

## Использование пластиковых бутылок в простых опытах по физике

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ  
РАБОТЫ  
УЧАЩИХСЯ

**Автор: Поносова Ульяна,**

ученица 9 «б» класса Муниципального общеобразовательного учреждения «Дульдургинская средняя общеобразовательная школа», село Дульдурга, Забайкальский край

**Руководитель: Баянова Мария Алексеевна,**

учитель физики муниципального общеобразовательного учреждения «Дульдургинская средняя общеобразовательная школа»

Как сказал Леонардо да Винчи «Мудрость есть дочь опыта». По мнению многих ученых, изучение большинства наук невозможно без постановки опытов.

Из курса физики мы узнали о множестве удивительных явлений природы. У нас возникла идея сделать самодельные приборы и провести самостоятельно опыты по теме давление. Постановка опытов очень увлекательное занятие. Все проведенные нами опыты просты и проводятся с выполнением техники безопасности, что немаловажно для тех, кто проводит эксперименты в домашних условиях, особенно впервые. В своей работе мы описываем предварительную подготовку и стадии выполнения, что позволяет в дальнейшем аккуратно обращаться с предметами и правильно организовывать план своей работы. Помимо изучаемых явлений природы, в этих опытах можно параллельно познакомиться с законами физики (закон Паскаля) и приобрести технические навыки (дрель, работать отвёрткой). Появляется возможность проявить творческую мысль и смекалку.

Мы решили использовать пластиковые бутылки, так как они являются доступным средством и кроме этого, безопасны в использовании. Предложенные установки являются универсальными, одна установка может быть использована для показа нескольких опытов.

В нашей работе представлены опыты для использования на уроках физики в 7 классе. Разработанные опыты можно показывать как на уроке при изучении явлений, так и в качестве домашних заданий учащимся.

**Цель:** сконструировать приборы, установки из пестиковых бутылок своими руками, объяснить принцип действия каждого прибора и продемонстрировать их работу.

**Гипотеза:** сделанный прибор, установка по физике для демонстрации физических явлений своими руками применить на уроке при изучении темы «Давление» в 7 классе. При отсутствии данного прибора в физической лаборатории, данный прибор сможет заменить недостающую установку при демонстрации и объяснении темы.

**Задачи:**

1. изучить научную и популярную литературу по теме «Давление»;
2. составить систему доступных и простых опытов с использованием пластиковой бутылки;
3. провести опыты, демонстрирующие атмосферное давление;
4. сделать приборы вызывающие затруднение в понимании теоретического материала по физике по теме «Давление»;
5. сделать приборы, отсутствующие в лаборатории;
6. дать рекомендации по постановке опытов.

**Практическая значимость работы**

Значимость данной работы состоит в том, что в последнее время, когда материально-техническая база в школах значительно ослабла, опыты с применением пластиковых бутылок помогают формировать некоторые понятия при изучении физики.



## План исследования

Этап работы	Сроки работы	Краткое описание деятельности
Формулировка темы исследования	Сентябрь	Изучение тематики рефератов и исследовательских работ, выбор темы.
Формулировка целей и задач проекта	Сентябрь	Изучение литературы по выбранной теме. Формулировка гипотезы, цели и задач проекта. Консультации с преподавателем.
Мозговой штурм исследовательской задачи	Сентябрь	Формулируются идеи по созданию приборов, проблемы при их создании. Изучаются ключевые направления, существующие методы решения задач. Консультации с преподавателем.
Обработка источников информации	Октябрь	Изучение источников литературы. Составление примерного списка литературы. Консультации с преподавателем.
Создание приборов	Октябрь	Конструирование приборов из пестиковых бутылок. Консультации с преподавателем.
Подготовка и описание исследовательской работы	Октябрь	Разработка плана отчета. Формирование текста работы. Дополнительный отбор информации.
Подготовка презентации работы	Ноябрь	Оформляется титульный лист, аннотация, оглавление, номера страниц. Проверяются номера разделов, таблиц и рисунков. Подготовка к выступанию и защите проекта.

## Глава 1. Давление. Закон Паскаля

### 1.1. Давление. Единицы давления

Будет ли вам больно, если к вам прикоснуться пальцем? А иголкой? Что при этом изменилось? Изменилась площадь поверхности тела, в случае с иголкой она намного меньше.

В примере можно заметить, что иголка тоньше пальца. То есть результат действия зависит не только от того, какая сила действует, но и на какую площадь имеет тело. Чтобы описать распределенное по поверхности действие, ввели величину под названием давление. Давление — это сила, действующая на единицу площади.

Как и масса по объему, сила может быть распределена по поверхности неравномерно, но в ряде задач нам достаточно знать среднюю силу, которая приходится на единицу площади.

Давлением назвали силу, перпендикулярную поверхности (деленную на площадь). Силы, действующие вдоль поверхности, давления не оказывают. Если сила действует под углом, то давлением мы называем её составляющую, перпендикулярную к поверхности, деленную на площадь.

Давление является скалярной величиной, то есть не имеющей направления:

давление создает составляющая силы, перпендикулярная поверхности. В СИ давление измеряется в паскалях (1 Па).

$$(\text{давление}) 1 \text{ Па} = \frac{1 \text{ Н (сила)}}{1 \text{ м}^2 (\text{площадь})}$$

1 Па — очень маленькое давление. Сравним его с давлением человека на пол. Стоя на полу, вы действуете на него весом, равным силе тяжести. Для школьника массой 60 кг это будет сила:

$$F = m \times g; \\ F = 60 \times 9,8 = 588 \text{ Н}$$

Площадь, на которую вы действуете — площадь ваших подошв. Это приблизительно  $S = 320 \text{ см}^2$ . Тогда давление:

$$P = F : S = 588 : 0,032 = 18375 \text{ Па} = 18,4 \text{ кПа}$$

То есть давление в 1 Па почти в 18,5 тысяч раз меньше, чем давление наших ног на пол.

### 1.2. Способы уменьшения и увеличения давления

Как можно изменять давление? Можем изменить силу действия: большая сила окажет на ту же площадь большее давление. А можно изменить площадь. Если действовать на меньшую площадь с той же силой, давление будет больше: уменьшаем знаменатель — увеличивается дробь. Например, мы с помощью иголки действовали на меньшую площадь и создава-

ли большее давление, поэтому уколовшись иголкой мы чувствуем боль. С той же целью — увеличить давление — затачиваются ножи. Уменьшается площадь острой кромки ножа, значит, при нарезании он будет оказывать большее давление при том же усилии.

Еще пример: на уроках ОБЖ советуют лечь, если вы вдруг окажетесь на тонком льду. Ложась, вы увеличиваете площадь поверхности, которая соприкасается со льдом. Значит — уменьшите давление, и риск провалиться под лёд также уменьшится.

Надев лыжи или сноуборд, вы увеличиваете площадь соприкосновения со снегом. Поэтому будете оказывать меньшее давление на снег и не будете проваливаться.

### 1.3. Давление в жидкостях и газах Закон Паскаля

Из курса физики мы узнали, что давление газа на стенки сосуда вызывается ударами молекул газа.

Кроме этого, при уменьшении объема газа его давление увеличивается, а при увеличении объема давление уменьшается при условии, что масса и температура газа остаются неизменными.

Исходя из этого можно отметить, что давление газа тем больше, чем чаще и сильнее молекулы ударяют о стенки сосуда.

Рассмотрим пример, возьмем сдутый шарик и начнем надувать его. Что мы заметим? Шарик раздувается во все стороны одинаково. Почему же так происходит? Это происходит, потому что давление распространяется во всех направлениях одинаково.

Другими словами, давление, производимое на жидкость или газ, передается на любую точку одинаково во всех направлениях. Это утверждение называется законом Паскаля. Назван он в честь ученого открывшего его — Блез Паскаль. Так же в честь Паскаля названы единицы измерения давления (представлено выше).

Рассмотрим еще опыт: наберем в пластмассовую бутылку воды, заранее сделав в ней отверстие. Когда бутылка будет полная, струйка воды будет бить далеко, но с течением времени воды в бутылке станет меньше и струйка значительно уменьшится. Почему же так происходит? Это происходит потому, что внутри жидкости существует давление, и на одном и том же уровне оно одинаково по всем на-

правлениям. С глубиной давление увеличивается. Что способствует уменьшению струи воды.

### 1.4. Сообщающиеся сосуды

При изучении давления объектом нашего изучения может быть чайник с нашего кухонного стола, лейка, с помощью которой мы поливаем цветы, или более сложные устройства, такие, как артезианский колодец, водомерное стекло в паровом котле и даже водопровод. Все это устройства, работающие по принципу сообщающихся сосудов.

Сообщающиеся сосуды — это сосуды соединённые друг с другом трубкой или шлангом. Если налить жидкость в одну из этих трубок, то мы заметим, что уровень жидкости в обеих трубках установится на одной высоте. С чем это связано?

В левом и правом коленах находится одна и та же жидкость и высота столба жидкости в левом и правом коленах также одинакова, то и давление жидкости в обоих коленах одинаково. Следовательно, жидкость находится в равновесии.

Если изменять расположение колен в сообщающихся сосудах, поднимая или опуская одно из них, или даже наклоняя, то жидкость будет перетекать из одного колена в другое до тех пор, пока ее уровень в обоих коленах снова не установится на одной и той же высоте (Рис. 1).

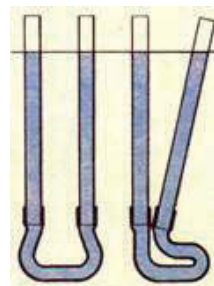


Рис. 1. Уровень жидкости в сообщающихся сосудах

В итоге мы пришли к выводу, что уровни однородной жидкости в сообщающихся сосудах устанавливаются на одной высоте.

Это утверждение называют *законом сообщающихся сосудов*.

Данный закон выполняется не только для двух, но и для любого количества сообщающихся сосудов, независимо от того, какую форму они имеют и как расположены в пространстве (Рис. 2). Единственно, что необходимо — чтобы во всех сосудах находилась одна и та же (однородная) жидкость.



Рис. 2. Сообщающиеся сосуды

Что же будет если в сообщающиеся сосуды налить неоднородную жидкость, например воду и масло? Оказывается, что уровень подсолнечного масла расположится на большей высоте, чем уровень воды (Рис. 2). Это связано с тем, что плотность подсолнечного масла меньше, чем плотность воды. Вспомним формулу давления жидкости на дно сосуда

$$p = \rho gh$$

Из этой формулы видно, что чем меньше плотность жидкости  $\rho$ , тем больше должна быть высота ее столба  $h$ , чтобы создать одно и то же давление.



Рис. 3. Уровень масла и воды в сообщающемся сосуде

Таким образом, в сообщающихся сосудах уровень жидкости с меньшей плотностью устанавливается на большей высоте.

Изучив данную тему мы пришли к выводу, что однородная жидкость в коленах сообщающихся сосудов будет устанавливаться на одной высоте, какой бы формы и сечения не были колена. Но в случае неоднородной жидкости, имеет значение плотность жидкости, находящейся в коленах. Чем плотность жидкости больше, тем высота столба жидкости меньше.

### 1.5. Воздух. Атмосферное давление

Когда мы говорим о давлении мы не можем не сказать о воздухе и атмосферном давлении.

О том, что воздух имеет вес, мы часто забываем. Между тем, плотность воздуха у поверхности Земли при  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  составляет  $1,29\text{ кг/м}^3$ .

То, что воздух действительно имеет вес, было доказано Галилеем. А ученик Галилея Эванджеллиста Торричелли предположил и смог доказать, что воздух оказывает давление на все тела, находящиеся на поверхности Земли. Это давление называется атмосферным давлением.

Рассчитать атмосферное давление по формуле расчета давления столба жидкости нельзя. Ведь для этого необходимо знать плотность и высоту столба жидкости или газа. Но у атмосферы нет четкой верхней границы, а плотность атмосферного воздуха уменьшается с ростом высоты.

Поэтому Торричелли предложил совершенно другой способ для нахождения атмосферного давления. Торричелли взял стеклянную трубку длиной около одного метра, запаянную с одного конца, налил в эту трубку ртуть и опустил трубку открытым концом в чашу с ртутью. Некоторое количество ртути вылилось в чашу, но большая часть ртути осталась в трубке. Изодня в день уровень ртути в трубке незначительно колебался, то немного опускалась, то немного поднималась.

Давление ртути на уровне  $a-a_1$  создается весом столба ртути в трубке, так как в верхней части трубки над ртутью воздуха нет (там вакуум, который получил название «торричеллиева пустота»). Отсюда следует, что атмосферное давление равно давлению столба ртути в трубке. Измерив высоту столба ртути, можно рассчитать давление, которое производит ртуть. Оно будет равно атмосферному. Если атмосферное давление уменьшается, то столб ртути в трубке Торричелли понижается, и наоборот.

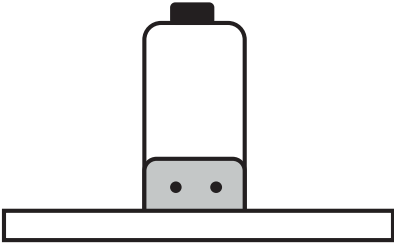

Сейчас же существуют и другие способы измерения давления. Например: барометр — anerоид, манометры и т.п.

## Глава 2. Использование пластиковых бутылок в опытах по физике

### ОПЫТ 1. Закон Паскаля

**Цель:** продемонстрировать закон Паскаля.

**Оборудование:** пластиковая бутылка, шило.

Схема установки	Готовый прибор
 <p data-bbox="161 591 676 640">Рис. 4. Схема установки для демонстрации закона Паскаля</p>	 <p data-bbox="715 595 1219 651">Рис. 5. Готовый прибор для демонстрации закона Паскаля</p>

**Описание установки:**

1. пластиковая бутылка с отверстиями;
2. кювета.

**Ход проведения опыта:**

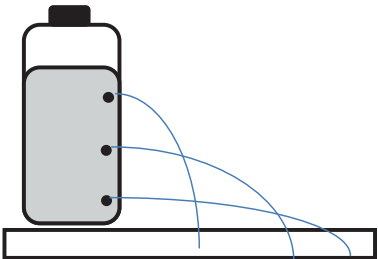

1. Возьмите пластиковую бутылку любой емкости.
2. Сделайте отверстия шилом от дна сосуда на расстоянии от 10 см в любых местах.
3. Бутылку заполните водой (воду можно подкрасить для большей наглядности).
4. Надавите руками на верхнюю часть бутылки.
5. Пронаблюдайте явление.

В результате проделанной работы, мы можем наблюдать, как из бутылки вытекают одинаковые струйки воды. Это происходит потому, что сила, действующая на поверхность воды, находящиеся в бутылке. Это давление передается нижним слоям воды, которое распределяется в каждую точку жидкости.

**ОПЫТ 2. Зависимость давления жидкости от высоты столба жидкости**

**Цель:** показать зависимость давления от высоты столба жидкости.

**Оборудование:** пластиковая бутылка, шило.

Схема установки	Готовый прибор
 <p data-bbox="161 1585 683 1641">Рис. 6. Схема установки для демонстрации зависимости давления от высоты столба жидкости</p>	 <p data-bbox="707 1585 1227 1641">Рис. 7. Прибор для демонстрации зависимости давления от высоты столба жидкости</p>

**Описание установки:**

1. пластиковая бутылка с проделанными отверстиями в ней на разной высоте;
2. кювета.

**Ход проведения опыта:**

1. В пластиковой бутылке на различной высоте делаем несколько отверстий на расстоянии примерно 5–10 см.
2. В отверстия помещаем трубочки от гелиевой ручки.
3. Бутылку заполняем водой (отверстия лучше заклеить, что бы вода не вытекала).

4. Открываем отверстия.
5. Наблюдаем за струйками воды.

В результате видим, что вода из отверстия, расположенного ниже вытекает дальше. Это происходит потому, что давление жидкости на дно и стенки сосуда зависит от высоты столба жидкости. Чем больше высота, тем больше давление жидкости и наоборот.

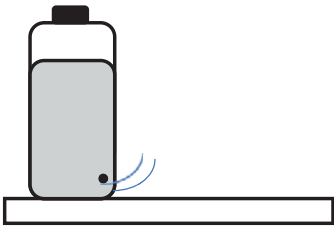

**ОПЫТ 3. Модель фонтана**

**Цель:** показать модель фонтана.





**Оборудование:** пластиковая бутылка, стержень от гелиевой ручки, шило.

Схема установки	Готовый прибор
 <p data-bbox="416 595 831 622"><i>Рис.8 Схема установки модели фонтана</i></p>	 <p data-bbox="1043 595 1278 622"><i>Рис.9 Модель фонтана</i></p>

**Описание установки:**

1. пластиковая бутылка с проделанной в ней отверстием;
2. кювета;
3. стержень от гелиевой ручки Г-образной формы.

**Ход проведения опыта:**

1. Подержим над огнем стержень и загнем его буквой Г.
2. В бутылке, ближе к основанию, сделаем отверстие под стержень.
3. Вставим и закрепим стержень так, как показано на рисунке.
4. Нальем в бутылку воды и поставим ее в кювету (для наглядности можно к горлышку бутылки прикрепить надувтый шарик, что позволит увеличить струю воды).

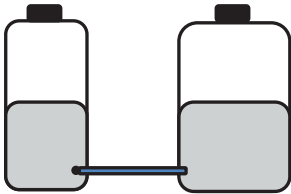

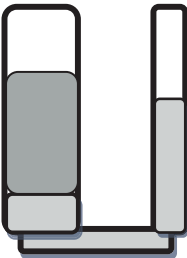

5. Пронаблюдаем за струей воды.

В результате работы, мы наблюдаем образование не большого фонтана воды. Это происходит потому, что на воду в стержне действует давление столба жидкости находящегося в бутылке (если прикрепили шарик, то и давление воздуха в шарике). Чем больше воды в бутылке, тем больше будет фонтан, так как давление зависит от высоты столба жидкости.

**ОПЫТ 4. Сообщающиеся сосуды**

**Цель:** продемонстрировать свойства сообщающихся сосудов.

**Оборудование:** 2 пестиковые бутылки, резиновые трубки, шило.

Схема установки	Готовый прибор
 <p data-bbox="421 1585 839 1612"><i>Рис. 10 Схема сообщающихся сосудов №1</i></p>	 <p data-bbox="1007 1585 1350 1612"><i>Рис. 11 Обобщающиеся сосуды № 1</i></p>
 <p data-bbox="368 1973 892 2024"><i>Рис. 11. Схема сообщающихся сосудов с однородной жидкостью №2</i></p>	 <p data-bbox="927 1984 1433 2036"><i>Рис. 12. Сообщающиеся сосуды с однородной жидкостью № 2</i></p>

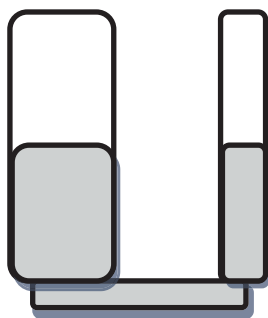


Рис.13. Схема сообщающихся сосудов с неоднородной жидкостью №2



Рис. 14. Сообщающиеся сосуды неоднородная жидкость № 2

**Описание установки №1:**

1. две или три пластиковые бутылки со сделанными в них отверстиями;
2. резиновая трубка.

**Описание установки №2:**

1. цилиндры разной ширины (сделанные из пластиковых бутылок);
2. резиновая трубка.

**Ход проведения опыта №1:**

1. Прделаем в пластиковых бутиках дырочки на высоте 10–15 см;
2. Соединим бутылки между собой резиновыми трубками;
3. Нальем в один из получившихся сосудов воду;
4. Пронаблюдаем за поведением поверхности воды в сосудах.

**Ход проведения опыта №2:**

1. Вырезать из пластиковой бутылки прямоугольники одной высоты, но разной ширины с помощью скотча склеить цилиндры;

2. Соединим бутылки между собой резиновыми трубками;
3. Нальем в один из получившихся сосудов воду;
4. Пронаблюдаем за поведением поверхности воды в сосудах;
5. Затем дольем в один из сосудов масло;
6. Пронаблюдаем явление.

В результате мы пронаблюдаем то, что вода в сосудах оказались на одном уровне. Это происходит потому, что в сообщающихся сосудах любой формы поверхности однородной жидкости устанавливаются на одном уровне (при условии, что давление воздуха над жидкостью одинаково).

**ОПЫТ 5. Давление в жидкости и газе**

**Цель:** доказать существование давления внутри жидкости.

**Оборудование:** пластиковая бутылка (2 шт), перчатка, ножницы.

Схема установки

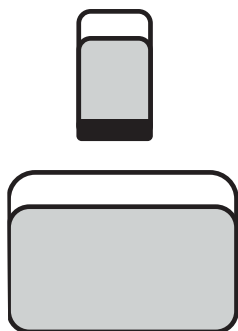


Рис. 15 Схема установки для демонстрации давления внутри жидкости

Готовый прибор



Рис. 16 Прибор для демонстрации давления внутри жидкости



### Описание установки:

1. пластиковая бутылка со срезанным верхом (2 шт);
2. резиновая перчатка.

### Ход выполнения опыта:

1. Возьмите пластиковую бутылку объёмом 5–10 л, отрежьте дно.

2. Возьмите пластиковую бутылку меньших размеров объёмом 0,5 л, отрежьте верхнюю и нижнюю часть, привяжите к одной из частей резиновую перчатку.

3. Опустите изготовленный прибор в сосуд с водой большего объёма.

4. Наблюдайте физическое явление.

В результате наблюдаем то, что перчатка внутри жидкости вогнута во внутрь маленькой бутылки. Этот происходит потому, что внутри жидкости существует давление. На одном и том же уровне оно одинаково по всем направлениям. С глубиной давление увеличивается.

В результате всех проделанных опытов нами сделаны следующие выводы:

- В жидкостях и газах давление во все стороны передаётся одинаково;
- Давление зависит от высоты столба жидкости;
- В твёрдых телах давление можно уменьшить, увеличив площадь опоры;
- Увеличить давление можно, уменьшив площадь опоры и увеличив силу.

Кроме этого хотелось бы отметить, что нам понравилось изучать давление, делать самодельные приборы, проводить опыты.

### Заключение

В ходе данной работы мы изучили различную научную и популярную литературу по теме «Давление», на основе данных изученных нами составили схему доступных и простых опытов с использованием пластиковой бутылки.

Основываясь на данных схемах нами были созданы приборы для демонстрации физических явлений по теме «Давление». С помощью данных приборов нами проведены опыты, демонстрирующие атмосферное давление, закон Паскаля, сообщающиеся сосуды.

Кроме того нами даны рекомендации по постановке опытов на созданных нами приборах.

В заключении отметим, что наблюдать за опытом проводимым учителем, интересно. Проводить его самому интереснее в двойне. В таких опытах легко установить взаимосвязь и сделать вывод как работает данная установка. Проводить данные опыты не сложно и интересно. Они безопасны, просты и полезны.

Наша гипотеза подтвердилась, так как все сделанные нами приборы можно применить на уроке при изучении темы «Давление» в 7 классе.

Физика одна из самых интересных наук, ее нельзя изучить, зная только теорию. Как говорят: «лучше один раз увидеть, чем много раз услышать».

### Библиография:

1. *Бобров А. А., Усова А. В.* Формирование экспериментальных умений — М.: Просвещение 1988.
2. *Гальперштейн Л.* Занимательная физика.— М.: РОСМЭН, 2000.
3. *Гостева М. А.* Методическое пособие по проведению опытов с помощью пластиковых бутылок. — Пермь, 2017г.
4. *Майоров А. Н.* Физика для любознательных, или о чем не узнаешь на уроке. — Ярославль: Академия развития, Академия и К, 1999.
5. *Перельман Я. И.* Занимательная механика. Знаете ли вы физику? — М.: ВАП, 1994.
6. *Перышкин А. В.* Физика. — М.: Дрофа, 2012.
7. *Перышкин А. В., Родина Н. А.* Учебник физики для 7 класса. — М.: Просвещение. 2012 г.