

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение Шахунская  
средняя общеобразовательная школа №14

## **Давление в жидкости. Исследование морских глубин.**

Исследовательская работа

Секция «Физика и астрономия»

**Автор работы:**

Торопова Юлия,  
7Б класс

**Руководитель:**

Ухова               Людмила  
Валерьевна,      учитель  
физики   МБОУ   СОШ  
№14

г.о.г. Шахунья

2018 год

## Содержание.

Введение	3
Давление. Гидростатическое давление	5
Экспериментальное доказательство существования давления в жидкости	8
Исследование морских глубин	
1. Давление в морях и океанах	9
2. Погружение без специальных приспособлений	10
3. Акваланг	11
4. Скафандр	12
5. Батискаф	13
6. Подводная лодка	14
7. «Подводный дом»	15
Расчеты давления на различных глубинах, которые покорил человек	16
Заключение	18
Список литературы	19
Приложения	20

## **Введение.**

Я люблю читать. Совсем недавно начала читать книги Жюля Верна, писателя – фантаста, в которых меня поразило описание путешествий, о которых мечтаешь, описание механизмов, например, подводной лодки, которые теперь действительно есть, а еще как ловили жемчуг в Бенгальском заливе и на острове Цейлон.

В романе «Двадцать тысяч лье под водой» я прочитала такие строки: «Водолазы работают в две смены. Погружаясь на глубину двенадцати метров, они держат между ногами тяжелый камень, который выпускают, достигнув нужной глубины. Тогда гребцы вытягивают камень, привязанный к веревке, обратно на борт. ... Некоторые водолазы остаются под водой пятьдесят семь секунд, а самые выносливые даже восемьдесят семь секунд... Водолазы не доживаются до старости. Они рано дряхлеют, слабеет зрение, глаза начинают гноиться, тело покрывается язвами, и они часто умирают под водой от кровоизлияния в мозг».

На уроках физики мы как раз изучали давление в жидкости и газе, и у меня возникло желание подробнее узнать, на какую глубину может погружаться человек без опасности для здоровья, а как исследуют дно морей и океанов сейчас в современном мире? Так определилась тема исследовательской работы: «Давление в жидкости. Исследование морских глубин».

**Объект исследования:** давление в жидкости.

**Цель моей работы:** выяснить, от каких величин зависит давление в жидкости; с помощью каких аппаратов проводят исследование дна морей и океанов.

**Задачи:**

- ☝ Изучить давление в жидкости на дно и стенки сосуда.
- ☝ Экспериментально проверить действие гидростатического давления.

- ☝ Узнать, с помощью каких аппаратов, проводят исследование дна морей и океанов.
- ☝ Рассчитать давление на различных глубинах, которые покорил человек.
- ☝ Подготовить для кабинета физики презентацию по теме «Исследование морских глубин» и ознакомить одноклассников с этим вопросом.

### ***Гипотезы исследования:***

- ☒ Если на тело, погруженное в жидкость, действует давление, то глубиной оно увеличивается.
- ☒ Если давление на разной глубине разное, то существуют приспособления и аппараты, которые позволяют исследовать морское дно.

### ***Методы исследования:***

1. Поисковые: поиск информации, изучение публицистической и научной литературы;
2. Теоретические: анализ, сопоставления, сравнения, обобщение результатов исследования;
3. Практические: подготовка презентации.

Практическое значение исследования: выступление перед одноклассниками с результатами своей исследовательской работы.

## **Давление. Гидростатическое давление.**

1. Давление – это физическая величина сплошной среды, равная количественно силе, давящей на единицу площади перпендикулярно поверхности, причем поверхность может располагаться в любой плоскости пространства. Давление бывает атмосферным, гидростатическим и кровяным.

Давление – это скалярная физическая величина, равная отношению модуля силы, действующей перпендикулярно поверхности, к площади этой поверхности:

$$p = \frac{F}{S}, \text{ где}$$

$F$  – сила, действующая на тело перпендикулярно его поверхности – сила давления. Часто в задачах сила давления равна весу тела.

$S$  – площадь поверхности, к которой приложена сила.

При равной силе можно получить разное давление, так как оно зависит от площади поверхности, чем меньше площадь, тем больше давление. Кроме того, чем больше сила давления, тем давление больше.

За единицу давления в системе СИ принимают Паскаль:

$$[p] = 1 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = 1 \text{Па}$$

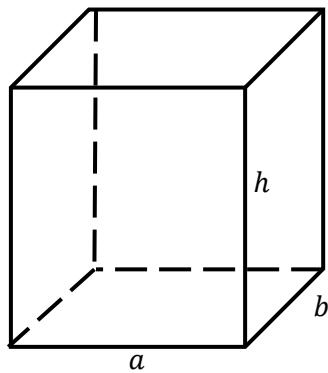
2. Все тела состоят из атомов или молекул (частицы вещества), которые беспорядочно двигаются, а также взаимодействуют с силами притяжения и отталкивания. Именно различиями в тепловом движении этих частиц, а также их взаимодействием при разных условиях обуславливается факт существования у вещества нескольких агрегатных состояний: газообразное, жидкое, твёрдое. А значит и давление, производимое этими веществами.

Жидкости, в отличие от твёрдых тел, обладают ближним порядком в расположении частиц вещества. Частицы в жидкостях «упакованы» плотно и, как в твёрдых телах, совершают колебания около положения равновесия. По-

пыта сжать жидкость быстро приводит к деформации молекул и встречает мощное сопротивление со стороны жидкости. То есть жидкости практически не сжимаемы. Хотя молекулы жидкости расположены почти так же, как в твёрдом теле, жидкость обладает текучестью. Это объясняется тем, что, в отличие от твёрдого тела, колебания молекул около положения равновесия в жидкости не вечноы, в какой-то момент времени молекула совершает «скакок», переходя в другое положение. Следовательно, жидкость хорошо сохраняет объём, но не сохраняет форму.

Как результат в покоящейся жидкости существует два вида статического давления: гидростатическое и внешнее. Вследствие притяжения к Земле жидкость оказывает давление на дно и стенки сосуда, а также на тела, находящиеся внутри нее. Давление, обусловленное весом столба жидкости, называется *гидростатическим*. Давление жидкости на разных высотах различно и не зависит от ориентации площадки, на которую оно производится.

Рассмотрим сосуд формы прямоугольного параллелепипеда, в котором находится жидкость.



$S = ab$  – площадь дна сосуда,

$h$  – высота столба жидкости,

$\rho$  – плотность жидкости.

Если  $p = \frac{F}{S}$  (1),

где  $F = mg$ ,  $m = \rho V$ ,  $V = Sh$ , то подставив все в формулу (1), получаем:

$$p = \frac{\rho g S h}{S} = \rho g h$$

То есть гидростатическое давление зависит от плотности жидкости, от ускорения свободного падения и от глубины, на которой находится

рассматриваемая точка. Оно не зависит от формы сосуда, в котором находится жидкость.

Глубина отсчитывается по вертикали от рассматриваемой точки до уровня свободной поверхности жидкости. В условиях невесомости гидростатическое давление в жидкости отсутствует, так как в этих условиях жидкость становится невесомой.

Давление в жидкости подчиняется основному закону гидростатики – закону Паскаля, установленному в 1646 году французским ученым Блезом Паскалем (1623-1662): давление, производимое на жидкость или газ, передается одинаково по всем направлениям.

## **Экспериментальное доказательство существования давления в жидкости.**

Я решила экспериментально проверить существование гидростатического давления. Для своих опытов я использовала оборудование кабинета физики и подручные материалы.

### 1. Опыт, подтверждающий существование давления в жидкости.

Нальем воду в стеклянный сосуд, дно которого затянуто резиновой пленкой. Под действием веса жидкости пленка прогибается. Чем больше столб жидкости, тем сильнее прогибается пленка. Опустим трубку с резиновым дном, в которую налита вода, в другой более широкий сосуд с водой. Резиновая пленка выровняется, когда высоты столбов жидкости снаружи и внутри равны.(Приложение)

### 2. Опыт, показывающий, что на одном и том же уровне давление жидкости одинаково.

Данный опыт проводится с прибором по изменению давления на различной глубине. Манометр фиксирует разное давление. (Приложение)

### 3. Опыт, показывающий, что жидкость действует на стенки сосуда, и что давление с глубиной изменяется.

Возьмем высокий сосуд, в котором на боковой поверхности на разных высотах сделаны три небольших отверстия. Закроем их и наполним сосуд водой. Затем откроем отверстия, и увидим, что вода вытекает с разным напором: чем выше столб жидкости, тем большее давление оказывает жидкость на дно сосуда, а значит и напор воды сильнее. (Приложение)

## **Исследование морских глубин.**

### **1. Давление в морях и океанах.**

Давление водяного столба высоты 10 метров равно одной атмосфере. Плотность морской соленой воды на 1-2% больше, чем плотность пресной воды. Поэтому можно с достаточной точностью считать, что погружение в море на каждые 10 метров дает увеличение гидростатического давления на одну атмосферу. Например, подводная лодка, погрузившаяся на 100 м под воду, испытывает давление, равное 10 атм (сверх атмосферного), что примерно соответствует давлению внутри парового котла паровоза. Таким образом, каждой глубине под поверхностью воды соответствует определенное гидростатическое давление.

На очень больших глубинах уже начинает быть заметной сжимаемость воды: вследствие сжатия плотность воды в глубоких слоях больше, чем на поверхности, и поэтому давление растет с глубиной несколько быстрее, чем по линейному закону, и график давления несколько отклоняется от прямой линии. Добавка давления, обусловленная сжатием воды. На наибольшей глубине океана, равной 11 км, она достигает почти 3% от полного давления на этой глубине.

Глубина океанов достигает нескольких километров. Поэтому на дне океана огромное давление. Так, например, на глубине 10 км давление составляет около 100 000 000 Па.

Человек при специальной тренировке может без особых предохранительных средств погружаться на глубины до 80 м, давление воды на таких глубинах около 800 кПа. На больших глубинах, если не принять специальных мер защиты, грудная клетка человека может не выдержать давление воды.

## 2. Погружение без специальных приспособлений.

Погружаться под воду люди начали достаточно давно. Уже в 4 тысячелетии до нашей эры находились смельчаки, которые ныряли в бездну, чтобы добыть кораллы. Так же известны случаи, когда воины под водой выстраивали целые искусственные рифы для вражеского судна или же совершали другие мелкие шалости, например, обрезали якоря. Для дыхания они приспосабливали трубки и мешки с воздухом. Но такие устройства были неудобны – мешки постоянно всплывали на поверхность, да и воздуха в них помещалось маловато. Опытные, хорошо тренированные ныряльщики (ловцы жемчуга), задерживая дыхание на 1-2 мин, погружались без всяких приспособлений на глубину 20-30 (а иногда и более) метров.

В романе Ж. Верна «Двадцать тысяч лье под водой» есть такой диалог между профессором Аронаксом и капитаном Немо:

Господин профессор, - обратился ко мне капитан Немо, - ловцы жемчуга – водолазы работают в две смены. Погружаясь на глубину двенадцати метров, они держат между ногами тяжелый камень, который выпускают, достигнув нужной глубины. Тогда гребцы вытягивают камень, привязанный к веревке, обратно на борт.

- Стало быть, первобытный способ ловли жемчуга все еще практикуется?
- Практикуется, к сожалению, - отвечал капитан Немо,
- Мне кажется все же, что ваш усовершенствованный скафандр мог бы оказать большую помощь в этом деле.
- Да! Бедные ловцы жемчуга не могут долго оставаться под водой. Я знаю, что некоторые водолазы остаются под водой пятьдесят семь секунд, а самые выносливые даже восемьдесят семь секунд; но таких очень немного; и у этих несчастных, когда они возвращаются на борт, из ушей и носа течет вода, окрашенная кровью. Водолазы не доживаю до старости. Они рано

дряхлеют, слабеет зрение, глаза начинают гноиться, тело покрывается язвами, и они часто умирают под водой от кровоизлияния в мозг.

Человек, оказавшийся под водой, естественно, испытывает ее давление. При погружении в воду без акваланга легкие сильно сжимаются. Действует так называемый закон Бойля. Он гласит, что если увеличивается давление среды, окружающей газ (воздух в легких), то газ сжимается. На больших глубинах разность между давлением воды, сжимающим грудную клетку, и давлением воздуха внутри ее возрастает настолько, что у человека уже не хватает сил увеличивать объем грудной клетки при вдохе и наполнять свежим воздухом легкие. А вот на глубине, превышающей 1,5 м, можно дышать только таким воздухом, который сжат до давления, равного давлению воды на данной глубине. Мировой рекорд погружения без какого-либо приспособления – 162 метра. На такой глубине легкие уменьшаются до размеров яблока. На каждый квадратный сантиметр тела здесь давит вес в 17 килограммов. Кажется, что у ныряльщика должны сломаться все кости. Но скелет справляется с этой нагрузкой, так как давление воды воздействует на него равномерно со всех сторон.

### 3. Акваланг.

В настоящее время на глубинах до 90м используется водолазный костюм, выполненный из прорезиненной ткани. Он даёт возможность человеку быть под водой подвижным, способным к абсолютно любой работе. Такой костюм предназначен для любых видов погружения с аквалангом.

Акваланг представляет собой баллон со сжатым воздухом. Современный акваланг был изобретён в 1943 году известным французским исследователем Жак-Ивом Кусто в сотрудничестве с талантливым инженером Эмилем Ганьян. Акваланг позволяет находиться под водой от нескольких минут (на глубине около 40 м) до часа и более (на небольших глубинах). Спуски с аквалангом на глубины более 40 м не рекомендуются, так как вдыхание воздуха, сжатого до

большого давления, может привести к азотному наркозу. У человека нарушается координация движений, мутится сознание.

С увеличением глубины погружения аквалангиста увеличивается масса воздуха, попадающего в организм за один вдох, возрастает также и его растворимость в крови. Кислород организм использует, а азот, содержащийся в воздухе, накапливается в крови в растворённом состоянии. На глубине это не опасно, но при подъёме на поверхность азот начинает выделяться из крови в виде пузырьков, которые закупоривают кровеносные сосуды. Это кессонная болезнь, она может привести к параличу и даже смерти. Чтобы этого избежать, аквалангистам необходимо подниматься на поверхность очень медленно, тратя на подъём полчаса-час (за это время кровь успевает уносить зарождающиеся пузырьки азота). Если аквалангисту требуется долго находиться на большой глубине, для него готовят специальный «воздух», в котором азот заменяют на гелий, который меньше растворяется в крови.

#### 4. Скафандр.

Существуют так же жесткие скафандры, дающие возможность большего проникновения в глубь океана. Наибольшая глубина погружения водолаза в первых жестких скафандрах была немногим больше 200 м. Такой скафандр связан с кораблем с помощью шланга, по которому подается воздух, он сковывает движения водолаза, мешает быстрому передвижению последнего под водой, и ограничивает свободу работы. Стенки этого скафандра имеют толщину больше сантиметра. Поскольку оболочка принимает на себя чудовищное давление на больших глубинах (от 30 до 60 атмосфер), она совершенно жёсткая.

Современный водолазный скафандр – это снаряжение, предназначенное для глубоководных (до 600 метров) работ, во время которых на водолаза действует обычное атмосферное давление, что снимает проблему декомпрессии, исключает азотное, кислородное и иные отравления.

## 5. Батискаф.

Батисферой (от греческого bathysглубокий – и sphaira – шар) называется глубоководный аппарат в форме шара (из стали или титанового сплава). Под воду он опускается с судна на тросе. Внутри шара помещаются 1 – 2 человека, запасы воздуха, научная аппаратура и телефон для связи с поверхностью. Максимальная глубина погружения, достигнутая с помощью батисферы в 1948 г., составляет 1360 м. В настоящее время батисферы практически перестали строить, заменив их более маневренными и безопасными батискафами.

Батискаф (bathysглубокий – и skaphos – судно) состоит из стального шара-гондолы, в котором размещается экипаж 2 – 3 человека, аппаратура, средства связи и жизнеобеспечения и поплавка-корпуса, заполненного более легкой, чем вода жидкостью (обычно бензином). Плавучесть аппарата, а стало быть и глубина погружения, регулируется сбросом балласта или выпуском части бензина. Перемещается батискаф с помощью гребных винтов, приводимых в движение электродвигателем, который питается от аккумуляторных батарей.

Первый батискаф был построен в 1948 г. известным французским исследователем глубин, профессором Огюстом Пикаром. Стальная оболочка сферы, служащей гондолой для экипажа, имела толщину около 9 см. В этом защитном панцире были проделаны два конусообразных отверстия (иллюминаторы), заделанных толстыми усеченными конусами из плексигласа. В районе иллюминаторов толщина оболочки достигала 15 см. Поплавок, разделенный на шесть танков, был заполнен легким бензином. Эта необычная конструкция существенно отличалась от всех предшествующих аппаратов для завоевания глубин моря: она могла действовать совершенно автономно, без каких бы то ни было тросовых или кабельных соединений с надводным судном. Рекорд глубины, установленный Пикаром во время второго погружения в Средиземном море, составил 3140 м.

В нашей стране для исследования глубин до 12 тыс. м применяют управляемый на расстоянии батискаф-автомат. Эти аппараты предназначены для наблюдения за косяками рыбы и разведки новых рыболовных районов, а также для исследования морских течений. Глубоководные аппараты пока еще, к сожалению, весьма тихоходны. Поэтому целью конструкторов является разработка и внедрение больших по размерам и более скоростных глубинных судов. Неплохо зарекомендовали себя, например, наши «Миры», в частности, использовавшиеся при обследовании места гибели «Титаника» и нашей подлодки «Курск», но и они пока не отвечают полностью тем требованиям, что предъявляют к ним исследователи океанских глубин.

## 6. Подводная лодка.

Подводная лодка (подлодка, субмарина) – класс кораблей, способных погружаться и длительное время действовать в подводном положении. В отличие от надводного судна, обладает способностью преднамеренно изменять свою осадку вплоть до полного погружения в воду и ухода на значительную глубину за счёт заполнения забортной водой цистерн главного балласта. Погружение и всплытие подводной лодки осуществляется за счёт погашения и восстановления запаса плавучести.

Как физический объект, она подчиняется закону Архимеда: на тело, погруженное в жидкость, действует сила, направленная вверх и равная весу вытесненной им жидкости. Этой «подъемной силой» можно управлять с помощью изменения веса лодки. Для погружения субмарины забортная вода принимается в ее балластные цистерны. Чтобы лодка всплыла – их осушают, продувая сжатым воздухом. Поэтому у подводного корабля различают два водоизмещения – надводное (нормальное) и подводное. Лодка на значительной глубине испытывает огромное давление, поэтому ее корпус чаще всего двойной. Имеет цилиндрическую форму и изготавливается из толстой высококачественной стали или титанового сплава с ребрами жесткости. Это – прочный корпус. Для улучшения мореходных качеств лодки сверху на прочный

«надет» легкий корпус. В промежутке между ними обычно находятся балластные цистерны и емкости с топливом. Для повышения живучести субмарины ее прочный корпус разделен поперечными водонепроницаемыми переборками на несколько автономных отсеков (от трех до десяти). Лодка находится под водой во взвешенном состоянии. Форма корпуса лодок до второй половины XX века больше подходила для плавания на поверхности, поскольку погружались они сравнительно недолго. Современные субмарины, наоборот, приспособлены в первую очередь к подводной гидродинамике. Их родная стихия – мир безмолвия. Глубина погружения современных подводных лодок составляет 400-500 метров, максимальная обычно имеет несколько большие значения.

Максимальная глубина погружения подводной лодки в мире пока все еще принадлежит «Комсомольцу». Этот рекорд был установлен в 1985 году, когда советская субмарина достигла 1027 метров ниже поверхности моря.

## 7. «Подводный дом».

Осенью 1962 года Жак-Ив Кусто создал первый подводный дом в рамках проекта "Преконтинент-1". Его установили в гавани Марселя на глубине 10 м. Дом был изготовлен из обычной металлической цистерны и за сходство с бочкой неофициально прозван "Диоген". Экипажем подводного поселения было два человека — Альбер Фалько и Клод Весли, пробывшие на глубине 10 м одну неделю. Эксперимент был признан успешным. Всего было установлено три дома, но на дальнейшее развитие проекта не нашлось финансирования. Кстати, последнее поселение в рамках проекта "Преконтинент-3" находилось уже на 100-метровой глубине.

## Расчеты давления на различных глубинах, которые покорил человек.

Зная глубины погружения человека и различных аппаратов, я рассчитала примерные давления.

- 1) В 2002 году французский фридайвер ЛоикЛеферм установил поистине удивительный рекорд. Без акваланга он погрузился на глубину 162 метра. До этого его же рекорд был 137 метров. В 2004 году ЛоикЛеферм решил установить еще один рекорд. Он погрузился на глубину 171 метр, но выплыть так и не смог.

<p>Дано:</p> $p = 1030 \text{ кг/м}^3$ $h = 162 \text{ м}$	<p>Решение:</p> $P = pgh$ $P = 1030 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 162 \text{ м} = 1668,6 \text{ кПа}$
--	--

$P - ?$

Ответ: 1668,6 кПа

- 2) Мировой рекорд погружения с аквалангом принадлежит французскому дайверу Паскалю Бернабе, который, кстати, в повседневной жизни учитель младших классов. В июле 2005 года он меньше чем за 10 минут погрузился на глубину в 330 метров (хотя изначально планировал покорить расстояние в 320 метров, но веревка растянулась и он преодолел лишние 10 метров). Зато всплытие тянулось 9 часов. К этому результату дайвер готовился 3 года.

<p>Дано:</p> $p = 1030 \text{ кг/м}^3$ $h = 330 \text{ м}$	<p>Решение:</p> $P = pgh$ $P = 1030 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 330 \text{ м} = 3399 \text{ кПа}$
--	--

$P - ?$

Ответ: 3399 кПа

- 3) 26 марта 2012 года Джеймс Кэмерон: «Суши, это Deepsea Challenger. Я на дне. Глубина — 10 898 метров... системы жизнеобеспечения работают нормально, все в порядке».

<p><b>Дано:</b></p> $\rho = 1030 \text{ кг/м}^3$ $h = 10898 \text{ м}$ <hr/> <p><b>P - ?</b></p>	<p><b>Решение:</b></p> $P = \rho g h$ $P = 1030 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 10898 \text{ м} =$ $112249,4 \text{ кПа}$
--	--

**Ответ:** 112249,4 кПа

- 4) Советская субмарина в 1985 году достигла 1027 метров

<p><b>Дано:</b></p> $\rho = 1030 \text{ кг/м}^3$ $h = 1027 \text{ м}$ <hr/> <p><b>P - ?</b></p>	<p><b>Решение:</b></p> $P = \rho g h$ $P = 1030 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 1027 \text{ м} =$ $10588,1 \text{ кПа}$
---	--

**Ответ:** 10588,1 кПа

## **Заключение.**

Гидростатика – это один из разделов гидравлики, изучающий равновесное состояние жидкости и давление, возникающее в жидкости, покоящейся на различных поверхностях. Гидростатическое давление – основополагающее понятие в гидростатике. Причиной гидростатического давления являются: вес самой жидкости и давление, которое приложено к поверхности жидкости.

Считаю, что поставленные задачи реализованы: проведенные мной опыты доказывают существование давления в жидкости, а расчеты – увеличение давления с глубиной. Для исследования глубин морей и океанов действительно необходимо учитывать гидростатическое давление.

Наверняка можно найти много других интересных фактов, которые, к сожалению, не удалось включить в данную работу – исследование озера Байкал, экспедиция Кусто, спасение подводников и многое другое. Могу сказать однозначно, что тема «Давление твердых тел, жидкостей и газов» одна из самых интересных в курсе физики 7 класса.

## Список литературы.

- 1. [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D1%8F](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BB%D0%BD%D0%B8%D1%8F)
- 2. Перышкин А.В. Физика. – М.: Дрофа, 2017
- 3. Кириллова И.Г. Книга для чтения по физике – М.: Просвещение, 2009
- 4. Ланина И.Я. не уроком единым: Развитие интереса к физике. – М.: Просвещение, 2011. – 223с.: ил.
- 5. Колтун М.М. Мир физики: (для ст. шк. возраста); ил – М.: Просвещение, 2008.-176с:ил.
- 6. Жак Иф Кусто «Подводный мир глазами Кусто».
- Интернет источники:  
<http://pochemistry.net/?n=558>
- [http://znaniya-sila.narod.ru/solarsis/zemlya/earth\\_ocean\\_22.htm](http://znaniya-sila.narod.ru/solarsis/zemlya/earth_ocean_22.htm)
- <http://www.fizika.ru/fakultat/index.php?id=4230&theme=4>
- <http://phscs.ru/physics7/ocean-pressure>
- [http://sernam.ru/book\\_phis\\_t1.php?id=161](http://sernam.ru/book_phis_t1.php?id=161)