

# ОКВО ИНКОГНИШО

Что мы представляем, когда слышим слово «жидкость»? Наверняка воду. Однако она не обычная, а аномальная жидкость, нарушающая многие закономерности, присущие другим жидкостям. Если бы не это обстоятельство, мир был бы совершенно другим.

ТЕКСТ: *Алексей Тимошенко*

## Н

аблюдая пар над кипящим чайником и попивая коктейль со льдом, мы сталкиваемся с первым из удивительных свойств воды. Казалось бы, что странного в трех состояниях вещества? Школьникам и рассказывают о них на примере льда, жидкой воды и пара. И мы воспринимаем это как само собой разумеющееся, не отдавая себе отчет в грандиозности происходящего.

А между тем на Земле нет иных веществ, которые существуют сразу в трех состояниях, да еще и в столь огромных количествах! Кислород, азот и углекислый газ перестают быть газами только при очень низких температурах, недостижимых в природе. А кварц, известняк или любой иной минерал – это твердые тела в любых совместимых с жизнью условиях. В жидком виде при нормальной температуре существует разве что нефть, но ее несравнимо меньше, чем воды.

Можно возразить, что «трехликость» воды – свойство скорее земного климата, чем самой воды. Находишь Земля подальше от Солнца, можно было бы представить мир с морями и океанами из сероводорода  $H_2S$  вместо  $H_2O$ . Но сероводород плавится при  $-80^\circ C$  и кипит при  $-60^\circ C$ . Промежуток, в котором сероводород остается жидким – всего 20 градусов, впятеро меньше, чем у воды.

Есть и более важное обстоятельство. Вода, в отличие от большинства иных жидкостей, требует очень много тепла для нагрева. Поэтому водоемы, в отличие от каких-нибудь сероводородоемов или метаноемов, намного дольше прогреваются. А по-

НА ЗЕМЛЕ НЕП ИНЫХ ВЕЩЕСТВ,  
КРОМЕ ВОДЫ. КОПОРЫЕ СУЩЕСТВУЮТ  
СРАЗУ В ПРЕХ СОСПОЯНИЯХ

том так же медленно остывают: этот эффект работает в обе стороны.

### Облако как атомная бомба

Будь «Вокруг света» желтой прессой, мы бы написали: «Шок! Физик рассказал о супернакопителе энергии! Это простая вода из-под крана». И не погрешили бы против истины!

Простой пример: в 2020 году все мировые электростанции выработали 27 петаватт-часов энергии. Этой энергии хватило бы, чтобы нагреть воды Байкала... всего на один градус.

Если бы не огромная теплоемкость воды, батареи водяного отопления пришлось бы делать в несколько раз больше, а радиатор автомобиля, пожалуй, не умещался бы под капот. Да и живым организмам было бы куда сложнее справляться с колебаниями температуры.

И это еще не все причины, по которым воду можно назвать супернакопителем энергии. Каждый, кто готовил еду, знает: закипевшая вода не обращается в пар мгновенно. Ей нужно довольно долго постоять на огне, прежде чем она выкипит. Дело в том, что даже при температуре кипения превращение жидко-

Облако, в котором конденсируется вода, по выделению тепла сопоставимо с ядерным взрывом

## ЛЕД ВЫДЕЛЯЕТ ТЕПЛО И ТЕПЛОМ САМЫМ ЗАМЕДЛЯЕТ ЗАМЕРЗАНИЕ ВОДОЕМА

сти в пар требует дополнительной энергии. Это так для всех жидкостей, но вода опять-таки выделяется своими «аппетитами». Превращение в пар литра воды с температурой 100 градусов требует столько же тепла, сколько ушло бы на нагрев еще одного литра воды с 20 до тех же 100 градусов! Необходимая для превращения воды в пар энергия в несколько раз больше, чем у многих других веществ.

Так же обстоит дело с плавлением льда. Мало нагреть лед до нуля по Цельсию, нужно еще и передать ему дополнительное тепло. Именно поэтому сугробы могут понемногу таять неделями, когда термометр давно уже показывает «выше нуля». И наоборот, лед, возникающий из остывшей до 0 °С воды, выделяет тепло и тем самым замедляет замерзание водоема. Внутри облаков, где пар превращается в капельки воды или тем более сразу в снежинки, тоже становится теплее. Облако, в котором конденсируется вода, по выделению тепла сопоставимо с ядерным взрывом! Только то событие моментальное, а ливень может продолжаться часами.

Еще один занятный факт: в XIX веке медленное таяние льда использовалось для торговли льдом между континентами. Парусники, нагруженные льдом в Северной Америке, разгружались в Индии. Остатков льда хватало еще и на перевозку фруктов в обратном направлении.

В мире, где вместо воды была бы какая-либо иная жидкость, земные озера, реки и моря оказались бы невозможны. Они бы гораздо легче пересыхали или промерзали, губя всю обитающую в них живность.

### Лед как дерево и снег как кирпич

У воды есть еще одно странное свойство, не характерное для жидкостей, но словно специально придуманное для создания водоемов в холодном климате. Если бы не оно, озера и реки промерзали бы до дна, и их обитатели не пережили бы зиму.

Практически любая жидкость при замерзании уплотняется, становится тяжелее. Но водяной лед легче воды. Поэтому он всплывает на поверхность, закрывая собой водоем от холодного воздуха. В ве-





дре, выставленном на улицу, лед может образовываться на дне или стенках. Но в больших водоемах дно и стенки всегда теплее: к ним поступает немного тепла из глубин планеты, а холодный воздух до них не добирается.

Лед хуже пропускает тепло, чем жидкая вода. Еще лучшая термоизоляция – снег. Свежий снег укрывает от мороза примерно как бревенчатая стена той же толщины, а слежавшийся – как стена из кирпича. Именно поэтому эскимосы делают жилища из снега – иглу. Справедливости ради, снег из любого иного вещества тоже хорошо держит тепло за счет пустот между кристалликами. Но лишь водный снег ляжет поверх корки льда, а не утонет сразу же!

### **Соль – эликсир жизни**

Задумывались ли вы, соля суп: что было бы, не растворяясь в воде поваренная соль? Правильный ответ: не было бы ни животных, ни растений, ни человека!

Многие клетки должны накапливать внутри электрический заряд. Это нужно для фотосинтеза, для обеспечения клетки энергией, для сокращения мышц и передачи нервного импульса. А как переместить электрические заряды через мембрану клетки? Перемещая растворенные в воде ионы: заряженные частицы натрия, калия, хлора и водорода.

Ионы натрия и хлора образуются при растворении обычной поваренной соли, которой в воде растворяется свыше 350 граммов на литр. А вот, к примеру, в этиловом спирте не получится растворить и 0,1 грамма соли на литр. Ни в масле, ни в бензине соль тоже не растворяется.

С другой стороны, способность растворять хороша в меру. Если бы вода растворяла все, весь мир был бы сплошным раствором, что тоже не дало бы возможности развитию живого. Но, к счастью, вода «не трогает» жиры, что позволяет сравнительно легко от нее оградиться. Этим пользуются водоплавающие птицы. С этановыми озерами спутника Сатурна Титана такой фокус бы не прошел.

Иглу – традиционное жилище эскимосов. Снежные стены хорошо сохраняют тепло



## У ВОДЫ ЕСТЬ СПРАЯННОЕ, СВОЙСТВО, НЕ ХАРАКТЕРНОЕ ДЛЯ ЖИДКОСТЕЙ: ЕЕ ЛЕД ЛЕГЧЕ САМОЙ ВОДЫ

Водоотталкивающие свойства жиров не просто позволяют уткам плавать в зимнем пруду. Они буквально обеспечивают границу между живым организмом и его неживым окружением. Клеточные мембраны состоят из жироподобных веществ – липидов. У молекул липидов есть длинные «хвостики», которые отталкиваются от воды. Поэтому липиды в воде собираются в полый шарик, стенка которого состоит из двойного слоя «головастиков»: «хвостики» внутрь, «головки» наружу. Подобный шарик и есть основа клеточной мембраны.

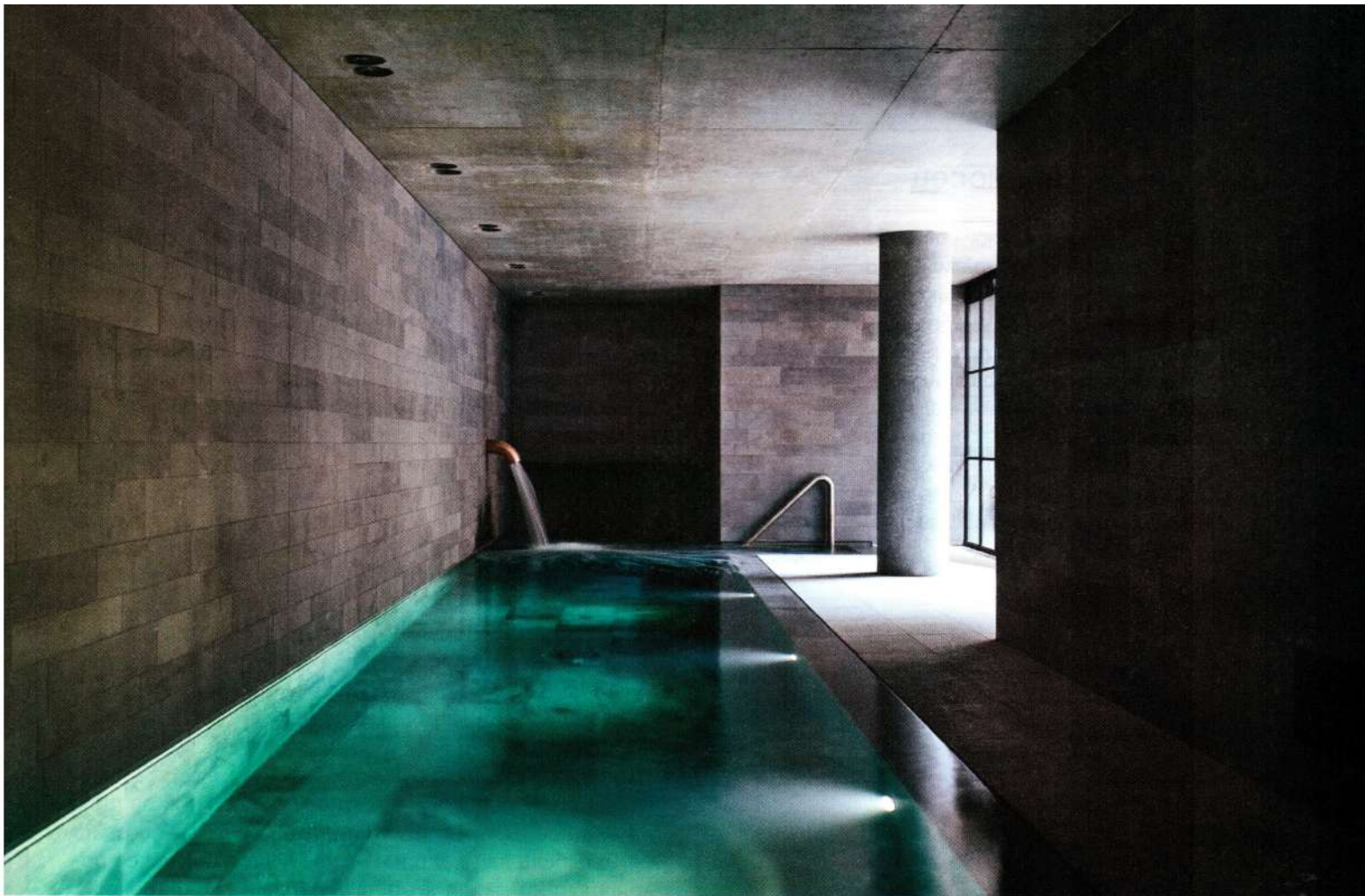
Человек состоит из воды более чем на 60%, а у некоторых медуз доходит и до 98%. К слову, «медуза» по-португальски – *água viva*, буквально «живая вода». Ни один живой организм не может обойтись без воды. Если бы свойства воды были иными, жизнь оказалась бы невозможной.

### Бассейн в вашей стене

Кажется, очень легко определить, где есть вода, а где ее нет. Но воды много и в предметах, которые мы привыкли считать совершенно сухими. Прогулявшись из угла в угол своей комнаты, вы пройдете мимо целых бочек воды.

В письменном столе, например, запросто наберется целый литр: дерево, даже десятки лет пребывавшее в помещении, содержит несколько процентов воды. Мастера хорошо знают, как важно для древесины правильное содержание влаги. От неравномерного высыхания прочная доска может буквально расколоться надвое.

В гипсе пятая часть массы приходится на воду, так что гипсокартонные стены или штукатурка в небольшой комнате может скрывать до ста литров. Дело в химической формуле гипса –  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . То



Воды в бетонных стенах дома хватило бы на небольшой бассейн

есть к каждой молекуле сульфата кальция прикреплено две молекулы воды. Такие соединения называются кристаллогидратами.

Но настоящие бассейны скрываются в еще более распространенном материале – бетоне. Бетонный раствор, вопреки расхожему заблуждению, не «высыхает». Часть добавленной в раствор воды образует кристаллогидраты с оксидом кальция  $\text{CaO}$  и оксидом кремния  $\text{SiO}_2$ . Другая часть остается в микро- и нанопорах. Если бы из стен обычной квартиры панельного дома можно было выжать воду, ее хватило бы на небольшой надувной бассейн.

Впрочем, извлекать воду из бетона не стоит, поскольку именно она превращает рассыпчатую смесь в прочный искусственный камень. Если бы вода не соединялась так охотно с другими молекулами в кристаллогидраты, у нас не было бы бетона.

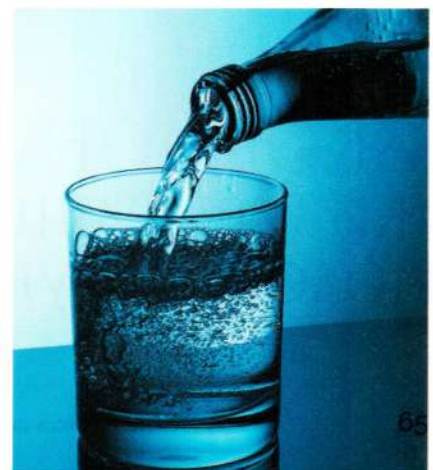
### В чем секрет воды?

Почему вода так странно себя ведет? Удивительно, но у науки все еще нет исчерпывающего ответа. Однако довольно уверенно можно сказать, что ключе-

### 1 + 1 = 1,92

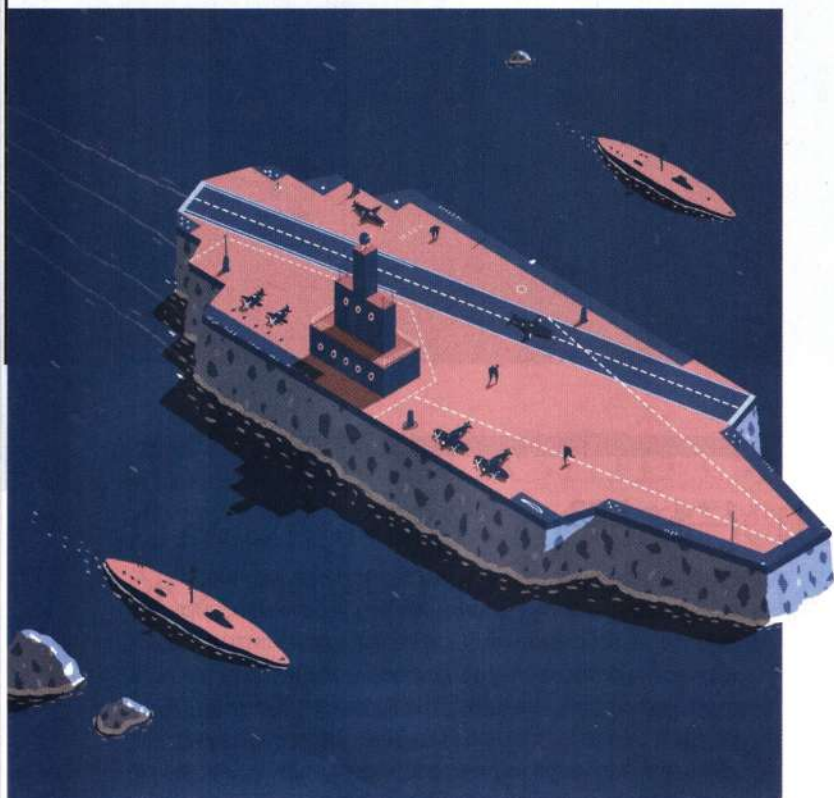
● Сложное поведение воды в растворе можно продемонстрировать, смешав ее с обычным спиртом. Здравый смысл подсказывает, что из литра воды в смеси с литром спирта должно получиться два литра раствора. Но в действительности получится почти на 80 миллилитров меньше. Дело во взаимодействии молекул через водородные связи. Очень грубо можно сказать, что из-за этих связей молекулы спирта и воды сильнее прижимаются друг к другу, сокращая объем пространства между ними.

Смесь спирта с водой не подчиняется правилу «1+1=2»



## Ледяной авианосец

● В годы Второй мировой войны британские инженеры всерьез собирались строить из льда авианосцы. Сначала предполагалось «обрабатывать напильником» обычные айсберги. Но быстро выяснилось, что природный лед недостаточно прочен для военных целей. Тогда придумали смешивать лед с опилками. Из этого материала предполагалось построить авианосец Nabakkuk («Аввакум»). Хотя «опилколед» (пайкерит) гораздо прочнее чистого льда, с ним оставалось немало технических проблем. Окончание войны поставило крест на проекте.



Создатели прототипа необычного корабля надеялись, что лед станет стратегическим материалом, который поможет выиграть в войне на море. Проект был одобрен Уинстоном Черчиллем

вую роль в необычных свойствах воды играют водородные связи. Что это такое? Атомы водорода в одной молекуле немного притягиваются к атомам кислорода в другой молекуле. Поэтому две разные молекулы словно слипаются вместе – образуют связь.

В жидкой воде эти связи слишком слабы и недолговечны, чтобы придавать ей устойчивую структуру. Скопления молекул, соединенных водородными связями, живут всего лишь несколько триллионных долей секунды. Так что рассуждения о «памяти воды» – псевдонаучные сказки. Но даже таких непрочных и непостоянных связей достаточно для того, чтобы переход жидкости в пар требовал большей энергии.

Другое дело – лед. Именно водородные связи собирают молекулы воды в упорядоченную кристаллическую решетку. Кстати, известно больше десятка разновидностей льда. Они существуют при разных давлениях и отличаются строением кристалла. Некоторые, вроде льда-7 или льда-10, остаются твердыми при комнатной температуре. Правда, лишь при давлении в миллион раз выше атмосферного, подержать их в руках не получится. Есть среди форм льда и лед-9. К счастью, он не похож на придуманное Воннегутом и описанное в его романе «Колыбель для кошки» адское вещество, даже крошечный кристалл которого, попав в любой водоем, так или иначе сообщающийся с мировыми водами, может привести к их стремительному превращению в этот фантастический лед и, таким образом, к гибели жизни на Земле.

Правда, водородные связи есть не только в воде, но и в любой жидкости, молекулы которой содержат атомы водорода. Но именно в паре «водород – кислород» такие связи особенно сильны. Именно этим можно объяснить необычные «энергетические аппетиты» воды при нагревании и испарении.

Гораздо сложнее устроены растворы, кристаллогидраты и наноструктуры с водой внутри, не говоря уж о живых клетках. Происходящие в них процессы еще изучать и изучать. Так что вода, далеко не «просто вода». Это самое привычное, но удивительное вещество на планете явно преподнесет ученым еще много непростых задач. 🌐

# СКОПЛЕНИЯ МОЛЕКУЛ ВОДЫ ЖИВУТ ЛИШЬ НЕСКОЛЬКО ПРИЛЛИОННЫХ ДОЛЕЙ СЕКУНДЫ