

**Районная научно-исследовательская конференция  
обучающихся 5-11 классов общеобразовательных школ Муниципального  
образования «Муниципальный округ Красногорский район Удмуртской  
Республики»**

**в 2021-2022 учебном году**

**«Наука и инновации»,**

***посвященной Году образования в Удмуртской Республике***

Исследовательская работа  
Выливай-ка!

Выполнил: Индюков Дмитрий  
обучающийся 7Б класса,  
МАОУ «Красногорская гимназия»  
Руководитель: Леонтьева Марина  
Васильевна учитель физики МАОУ  
«Красногорская гимназия»

с. Красногорское

2022 г.

## План

1. Введение .....	стр. 3
2. Эксперимент	
2.1. Физика процесса вытекания жидкости из бутылки.....	стр. 4
2.2. Зависимость времени опорожнения пластиковой бутылки от угла наклона.....	стр. 5
2.3. Зависимость времени опорожнения пластиковой бутылки от формы бутылки.....	стр. 6
2.4. Зависимость времени опорожнения пластиковой бутылки от механического воздействия на бутылку.....	стр. 7
2.5. Зависимость времени опорожнения пластиковой бутылки от рода жидкости.....	стр. 8
3. Заключение.....	стр. 9
4. Список литературы.....	стр. 10

## 1. Введение

В этом году я принимал участие в естественнонаучном образовательном турнире. Передо мной стояла задача исследовать зависимость времени опорожнения пластиковой бутылки от различных факторов. Действительно, почему пластиковые бутылки делают разной формы? Может производители напитков и бытовой химии постоянно работают над созданием оптимальной формы бутылок, которая сделала бы процесс выливания из них максимально быстрым, удобным и безопасным. Возможно это важно не только для рядовых потребителей, но и для целого ряда технологических процессов.

**Цель исследования:** исследовать процесс вытекания воды из бутылки и выяснить от каких факторов зависит время опорожнения пластиковой бутылки.

**Задачи исследования:**

- изучить физику процесса вытекания воды из пластиковой бутылки;
- экспериментально выяснить зависимость времени опорожнения пластиковой бутылки от различных факторов.
- выяснить значимость процесса вытекания жидкости из сосуда для технологических процессов.

**Объект исследования:** вытекающая из пластиковой бутылки жидкость.

**Предмет исследования:** факторы, влияющие на время опорожнения пластиковой бутылки.

**Гипотеза исследования:** время опорожнения пластиковой бутылки зависит от формы бутылки, от угла наклона бутылки, от рода жидкости, от механического воздействия на бутылку.

**Практическая значимость** исследования состоит в том, что данный материал можно использовать на элективных занятиях, на курсах по выбору и занятиях дополнительного образования по физике.

## 2. Эксперимент

### 2.1. Физика процесса вытекания жидкости из бутылки.

При вытекании под действием силы тяжести некоторого количества жидкости из бутылки давление воды начнет уменьшаться, так как уменьшается высота столба жидкости, кроме того над поверхностью жидкости образуется пустота с пониженным давлением.

Давление атмосферного воздуха становится кратковременно больше, чем давление столба жидкости в бутылке. Когда разность давлений внутри и снаружи становится слишком большой, внутрь бутылки проникает пузырь воздуха. При этом поток вытекающей жидкости становится неровным, прерывистым.

Когда пузырь воздуха, поднимаясь под действием выталкивающей силы, оказывается над поверхностью жидкости в бутылке, его давление вместе с давлением воды вновь оказывается больше атмосферного, и жидкость снова начинает вытекать из бутылки. Процесс повторяется снова. [2]

При этом стенки бутылки начинают совершать колебательные движения, и бутылка в целом находится в неустойчивом состоянии. Оказывается, этот процесс можно считать моделью физического явления «помпаж» (фр. Pompage – колебания, пульсация) Помпаж – неустойчивая работа компрессора, вентилятора или насоса, характеризуемая периодически повторяющимися резкими колебаниями напора и расхода перекачиваемой среды. Это непредсказуемое явление и может привести к поломке техники. [1]

Явление помпажа можно наблюдать и в домашних условиях. Например, при переливании в стакан сока или молока из тетрапака, поток жидкости начинает прерывисто и толчками выливаться из упаковки, при этом сок может забрызгать одежду, политься мимо стакана, упаковка норовит выпасть из рук.

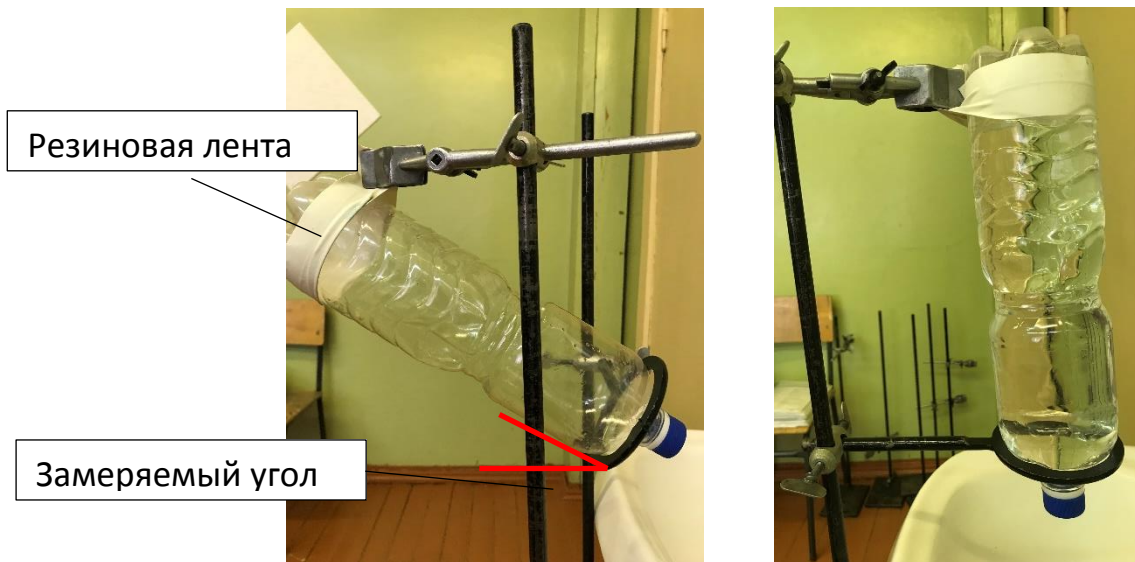


## 2.2. Зависимость времени опорожнения пластиковой бутылки от угла наклона.

Условие эксперимента:

Оборудование: штативы, транспортер, пластиковые бутылки объемом 1,5 л разной формы, секундомер, раковина, резиновая лента.

Схема экспериментальной установки:



Каждый опыт проводился 3 раза, затем вычислялось среднее время вытекания воды из бутылки.

Результат: наблюдали образование пузырьков воздуха внутри жидкости, которые мешали воде выливаться. Вода выливалась не непрерывной струей, а порциями. Под углом 90 градусов время вытекания воды наибольшее, пузырьки образуются с меньшей частотой, чем при угле 20 градусов.





Угол, градус	Среднее время, с
20	18,95
40	18,87
60	18,25
90	20,33

Анализ: время вытекания воды из бутылки под углом 90 градусов больше, так как пузырьку воздуха надо время чтоб пройти внутрь бутылки, сквозь воду. Под углом бутылки 20 градусов по мере уменьшения объёма воды у горлышка бутылки появляется место для циркуляции воздуха и компенсации давления над жидкостью.

### 2.3. Зависимость времени опорожнения пластиковой бутылки от формы бутылки.

**Оборудование:** Использовались следующие бутылки объёмом 1,5 л. Вода выливалась под углом 90 градусов. Опыт проводился 3 раза, затем вычислялось среднее время вытекания воды из бутылки.

**Результат:** результаты измерения представлены в таблице.

<b>Фото бутылки</b>				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Среднее время, с</b>	20,19	20,33	14,63	7,05
<b>Особенности</b>	Образуются пузыри, струя воды прерывистая.	Образуются пузыри, струя воды прерывистая.	Образуются пузыри, струя воды прерывистая, стенки слабо сжимаются.	Струя воды сначала непрерывная, а потом прерывистая. Стенки бутылки сильно и заметно сжимаются вначале вытекания воды.

**Анализ:** результаты опытов говорят о зависимости времени опорожнения пластиковой бутылки от формы бутылки. Стенки бутылки №4 имеют особенность менять форму и объём самой бутылки, они прогибаются внутрь и тем самым не дают возрастать разнице давлений снаружи и внутри бутылки,

поэтому струя жидкости вытекает из неё в начале равномерно и гораздо быстрее.

#### **2.4. Зависимость времени опорожнения пластиковой бутылки от механического воздействия на бутылку.**

Мы уже выяснили, что время опорожнения бутылки уменьшают пузырьки воздуха, которые прорываются в бутылку, чтоб уравновесить давления внутри и с наружи бутылки. Значит необходим способ, при котором пузырьки не образуются.

##### **Результат:**

Способ механического воздействия	Среднее время, с
1. Давим на боковые стенки бутылки.	11,47
2. Вращаем бутылку по кругу.	12,66
3. Двигаем бутылку вверх-вниз.	14,15
4. Без механического воздействия.	20,33

**Анализ:** результаты опыта показывают, что время опорожнения пластиковой бутылки зависит от способа механического воздействия на бутылку. Вода вытекает быстрее из бутылки, когда мы давим на боковые стенки бутылки.

## 2.4. Зависимость времени опорожнения пластиковой бутылки от рода жидкости.

С целью экономии денежных средств мы взяли пластиковую бутылку объёмом 1 л и жидкости с разной плотностью: вода, молоко, кефир, кисель. Бутылка располагалась под углом 90 градусов.

**Результат:**

Род жидкости	Среднее время, с
Вода	10,07
Молоко	17,85
Кефир	20,17
Кисель	21,35

**Анализ:** по результатам опыта видим зависимость времени опорожнения пластиковой бутылки от рода жидкости, вытекающей из неё. Кисель более плотная и вязкая жидкость, поэтому дольше выливается. Пузырьку воздуха трудно пробиться сквозь кисель и кефир, поэтому время опорожнения бутылки увеличивается.



### **3. Заключение**

В ходе исследования наблюдал процесс вытекания воды из пластиковой бутылки, он оказался не таким простым, как мне казалось. Помпаж, сопровождающий процесс вытекания воды, может служить моделью для детального изучения этого явления и выработки приёмов для борьбы с ним.

Гипотеза исследования полностью подтвердилась. Время опорожнения пластиковой бутылки наибольшее при вертикальном положении бутылки, так же оно зависит от формы бутылки, от способа механического воздействия на бутылку и от рода жидкости, выливающейся из бутылки.

Таким образом, чтобы быстрее жидкость выливалась из бутылки производителям необходима оптимальная форма и нежёсткий пластик для производства бутылки.

#### 4. Список литературы

1. Тюшнякова Н. С. Исследование процессов, происходящих при вытекании жидкости из сосуда (исследование действия помпажных явлений). [Электронный ресурс]. URL: [http://nauka-it.ru/attachments/article/4217/tushnykova\\_marafon\\_10\\_05\\_2018.pdf](http://nauka-it.ru/attachments/article/4217/tushnykova_marafon_10_05_2018.pdf)
2. Физики научились максимально быстро выливать воду из бутылки. [Электронный ресурс]. URL: <https://ria.ru/20200408/1569761506.html>