

DOI 10.31483/r-107461

Крутова Ирина Александровна

Фисенко Марина Александровна

**ФОРМИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УМЕНИЙ
ОБУЧАЮЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ПЛАНИРОВАНИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ
ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА С ПРИМЕНЕНИЕМ
САМОДЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Аннотация: в главе описаны способы формирования исследовательских умений и создания у обучающихся познавательного интереса к изучению физики. Выявлены возможности применения самодельного оборудования по физике для организации исследовательской деятельности. Приведены примеры самодельных приборов, применяемых для исследования механических, световых и электрических явлений. Описаны смонтированные из простейших подручных материалов приборы, которые позволяют организовать исследования по изучению физических явлений, установлению научных фактов и открытию физических законов.

Ключевые слова: планирование физических исследований, исследовательские умения, физический эксперимент, самодельные приборы, познавательный интерес, домашние опыты.

**FORMATION OF STUDENTS' RESEARCH SKILLS IN THE PROCESS
OF PLANNING AND CONDUCTING A PHYSICAL EXPERIMENT
WITH THE USE OF HOMEMADE EQUIPMENT**

Abstract: the chapter describes ways to form research skills and create students' cognitive interest in the study of physics. The possibilities of using home-made equipment in physics for the organization of research activities are revealed. Examples of home-made devices used to study mechanical, light and electrical phenomena are given. Devices mounted from the simplest available materials are described, which allow organizing research on the study of physical phenomena, establishing scientific facts and discovering physical laws.

Keywords: *planning of physical research, research skills, physical experiment, self-made devices, cognitive interest, home experiments.*

Современные реалии диктуют новые требования к подготовке выпускника, основное среди которых состоит в необходимости формирования креативного технического мышления личности, способности к самостоятельному проведению исследований, созданию материальных объектов с признаками субъективной новизны и полезности [5, с. 154]. Актуальный Федеральный государственный стандарт основного общего образования устанавливает требования к освоению предметных результатов по физике, среди которых можно выделить следующие: сформированность базовых представлений о роли эксперимента в физике, о системообразующей роли физики в развитии техники и технологий; умение характеризовать принципы действия технических устройств, в том числе бытовых приборов, и промышленных технологических процессов по их описанию, используя знания о свойствах физических явлений и необходимые физические закономерности [8]. Выполнение этих требований невозможно без активного применения физического эксперимента на уроках физики. Однако многие школы сегодня испытывают недостаток в демонстрационном и лабораторном оборудовании. Преодолеть его частично можно, если приобщать школьников к изготовлению различных физических приборов и устройств и применять самодельные приборы при проведении демонстрационных опытов и выполнении лабораторных работ.

Физический эксперимент был и остаётся одним из основных средств формирования у обучающихся методологических умений, связанных с исследовательской деятельностью. В процессе планирования и проведения физических исследований на уроках и простых опытов в домашней лаборатории и обучающихся формируется научный стиль мышления [3]. Приобщать школьников к проведению различных опытов можно уже в начальной школе при изучении окружающего мира, а также в процессе проведения пропедевтических курсов физики в 5–6 классах. В эти время природное любопытство позволяет ребенку проводить физические исследования с привычными для него предметами, что

ведёт к появлению познавательного интереса к исследовательской деятельности [2, с. 23]. Сделать это возможно, если систематически включать школьников в деятельность по проведению физических исследований, приобщать их к самостоятельному созданию физических приборов.

В эпоху цифровизации образования обучение школьников изготовлению самодельных приборов при проведении физических исследований не только не потеряло своей актуальности, но и приобрело новые образовательные и технические возможности. В настоящее время ученик имеет возможность, изготовив прибор, сделать его цифровую фотографию, снять процесс изготовления прибора и проведения эксперимента на видеокамеру, смонтировать видео с помощью программы видео редактора. Более того, при желании, школьник может выложить видеоролик на youtube, и поделиться со всеми пользователями Интернета своими разработками, а также посмотреть достижения других людей. Процесс цифровизации физического эксперимента в настоящее время доступен всем школьникам, независимо от места их жительства. Особенную актуальность цифровизации образования имеет для лиц с ОВЗ, так как делает их полноценными участниками образовательного и творческого процесса [1, с. 4].

Анализ истории физики и техники показывает, что величайшие научные и технические открытия обычно сопровождались изготовлением приборов своими силами и средствами (Галилео Галилей, Исаак Ньютон, Роберт Бунзен, А.С. Попов, П.Л. Капица и др.). Необходимость изготовления самодельных приборов для уроков физики, обосновывают в своих работах многие ученые-методисты [5; 9; 10].

В.Я. Синенко отмечает, что проблема изготовления самодельного физического оборудования должна решаться не только в связи с дефицитом, недоступностью заводских приборов и приспособлений. В большей степени это важно для развития творчества и формирования практических умений у детей. Современные подручные материалы позволяют создать ряд неплохих приборов и установок по физике (различные пластиковые емкости с герметично завинчи-

вающейся пробкой, громадное разнообразие крепежных материалов, разнообразные упаковочные материалы и т. п.) [7, с. 45].

Чаще всего школьные самодельные приборы изготавливаются в условиях физической лаборатории силами и средствами учителя и учеников. Естественно, что самодельные приборы отличаются от тех, которые изготовлены в условиях современного производства. Главное, чтобы создаваемые учениками приборы и устройства соответствовали требованиям; хорошая демонстративность прибора для показа того или другого явления; доходчивость его конструкции, надежность прибора в отношении его прочности и стабильности даваемых результатов; численные результаты, получаемые на приборах, не должны давать больших ошибок и быть в пределах допускаемых погрешностей; возможность изготовления прибора из имеющихся материалов с использованием оборудования мастерской или кабинета технологии [7, с. 56].

При конструировании приборов надо давать ученикам максимальную возможность проявить свои изобретательские склонности. Выполняя лабораторные работы, наблюдая физические опыты, учащиеся начинают любить сам процесс познания окружающего мира.

В процессе занятий учащимся можно предложить провести свои собственные научные исследования, предварительно показав алгоритм планирования эксперимента, его выполнения и записи результатов. Для этого обучающимся предлагается следующая карточка-предписание.

Карточка-предписание

Планирование и проведение эксперимента

1. *Выбор содержания исследования.* Выбор проблемы исследования является непростой задачей. Сформулировать тему может оказаться труднее, чем провести сам эксперимент. Подумай, что тебя больше всего интересует, найди информацию в любых доступных тебе источниках: Интернет, научно-познавательные книги и другие.

2. *Постановка цели и задач исследования.* Четко сформулируй поставленные цель и задачи, запиши их. Это поможет тебе разработать план исследования.

3. *Формулирование гипотезы.* Как ты думаешь, каким может быть ответ на твой вопрос? Это называется предположением (гипотезой). Запиши его.

4. *Планирование исследования.* Составь список предметов, которые тебе понадобятся. Возможно, кое-что тебе придется поискать или купить.

5. *Представление результатов.* Подумай, каким способом ты будешь фиксировать результаты. Это может быть фотография, таблица, плакат, видеозапись эксперимента, на которых будет наглядно показано, что ты делал и что получил.

6. *Формулирование вывода.* Было ли твое предположение верным? Опиши трудности, с которыми ты столкнулся. Изменил бы ты что-нибудь, проводя эксперимент снова?

Результаты самостоятельной исследовательской деятельности школьников могут быть представлены на специально организованной научной конференции.

Приведем результаты некоторых физических исследований, проведенных учениками с использованием самодельных приборов и материалов.

Пример 1. Реактивный воздушный шарик.

Материалы и принадлежности: воздушный шарик, соломинка или шариковая ручка без стрижня, зажим для бумаги, скотч, 3 – 4 м тонкой веревки, два стула.

План проведения опыта

1. Надуть шарик, закрепить его с помощью зажима.
2. С помощью скотча прикрепить соломинку на шарик.
3. Привязать один конец веревки к спинке стула.
4. Свободный конец веревки продеть в соломинку и привязать к спинке другого стула.
5. Стулья раздвинуть, чтобы веревка натянулась.
6. Отпустить зажим и пронаблюдать за перемещением шарика по всей длине натянутой веревки.

На рисунке 1 представлена домашняя экспериментальная установка, воспроизводящая реактивное движение и результаты опыта.



Рис. 1. Реактивное движение воздушного шарика.

Пример 2. Кипячение воды с помощью солнечных лучей.

Материалы и принадлежности: алюминиевая фольга, двадцать квадратов, размером 10x10 см, вырезанных из прочного картона, небольшой металлический сосуд, наполненный водой, клей.

В качестве сосуда можно использовать пустую консервную банку, предварительно обработав край молотком, чтобы не порезаться. Задание выполняется в солнечную погоду.

Для кипячения воды необходимо выполнить следующие действия:

- наклеить фольгу на картонные квадратики, разгладить все складки;
- консервную банку, наполненную водой, поставить так, чтобы солнечные лучи попадали на нее;
- расставить изготовленные зеркала таким образом, чтобы отраженный от каждого из них солнечный луч попадал на банку.

Таким образом, банка с водой оказывается на пересечении лучей, идущих из разных точек. Поэтому она начнет достаточно быстро нагреваться и закипит. Бросив в кипящую воду яйцо, можно приготовить себе еду.

Стоит учитывать, что скорость закипания воды зависит от количества установленных зеркал. Дальние зеркала лучше устанавливать на возвышение.

Подобная солнечная печь может использоваться и для изучения процесса плавления различных веществ.

Пример 3. Доказательство «многоцветность» белого света.

Материалы и принадлежности: ручную дрель, лист белого картона, циркуль, ножницы, фломастеры или краски, ножницы, карандаш и линейка.

На картоне чертим круг диаметром 15–20 см, делим его на 8 секторов и окрашиваем семь из них в цвета радуги. Вырезаем круг и насаживаем на ось ручной дрели.

Экспериментальная установка. При ярком освещении приведем круг в быстрое вращение. В силу инерционности зрения, различные цвета спектра складываются, и круг кажется белым (рисунок 2).



Рис. 2. Сложение цветов при вращении круга.

Вывод: белый свет имеет сложную структуру и состоит из семи спектральных цветов [6, с.44].

Пример 4. Воздушный шарик надувается сам

Оборудование: бутылочка с узким горлом; воздушный шарик любого цвета; сода; уксус, ложка чайная.

Ход опыта.

Налейте в бутылку уксус так, чтобы было заполнено примерно 20% её объема.

Положите в шарик четыре ложки соды.

Натяните шарик на бутылку, при этом следите, чтобы сода не высыпалась сразу же внутрь.

Когда шарик будет плотно натянут, аккуратно отпустите его и наблюдайте, как он мгновенно надувается.

Объяснение результата. При смешивании уксуса и соды вырабатывается углекислый газ, который заставляет шарик быстро и легко раздуться. Круглая форма шарика доказывает, что оказываемое углекислым газом давление на стенки шарика передается одинаково по всем направлениям (закон Паскаля)

Рассмотренные в примерах 1–4 исследования выполнялись обучающимися начальной школы и в рамках пропедевтического курса физики в 5–6 классах.

При изучении физики в 8 классе школьникам можно предложить изготовить прибор, который позволил бы исследовать зависимость сопротивления проводников от его свойств: длины, площади поперечного сечения, материала, из которого изготовлен проводник (рисунок 3).

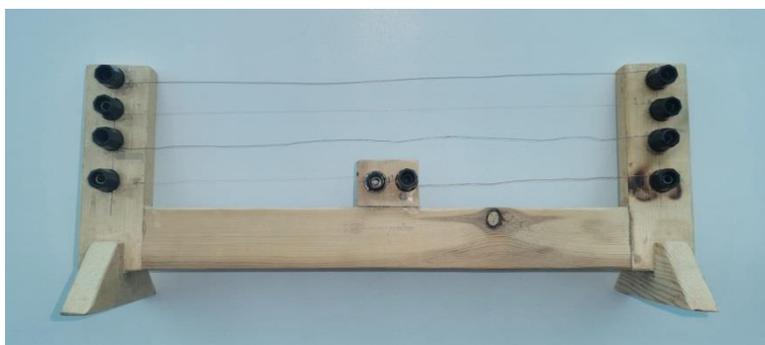


Рис. 3. Прибор для изучения свойств проводников.

Опишем характеристики и процесс создания этого прибора. Для изготовления устройства нам понадобились следующие материалы: доска длиной 30 см, шириной 10 см и толщиной 1 см; доска длиной 50 см, шириной 10 см и толщиной 1 см; клеммы для соединения проводников (10 штук); нихромовая проволока длиной 30 см и сечением 0.5 мм^2 ; нихромовая проволока длиной 15 см и сечением 0.5 мм^2 ; медная проволока длиной 30 см и сечением 0.5 мм^2 ; медная проволока длиной 30 см и сечением 0.1 мм^2 ; медная проволока длиной 15 см и сечением 0.5 мм^2 .

Сборка прибора. Доску длиной 50 см распиливаем на три части: две длиной 20 см, одна – 7 см. Соединяем полученные стойки с основанием прибора, как показано на рисунке 3. Полученную конструкцию устанавливаем на деревянные подставки. Проводники, длина которых 30 см, закрепляются с помощью

клемм между высокими стойками. Проводники длиной 15 см закрепляем между высокой и низкой стойками.

Рассмотрим применение созданного прибора для исследования зависимости сопротивления проводника от его характеристик.

На рисунке 4 представлена демонстрационная экспериментальная установка для установления зависимости сопротивления проводника от его длины, площади поперечного сечения и материала, из которого он изготовлен. Она состоит из источника постоянного тока, амперметра, вольтметра, самодельного прибора, реостата, шунта, добавочного сопротивления, ключа, соединительных проводов.

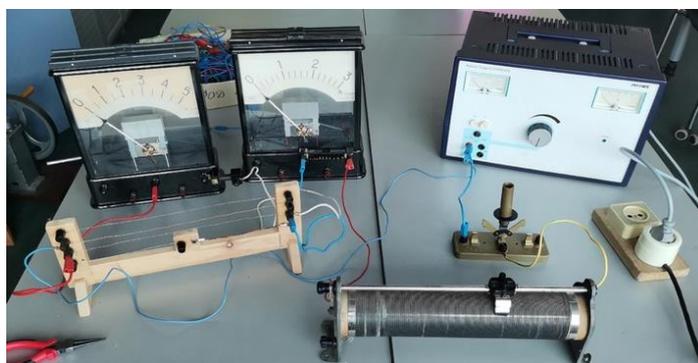


Рис. 4. Экспериментальная установка

Для исследования зависимости электрического сопротивления от длины проводника в электрическую цепь по очереди последовательно подключаются сначала нихромовые проволоки разной длины (30 см и 15 см) и одинаковой площади сечения (0.5 мм^2), затем медные, также имеющие разную длину и одинаковую площадь сечения (30 см и 15 см, 0.5 мм^2). Сопротивление рассчитывается по показаниям амперметра и вольтметра.

На рисунке 5 представлены результаты измерения силы тока и напряжения при включении в цепь нихромовой проволоки длиной 30 см. Показания вольтметра составляют 2 В, показания амперметра – 0.6 А. Следовательно сопротивление проволоки приблизительно равно 3.3 Ом.

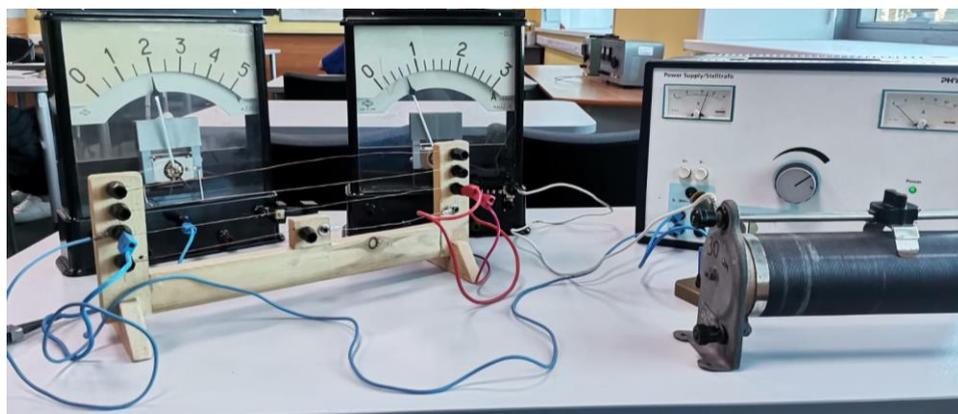


Рис. 5. Результаты эксперимента для проволоки длиной 30 см.

Результаты эксперимента при включении в цепь нихромовой проволоки длиной 15 см были таковы: напряжение – 0.5 В; сила тока – 0.2 А; сопротивление – 2.5 Ом. Таким образом, экспериментально было установлено, что нихромовая проволока большей длины имеет большее сопротивление при одинаковой площади сечения проволок.

Аналогичный эксперимент проводится для медных проволок с одинаковой площадью поперечного сечения и разной длины. В результате эксперимента, устанавливается, что из двух нихромовых и медных проволок большим сопротивлением обладают более длинные проволоки.

Вывод: сопротивление проводника зависит от его длины, чем больше длина, тем больше и сопротивление. Эта закономерность справедлива для проводников, изготовленных из разных веществ.

Затем исследуется зависимость электрического сопротивления от толщины провода. Для этого в электрическую цепь по очереди последовательно подключаются медные проволоки, имеющие одинаковую длину и разную площадь поперечного сечения (30 см; 0.5 мм², 0.1 мм²). Измеряя силу тока и напряжение на этих проводниках, по закону Ома находится значение сопротивления проволок. Результаты проведённых опытов позволяют сделать вывод о том, что медная проволока, имеющая меньшую площадь поперечного сечения, обладает большим сопротивлением.

Далее в электрическую цепь по очереди подключаются медная и нихромовая проволоки одинаковой длины и толщины (30 см; 0.5 мм²). Выполнив эксперименты, устанавливается, что проволоки одинаковых размеров, изготовленные из разных веществ, обладают разным сопротивлением.

Таким образом, проведённое экспериментальное исследование позволяет сформулировать вывод: сопротивление проводника зависит от его длины, площади поперечного сечения и от вещества, из которого он изготовлен. Далее устанавливается вид зависимости для каждой из величин и вводится понятие удельного сопротивления проводника.

Свойством жидкости передавать во все стороны производимое на неё давление объясняется явление, известное в физике под названием «гидростатический парадокс».

На рисунке 6 изображены три сосуда различной формы, но с одинаковой площадью дна и одинаковой высотой столба жидкости в них. Масса жидкости в этих сосудах различна, но давление на дно во всех трёх сосудах одинаково, его можно рассчитать по формуле $p = \rho gh$.

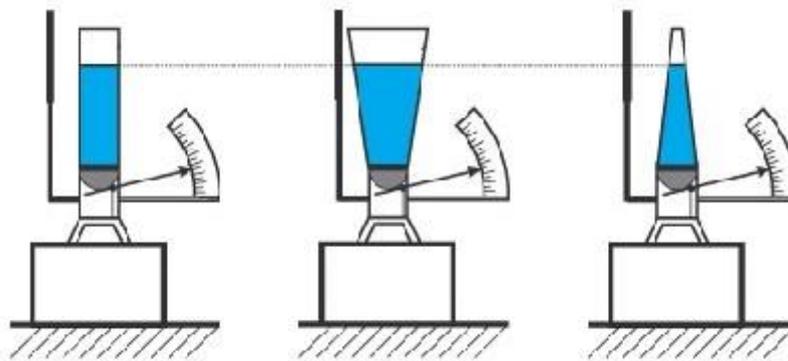


Рис. 6. Демонстрация гидростатического парадокса.

Так как площадь дна у всех сосудов одинакова, то и сила, с которой жидкость давит на дно этих сосудов, одна и та же. Она равна весу вертикального столба жидкости: $P = \rho ghS$, здесь S - площадь дна сосуда.

Для демонстрации суждения о том, что сила давления жидкости на дно сосуда не зависит от формы сосуда, был создан прибор, представленный на рисунке 7.



Рис. 7. Прибор для демонстрации гидростатического парадокса.

Опишем характеристики и процесс создания этого прибора. Для изготовления устройства нам понадобились следующие материалы: доска длиной 130 см, шириной 4 см и толщиной 1.6 см; доска длиной 20 см, шириной 3 см и толщиной 0.8 см; металлический лист длиной 10 см, шириной 10 см и толщиной 0.1 см; две металлические пластины длиной 10 см, шириной 1.6 см и толщиной 0.1 см; тройник равнопроходной 32x32x32 полипропиленовый – 1 шт.; клей резиновый; саморезы по дереву 5.5 см – 6 шт.; саморезы по дереву 3.5 см – 6 шт.; саморезы по дереву 1.4 см – 6 шт.; гайка металлическая М4 – 5 шт.; шайба металлическая М4 – 5 шт.; шпилька металлическая М4 длиной 5 см; напальчник медицинский; деревянная линейка 20 см.

Сборка прибора. Доску длиной 130 см распиливаем на семь частей: одна длиной 30 см, две длиной 14 см, одна длиной 25 см, одна длиной 19 см, одна длиной 15 см, одна длиной 11 см. Соединяем полученные стойки, как показано на рисунке 3 слева.

В центральной стойке делаем круглое отверстие диаметром 4.5 см, в полученное отверстие устанавливаем тройник равнопроходной, а по бокам стойки закрепляем металлические пластины. Из металлического листа размером 10 см на 10 см, вырезаем уголок, который будет показывать до какой отметки необхо-

димо наливать жидкость в сосуд. Закрепляем этот уголок на крайней правой высокой стойке.

Из доски длиной 20 см, шириной 3 см и толщиной 0.8 см вырезаем стрелку и закрепляем её на поперечине, которая будет показывать давление жидкости на дно сосуда. На стойке с другого края закрепляем на саморезы линейку так, чтобы ноль на линейке был на уровне острия стрелки.

Необходимо взять две пластиковые бутылки и отрезать от них горлышки, затем их нужно вклеить в равнопроходной тройник снизу и сбоку. Сверху равнопроходного тройника нужно вклеить крышку от пластиковой бутылки и сделать в ней отверстие диаметром 1.4 см. Медицинский напальчник необходимо закрепить на нижнем горле от пластиковой бутылки и закрепить его резинкой.

Сбоку равнопроходного тройника нужно накрутить крышку, это будет сливом жидкости данной установки.

В качестве сосудов выступают пластиковые бутылки различной формы и объема, от которых нужно отрезать нижнюю часть бутылки (см. рис. 8).



Рис. 8. Сосуды разной формы.

Рассмотрим применение созданного прибора для исследования давления жидкости на дно сосуда.

Ввинчиваем в равнопроходной тройник поочередно сосуды разной формы и разного объёма.

Наливаем жидкость в сосуд до уровня, который указывает уголок на верхней стойке. Снизу равнопроходного тройника закреплен медицинский напальчник, который под давлением жидкости будет прогибаться и надавливать на

стрелку, а по линейке на левой стойке можно будет фиксировать на сколько делений отклонилась стрелка.

Результаты эксперимента представлены на рисунке 9.

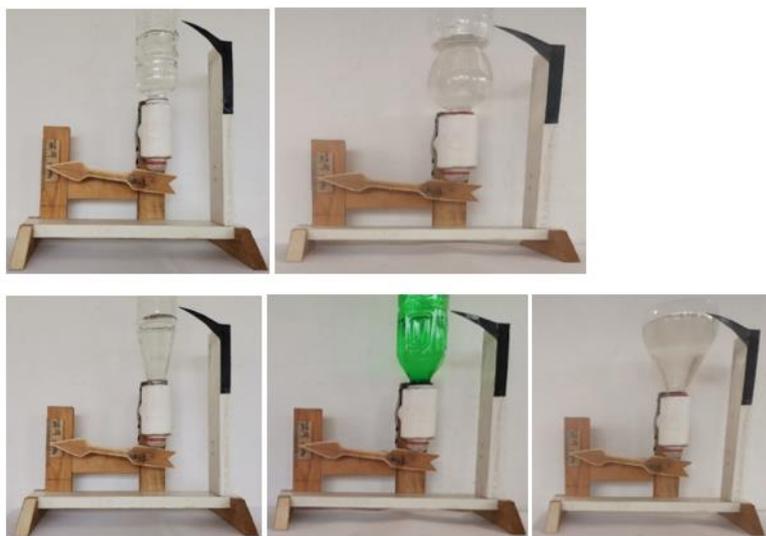


Рис. 9. Гидростатический парадокс.

При проведении эксперимента необходимо указать на тот факт, что объём наливаемой в сосуд воды в каждом случае разный. При возможности провести серию экспериментов с различными жидкостями: насыщенный раствор соли, спирт, томатный сок, молоко и т. д.

В результате учащиеся убеждаются в том, что давление жидкости на дно сосуда не зависит от формы сосуда, а зависит только от высоты столба жидкости.

Самодельные приборы, используемые на уроках физики в демонстрационных установках, являются важным инструментом, который помогает учащимся добывать новые знания, проводить эксперименты, анализировать их результаты и делать выводы. Это способствует развитию практических умений и повышает интерес к физике.

Список литературы

1. Дьякова Е.А. Особенности обучения физике обучающихся с ОВЗ в условиях общеобразовательной организации и подготовка к этому учителя / Е.А. Дьякова, В.Е. Бельченко // Функциональность подготовки как императив

современного образования. – Армавир: Армавирский государственный педагогический университет, 2022. – С. 3–6. – EDN JMAKFK

2. Крутова И.А. Организация познавательной деятельности учащихся на уроках физики / И.А. Крутова, М.А. Фисенко // Физика в школе. – 2007. – №7. – С. 21–27. – EDN ICCOFN

3. Крутова И.А. Обучение учащихся средних общеобразовательных учреждений эмпирическим методам познания физических явлений: дисс. ... на соискание ученой степени доктора педагогических наук. – Астрахань, 2007. – 362 с. – EDN QDZTUV

4. Крутова И.А. Методическая подготовка студентов к решению профессиональных задач учителя при обучении в вузе / И.А. Крутова, Г.П. Стефанова // Преподаватель XXI век. – 2014. – №3–1. – С. 99–105. EDN TJELMT

5. Крутова О.В. Методы формирования креативного технического мышления личности / О.В. Крутова, И.А. Крутова // Современные наукоемкие технологии. – 2023. – №2. – С. 154–158. – DOI 10.17513/snt.39538. EDN RCQMGE

6. Крутова О.В. Экспериментальное исследование световых явлений / О.В. Крутова // Старт в науке. – 2017. – №3. – С. 44–47. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://science-start.ru/ru/article/view?id=630> (дата обращения: 08.07.2023).

7. Синенко В.Я. Изготовление и использование самодельных приборов и приспособлений: методические рекомендации для учителей физики / В.Я. Синенко. – Новосибирск: Изд-во НИПКиПРО, 2013. – 99 с.

8. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/401333920/> (дата обращения: 08.07.2023).

9. Ховрович Л.В. Приборы по физике своими руками и простые опыты с ними / Л.В. Ховрович [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://ppt4web.ru/fizika/pribory-po-fizike-svoimi-rukami-i-prostye.html> (дата обращения: 08.07.2023).

10. Чулкова Н.А. Использование самодельных приборов – один из способов активизации познавательной деятельности учащихся при изучении физики / Н.А. Чулкова, А.А. Чулков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://doc4web.ru/fizika/ispolzovanie-samodelnih-priborov-odin-iz-sposobov-aktivacii-pozn.html> (дата обращения: 08.07.2023).

Крутова Ирина Александровна – д-р пед. наук, профессор, заведующий кафедрой теоретической физики и методики преподавания, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет имени В.Н. Татищева», Россия, Астрахань.

Фисенко Марина Александровна – канд. пед. наук, доцент, доцент кафедры теоретической физики и методики преподавания, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет имени В.Н. Татищева», Россия, Астрахань.
