Якорь модели машины (т.е. рамка) начинает совершать медленное вращательное движение.

**Примечание.** Для обеспечения качественной работы демонстрируемых моделей машин надо щетки расположить напротив полуколец коллектора и создать хороший контакт между щеткой и

коллектором, предварительно ~~возвести~~ коллектор мелкой «шкуркой».)

### 3. Реверсирование электродвигателя.

Реверсирование — это изменение направления вращения якоря модели машины. Как в первом опыте, так и во втором направление вращения якоря изменяют на противоположное путем изменения направления тока либо в обмотке статора, либо в рамке якоря.

### 4. Обратимость машины постоянного электрического тока.

Одна и та же машина постоянного тока может работать не только в качестве двигателя, но и в качестве генератора.

Соединяют обмотку статора с обмоткой якоря параллельно, щетки устанавливают на полукольца коллектора. К зажимам щеток присоединяют гальванометр. Медленно вращая якорь машины, наблюдают за отклонением стрелки гальванометра (вольтметра). Вольтметр отклонен потому, что с увеличением скорости вращения якоря (витка), согласно закону Фарадея, ЭДС электромагнитной индукции возрастает.

### 5. Получение переменного тока.

В шунтовой машине переводят щетки на коллекторные кольца. К зажимам щеток подключают вольтметр переменного тока. С помощью ручки медленно вращают рамку (якорь) машины и наблюдают отклонением стрелки измерительного прибора. Если при малых оборотах к зажимам щеток подключить гальванометр, то его стрелка будет попеременно отклоняться то в одну, то в другую сторону от центрального нулевого деления.

