

ОПРЕСНЕНИЕ МОРСКОЙ ВОДЫ В БЫТОВЫХ УСЛОВИЯХ

Рогачёв А.А.

г. Пятигорск, МБОУ «НОШ №17», 4 «А» класс

Руководители: Халявина Л.В., г. Пятигорск, МБОУ «НОШ №17», учитель начальных классов;
Тихонова Т.Н., г. Пятигорск, МБОУ «НОШ №17», руководитель школьного научного общества «Эврика»

Данная статья является реферативным изложением основной работы. Полный текст научной работы, приложения, иллюстрации и иные дополнительные материалы доступны на сайте VI Международного конкурса научно-исследовательских и творческих работ учащихся «Старт в науке» по ссылке: <https://school-science.ru/6/23/37781>.

Значение воды в жизни человека

Вода – самое удивительное из всех веществ. Она встречается в естественных условиях на поверхности Земли во всех трёх своих физических состояниях: твердом, жидком и газообразном (в виде льда, воды и водяного пара, соответственно).

Живое человеческое тело содержит от 50% до 70% воды, в зависимости от веса и возраста (рис. 1). Чем старше человек, тем меньше содержание воды в его организме.

Без еды человек может прожить несколько месяцев, а без воды от 3 дней до 2 недель в редких случаях. 10 дней считается уже рекордом, но при этом организму наносится непоправимый вред – могут пострадать мозг, почки и сердце.



Рис. 1. Содержание воды в организме человека

Одним из главных факторов хорошего самочувствия человека является текучесть крови. Если она из-за отсутствия жидкости ухудшается, кровь прекращает нормально транспортировать кислород и питательные вещества к различным органам. Именно из-за этого без воды человек гораздо меньше, может прожить, чем без еды.

Казалось бы, уж чего-чего а воды на Земле предостаточно. Объём гидрос-

феры (Приложение 5) составляет порядка 1390 млн км³. Если распределить всю эту воду равномерно по всей поверхности земного шара, то получится слой воды толщиной в 3 км. Однако почти вся эта вода непригодна для использования людьми в быту и в производстве в чистом виде. Так как она солёная.

Цель работы. Выяснить может ли человек не в лабораторных или производственных условиях, а с помощью подручных средств, опреснить морскую воду (воду с содержанием соли 35 граммов на литр), сделав из неё пригодную для питья (Приложение 1)?

Задачи проекта:

- выяснить почему только пресная вода пригодна для употребления человеком;
- с помощью литературы и экспертных интервью изучить имеющиеся на сегодня методы опреснения солёной воды;
- опытным путём получить из солёной воды пресную или воду с небольшим содержанием солей;

Актуальность выбранной темы. Владение навыками выживания в экстремальных условиях, равно как и умение оказать первую помощь (Приложение 5), никогда не теряют своей актуальности.

Заблудиться на местности или оказаться в открытом море без запасов воды – эти чрезвычайные ситуации могут случиться с каждым человеком. Особенно сегодня, когда активно развивается туризм, когда становится популярным семейный туризм (с детьми), однако привычные маршруты путешественникам наскучили, и они ищут новые впечатления.

Дальние походы с неопытными проводниками, сафари по степям и пустыням, нелегальные морские прогулки на частных судах – всё это может поставить под угрозу жизнь и здоровье людей, окажись они один на один с морской водой.

Гипотеза. Опреснение солёной воды возможно в бытовых условиях. В неограниченных объёмах.

Сроки проведения исследований. Я проводил комплекс опытов дважды: с 05 по 11 декабря 2016 года и с 06 по 12 марта 2017 года. В первый раз я не сфотографировал результаты своих опытов, поэтому понадобился второй. Однако то, что я провёл эксперименты два раза является безусловным плюсом – идентичность полученных результатов лишней раз подтверждает правильность моих действий и показывает закономерность итогов.

Место проведения исследований. Исследования проводились в домашних условиях. При проведении опытов использовались предметы, которые обычно имеются под рукой в походах, в морских путешествиях. Аналог морской воды был получен путём изготовления солевого раствора 35 граммов соли на 1 литр воды.

Методика работы. Для подготовки своей работы я прибегнул к научной и научно-популярной литературе, которую взял в городской библиотеке.

Также я использовал интернет-источники, стараясь выбирать авторитетные и достоверные сайты, информацию для которых готовят специалисты, а не копирайтеры.

Впервые в своей практике я обратился к экспертам – учёным-гидрологам и экологам. Вместе с мамой мы отыскали их контактные данные и написали им письма. Очень приятно, что учёные с мировым именем откликнулись на наши обращения и поделились своим опытом.

Все полученные знания я использовал при проведении опытов, что стало практической частью моей работы, её доказательной составляющей.

Результаты исследований

1. Обзор литературы и экспертных мнений

Почему нельзя пить солёную воду?

Примерно 97% от общего объёма водных ресурсов планеты – это солёная вода – моря и океаны.

И более 3% приходится на пресную воду (Приложение 5). Получается, что пригодной для человека воды в природе совсем немного. Особенно, с учётом того, что большая часть пресных запасов труднодоступны. На воды ледников приходится 1,86%, на подземные воды – 1,68% и на поверхностные воды суши – около 0,02% (рис. 2).

Морскую воду пить нельзя. И не только потому, что она неприятна на вкус. Употребление морской воды в пищу может привести к различным заболеваниям и даже летальному исходу. Почему?

Согласно справочным данным, суточное потребление соли человеком, в среднем, составляет 10 граммов, а в условиях жаркого климата, вследствие повышенного потоотделения, до 15–20 граммов. Одновременно это считается и предельно-допустимой нормой. Хотя, например, по рекомендациям ВОЗ (Приложение 5), ежедневное употребление соли для взрослого человека должно быть ещё меньше – 5 граммов (одна чайная ложка) (Приложение 1).

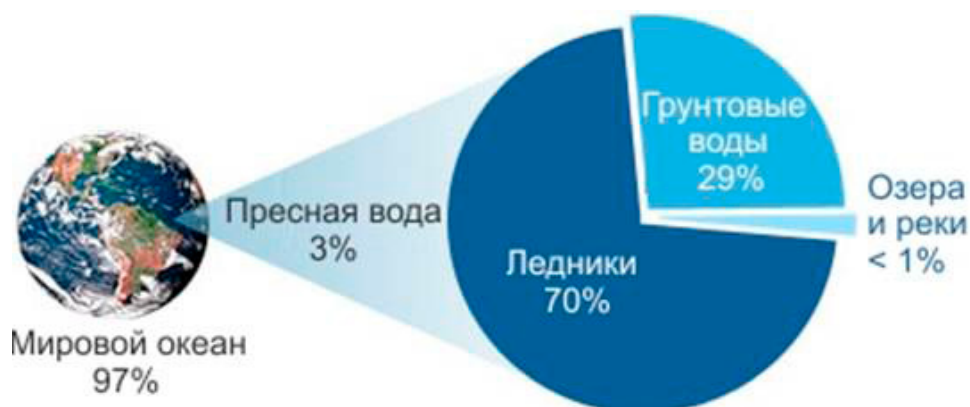


Рис. 2. Соотношение солёной и пресной воды в гидросфере Земли

В это же время известно, что среднестатистический человек ежедневно поглощает 2 литра жидкости. В пресной воде содержание соли – до 1 грамма на литр. В литре морской воды содержится 35 граммов соли. Соответственно, употребив вышеуказанные 2 литра солёной воды за 24 часа, человек получит до 70 граммов соли, что в 7 раз (!) превышает суточную норму.

Выделительная система человека просто не в состоянии будет вывести такой избыток соли. Это будет попросту нечем сделать, ведь вода, предназначенная для «вымывания» лишних солей, сама солёная. В таком случае организм начнет вырабатывать воду из собственных запасов. Как следствие – обезвоживание за несколько дней и гибель человека.

Но, что делать в экстремальных ситуациях – когда человеку недоступна пресная вода, а доступна солёная?

2. Результаты наблюдений и опыты

2.1. Теория

Как я выяснил, опреснение морской воды может осуществляться химическими, физическими и биологическими методами.

Химические методы – это ионные обмен или осаждение, когда особые осаждающие реагенты взаимодействуют с солями морской воды и образуют нерастворимые соединения, которые можно отфильтровать.

К физическим относятся дистилляция (выпаривание), вымораживание, электродиализ (процесс изменения концентрации электролита (Приложение 5) в растворе под действием электрического тока) или, например, метод обратного осмоса – промышленный метод, в основе которого находится применение двух полупроницаемых мембран из ацетата целлюлозы и полиамида – небольшие молекулы воды могут проникать через них без ограничений, в то время как более крупные ионы соли и примесей задерживаются.

Биологические методы основаны на использовании способности некоторых фотосинтезирующих (Приложение 5) водорослей избирательно поглощать NaCl (поваренная соль, которой мы солим еду) из морской воды.

За последние годы были также предложены новые альтернативные методы опреснения морской воды за счёт воздействия ультразвуком, акустическими, ударными волнами, электромагнитными полями и др.

В быту наиболее доступны физические методы опреснения солёной воды, которые я и использовал.

2.2. Практическая часть

Опыт 1 (подготовительный). С помощью этого опыта мы убедимся, что пресная вода имеет свойство выпариваться при нагревании (Приложение 3).

Необходимо налить в ёмкость, пригодную для использования на газовой или электрической плите, 1 литр пресной воды. Добавить 35 граммов соли (для максимальной точности нужное количество соли отмерить на электронных весах – рис. 3), перемешать.

У нас получился раствор, идентичный морской воде. Под наблюдением взрослых я кипятил эту воду до полного её выкипания – до тех пор, пока вся вода не превратилась в пар, а на дне остался лишь белый порошок. Попробовав порошок на вкус, я понял, что это и есть та соль, которая была растворена в воде (рис. 4).

Я взвесил эту оставшуюся соль – её масса составила около 35 граммов.

С помощью этого опыта мы убедились, что в бесконечном круговороте участвует вода и только вода: испаряется с поверхности морей и океанов, собирается в дождевые тучи, дождём проливается на землю, стекает с возвышенностей в виде ручьёв и рек, растворяет по пути соли из почвы и снова наполняет моря.

Соль в этом круговороте не задействована. Поэтому соль постепенно накапливается в морях и океанах и её уже набралось там так много, что мы ощущаем её вкус.



Рис. 3. 35 г соли и 3 г – масса пластиковой ёмкости



Рис. 4. Выпаренная соль массой 35 г

Опыт 2. Попытаемся собрать выпариваемую воду – не дать ей испариться безвозвратно. По-научному этот процесс на-

зывается дистилляцией или возгонкой (Приложение 3).

Для опыта нам понадобится полиэтиленовая плёнка (пакет), ёмкость с большим диаметром (кастрюля), маленькая ёмкость для сбора пресной воды (чашка).

Конструкция самодельного опреснителя проста. В кастрюлю наливаем морскую воду так, чтобы её уровень был ниже высоты чашки. В середину ёмкости ставим вышеупомянутую чашку. Сверху, подобно крыше, герметично натягиваем пакет. После этого на пакет кладём небольшой грузик (камешек, гайку) так, чтобы поверхность пакета провисала как раз над чашкой. Ставим конструкцию в солнечное место и ждём.

Нагреваясь, вода в большой ёмкости испаряется и конденсируется на «крыше» из пакета. Когда капли становятся достаточно крупными, они начнут стекать по наклону и капаят прямо в чашку. Это пресная, чистая вода – ведь испаряется именно она, а все соли и прочие загрязнения остаются в большой ёмкости.

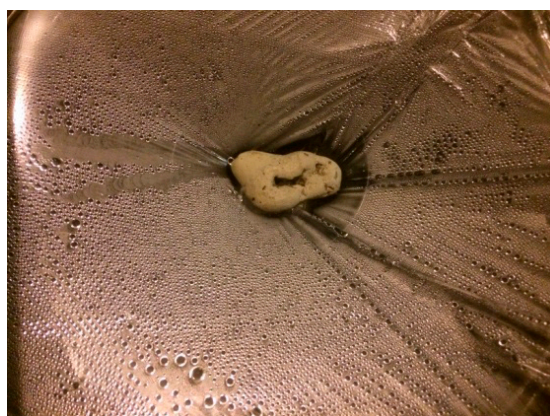


Рис. 5. Основные этапы опыта 2

Опыт 3. Замораживание (Приложения 2,3).

Я слышал, что к такому методу опреснения воды прибегают северные народы, например, эскимосы. Они выставляют на мороз ёмкость с солёной водой и ждут, пока там не образуются кристаллики льда. Этот лёд собирается и растапливается – и воду можно пить. Я был уверен, что идея замораживания строится на том, что соль не попадает в лёд при заморозке, поскольку образование льда происходит только из молекул воды.

Однако на деле всё не совсем так. Поставив ёмкость с солёной водой (1,5 литра) комнатной температуры в морозильную камеру (-18°C), уже через три часа я получил лёд толщиной в 5 см, занявший половину объёма моей ёмкости. Но лёд оказался солёным (рис. 6). И чем дольше в морозильной камере находилась вода, тем солонее был лёд!



Рис. 6. Солёный лёд

Обратившись к энциклопедии, я разобрался, что морской лёд – сложное физическое тело. Он состоит из кристаллов пресного льда, рассола (Приложение 5), пузырьков воздуха и различных примесей.

Морская вода замерзает поэтапно: она не сразу покрывается ледяной коркой, как пресная. Сначала при температуре от 0°C в лёд превращается пресная составляющая морской воды. Именно эти льдинки – первые маленькие кристаллы – и собирают эскимосы. Их надо успеть собрать, пока к ним не «приросли» солёные частицы. Солёная же вода замерзает при температуре -1,8°C. И чем солонее вода, тем ниже температура требуется для её замерзания.

Я второй раз поместил ёмкость с солёной водой в морозильную камеру, но уже чаще стал навещать туда и смотреть, что происходит. Первые кристаллы льда стали появляться через 30 минут, когда темпера-

тура воды стала уходить в отрицательную плоскость. Этот лёд был пресным! Можно растапливать и пить воду!



Рис. 7. Пресный лёд

«А как же айсберги?» – наверняка, спросите вы – «Как они могут быть пресными?» У меня, по крайней мере, такой вопрос возник. Оказывается, айсберги («айсберг» в переводе с немецкого – «ледяная гора») образуются не в море, а на суше – в Антарктиде, в Гренландии, на островах Канадского архипелага. Выпавшие снег и дождь уплотняются под собственной тяжестью и сползают с краев суши. Образуется так называемый шельфовый ледник, от краев которого откалываются огромные куски – айсберги. Поэтому вода в айсбергах пресная и экологически чистая

Выводы

Моя гипотеза подтвердилась частично: опытным путём я выяснил, что опреснение солёной воды возможно. Поэтому, если вы вдруг окажетесь в экстремальной ситуации и будете располагать только морской водой, не теряйте самообладания! Немного знаний и вы сможете утолить жажду.

Однако вторая моя догадка – о неограниченных объёмах получаемой пресной воды – не подтвердилась. Так, за 24 часа (сутки) из 3 литров солёной воды я получил около 40 мл пресной воды. Это всего две столовые ложки! Мне, конечно, не повезло с тёплыми солнечными днями (а я знаю, что чем выше температура окружающей среды, тем процесс происходит быстрее). И ради эксперимента я попробовал нагреть солёную воду под плёнкой на газовой конфорке. Образование капель на плёнке активизировалось на глазах. Но всё равно это были миллилитры воды, несоизмеримые с объёмом солёной воды в кастрюле.

Объём пресной воды, полученный путём замораживания примерно равнялся с полученной дистиллированной водой. Не погибнуть от жажды хватит. Но не более.

Заключение

1. Недостаток и избыток растворенных солей в воде – одинаково плохо

В результате своих исследований я сделал для себя еще один вывод – лучше использовать пресную воду рационально и бережно, чем потом получать её искусственно.

Почему? Во-первых, потому, что существующее многообразие методов получения пресной воды уже объясняет то, что ни один из них не может считаться универсальным, подходящим для любой ситуации.

Во-вторых, мы знаем, что природная пресная вода всё-таки содержит определенное количество растворенных веществ. А опреснённая искусственно насыщена ими в меньшей, или большей степени, или не насыщена совсем. И, как выясняется, это не совсем хорошо.



По словам Михаила Маркова, кандидата географических наук, доцента, заместителя директора по научной работе ФГБУ «Государственный гидрологический институт», ультрапресная, выпаренная, или талая снеговая вода при длительном употреблении может навредить здоровью, так как она поч-

ти не содержит растворенных веществ и поэтому «вымывает» их из организма, особенно кальций, необходимый для укрепления костей, крепости зубов и т.д.

Много растворенных солей тоже плохо. Это подтверждает Илья Тромбицкий, доктор биологических наук, руководитель Международной ассоциации хранителей реки Днестр «Есо-Тирас».

«Опреснённая вода безопасна,- говорит Илья Давидович – если в ней содержится солей не более 1 грамма соли на 1 литр».



2. Неравномерное распределение пресной воды на Земле. Экология

Наукой доказано, что даже имеющихся запасов пресной воды на Земле было бы достаточно, если они были бы распределены равномерно по всей ее поверхности (рис. 8). Но на Земле много мест, где выпадает мало осадков – основного возобновляемого источника пресной воды. В этих местах воду экономят, получают путем опреснения морской воды: есть проекты транспортировки айсбергов, доставки танкерами из районов, где воды много.

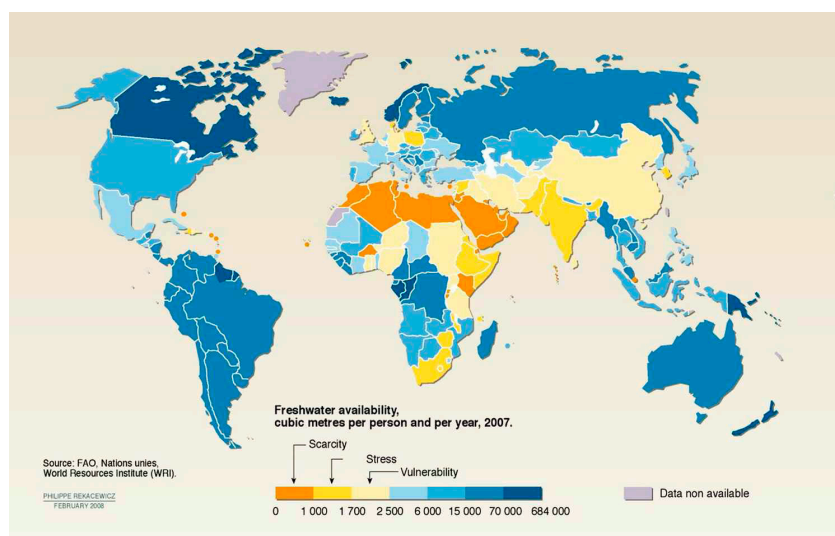


Рис. 8. Обеспеченность территорий Земли пресной водой

В некоторых странах дождей вообще не бывает, зато есть огромные запасы подземных вод. Так, в пустынной стране Ливии построено «8-е чудо света» – водовод от огромного месторождения подземных вод. Однако всё перечисленное очень дорого!

где идёт процесс прилипания хлопьев – коагуляция. Хлопья постепенно оседают. Это первая стадия осветления воды.

Вторая стадия – фильтрование. Всего 16 фильтров (в двух залах по восемь). При фильтровании вода сверху вниз прохо-



Рис. 9. Водовод в Ливии

Также есть большая проблема с загрязнением пресной воды. Такая вода не пригодна для питьевого и хозяйственного использования из-за содержащихся в ней вредных веществ. В большинстве случаев загрязняет воду человек.

3. Пресная вода. Трудный путь к потребителю

Казалось бы моя работа окончена. Но, увидев, каким трудом достаётся опреснение морской воды, я предположил, что и с привычной пресной водой из под крана, которую мы используем каждый день, и которой, кажется, нет конца, тоже не всё так просто.

Я отправился на экскурсию в филиал предприятия «Ставрополькрайводоканал» «Кубанские очистные сооружения водоснабжения». Это водозабор, расположенный в Карачаево-Черкессии, в поселке Октябрьский.

Ведущий инженер-технолог предприятия Алёна Романовна Дышекова подробно рассказала какой путь проделывает вода от водозабора (река Кубань и большой Ставропольский канал) и показала как проходят процессы очистки.

На кубанском водоводе три очереди и две стадии очистки.

На первой очереди вода из водоёмов поступает в смесители, где равномерно смешивается с реагентами (примерно 2,5 минуты), в результате чего образуются хлопья (это взвесь, проще говоря, грязь). Потом вода на 2,5–3 часа поступает в отстойники,

дид через кварцевый песок, дренажную систему и очищается.

На второй очереди аналогично: смесители – отстойники – фильтры. Здесь четыре фильтра. Если нужно, включают вторичное хлорирование (первичное происходит на смесителях). Далее вода поступает в резервуары чистой воды.

– Кубанская вода очень интересная, она приходит всегда разная, в зависимости от сезона, – рассказывает Алёна Дышекова. – Такая вода очень тяжело обрабатывается, сложно подобрать дозу реагента. Так, 12 августа 2016 года вода пришла мутностью 5000 мг/л (взвешенных частиц 10400 мг/л)! Практически никто из коллег не смог бы обработать такую воду, поскольку мощности предприятий рассчитаны на 800–1000 мг/л. Мы её обработали и подали потребителю ГОСТовскую – 1,5 мг/л. Даже ниже – 0,5 мг/л.

Октябрьский водозабор обслуживает территорию Пятигорска, Ессентуков, часть Железноводска и Лермонтова и прилегающие посёлки. Это более полумиллиона человек. За сутки обрабатывается порядка 260 тысяч кубометров воды летом и 210 тысяч кубометров зимой. Представляете? Коллектив предприятия 200 человек, режим работы круглосуточный. Часть работы вредная. Например, кто работает с хлором и реагентами, носят защитные костюмы.

Также я побывал в лаборатории, где делают пробы воды, подбирают количество реагента. Это непрерывная и ответственная

работа. Каждая новая порция воды отличается по составу и мутности и требует своей дозы реагента.

Не менее важен и вклад диспетчеров: на диспетчерский пульт круглосуточно поступает информация со всех узлов предприятия, и следует постоянно следить, чтобы показатели не вышли за рамки нормы. Ведь это равносильно экологической катастрофе: тысячи квартир, домов, больниц, школ и детских садов останутся без чистой воды, без основы для жизни.

4. Нет пресной воды – нет жизни

Тема опреснения солёной воды многогранна. Я рассмотрел частный случай, когда без пресной воды остаётся один человек или небольшая группа людей. Когда они попадают в экстремальную ситуацию. Опыты показали, что опреснение воды – процесс трудоёмкий и затратный по времени. И самое главное – объём полученной пресной воды ничтожен по сравнению с используемым объёмом морской воды.

В итоге моя работа привела меня к глобальному выводу о значимости пресной воды в жизни человека: природные запасы пресной воды надо беречь. То, что водные ресурсы планеты легко возобновляемы – это обманчивое мнение. Бездумное использование, производственные и бытовые загрязнения воды – всё это может привести к необратимым последствиям на Земле. Без пресной воды не будет жизни.

Мир бьёт тревогу. Согласно докладу ООН (Всемирной организации объединённых наций) от 2015 года, наша планета может столкнуться с 40%-м дефицитом пресного водоснабжения уже к 2030 году, если мы резко не улучшим управление этим ценным ресурсом.

В России 2017 год объявлен годом экологии. Отличный повод вспомнить о ценности пресной воды и задуматься.

Список литературы

1. Дубах Г.В., Табер Р.В. 1001 вопрос об океане и 1001 ответ. – Л.: Гидрометеиздат, 1977.
2. Новиков Ю.В., Сайфутдинов М.М. Вода и жизнь на земле / Наука, 1981.
3. Пироженов Т.А. Почему море солёное / ООО «Издательство АСТ», 2017.
4. <http://spacefacts.ru/news/technology/773-opresnenie-morskoy-vody-novyuy-egipetskiy-metod.html> (Space Facts – самые интересные факты).
5. https://ru.wikipedia.org/wiki/Морской_лёд.
6. https://ru.wikipedia.org/wiki/Великая_рукотворная_река.
7. Детская Энциклопедия, легендарное первое издание. – <http://de-ussr.ru/priroda-ludi/vod-obolochka/zamerzanie.html>.
8. Всё о воде. – <http://vseowode.ru/prosto-o-vode/temperatura-zamerzaniya-morskoy-vody.html>.
9. Экспертные мнения, полученные в ходе интервьюирования известных специалистов-гидрологов и экологов.
10. Водородное высокотемпературное термодистилляционное опреснение морской воды / РФ РАН ИСМАН, ЗАО «Производственно-строительная фирма «ГРАНТСТРОЙ»