

Простая наука для детей

Борис Сергеев

# ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

*Аванта*

УДК 087.5:611  
ББК 5я2  
С32

**Сергеев, Борис Федорович.**

**С32** Занимательная физиология/ Б. Сергеев, коллектив художников. — Москва: Издательство АСТ, 2021. — 251, [5] с. : ил. — (Простая наука для детей).

ISBN 978-5-17-145035-9.

В книге известного ученого, доктора биологических наук Бориса Федоровича Сергеева собраны интересные рассказы и занимательные факты о приспособлениях организма к различным условиям среды, механизмах важнейших жизненных функций, а также об особенностях работы отдельных органов и систем живого организма. Вы узнаете, можно ли встретить в живой природе светящуюся жар-птицу, так ли редки среди ящериц двух- или трехголовые змеи горынычи, какие животные самые морозолюбивые на свете, пьют ли рыбы, у кого зубы всю жизнь путешествуют, бывает ли вода мертвой и многое другое. Легкость изложения и оригинальный подход к трудным вопросам делают книгу максимально полезной для школьников, изучающих биологию.

Для среднего школьного возраста.

**УДК 087.5:611**  
**ББК 5я2**

© Сергеев Б.Ф., насл., текст, 2021  
© Белов И.В., ил., 2000  
© Станишевский Ю.А., ил., 2000  
© Шеварев Н.А. ил., 2004  
© Шелкун Е.В., ил., 2000  
© ООО «Издательство АСТ», 2021





## **ПЕРСОНАЛЬНЫЙ ОКЕАН ВЕЩЕСТВО, КОТОРОЕ СОЗДАЛО НАШУ ПЛАНЕТУ**

Когда астроном направляет телескоп на одну из планет, соседок Земли, его всегда волнует, есть ли там вода и кислород. Интерес этот не случаен. Если их в достаточном количестве обнаружат на какой-нибудь планете, можно ожидать, что на ней существует жизнь, хоть в чем-то похожая на нашу. Ведь именно вода создала Землю, сделала ее такой, как сейчас, породила жизнь. Больше того, вода — самое удивительное вещество на Земле, и чем больше мы о ней узнаём, тем больше поражаемся.

Вероятно, мало кто из вас задумывался над удивительными свойствами воды, и это, пожалуй, понятно: ведь вода повсюду окружает

нас, она очень обычна на нашей планете. Вода занимает  $3/4$  поверхности Земли. Около  $1/5$  суши покрыто твердой водой (льдом и снегом), добрая половина ее всегда закрыта облаками, которые состоят из водяных паров и мельчайших капелек воды, а там, где никаких облаков нет, в воздухе всегда есть водяные пары. Очень обычна она на нашей планете, даже тело человека на 71 процент состоит из воды. Ну, а обычное никогда не кажется удивительным. Однако сама эта обыденность необычна. Ведь никакое другое вещество не встречается на Земле в таких количествах, да еще одновременно в трех состояниях: твердом, жидком и газообразном!

Вода создала климат Земли. Если бы не она, наша планета давно бы остыла и жизнь на ней угасла. Теплоемкость воды необычайно высока. Нагреваясь, она поглощает очень много тепла, зато, остывая, возвращает его обратно. Океаны, моря, все другие водохранилища нашей планеты и водяные пары воздуха выполняют роль аккумуляторов тепла: в теплую погоду они поглощают, а в заморозки отдают тепло, согревая воздух и все окружающее пространство.

Космический холод давно бы проник на Землю, если бы она не была одета в теплую шубу. Шуба — это атмосфера планеты, а роль теплой ваты выполняют водяные пары. Над пустынями, где водяных паров в воздухе очень

мало, в этой шубе есть дыры. Здесь Земля, ничем не защищенная от солнца, днем здорово нагревается, а за ночь успевает выстыть. Вот почему в пустынях происходят такие резкие колебания температуры.

Все же Земля в конце концов непременно бы замерзла, если бы вода не обладала еще одним поразительным свойством. Как известно, при охлаждении почти все вещества сжимаются и только вода расширяется. Если бы она сжималась, лед был бы тяжелее воды и тонул. Постепенно вся вода превратилась бы в лед, и Земля оказалась бы одетой в легонький плащ из газовой атмосферы, лишенной водяных паров.

Еще одно удивительное свойство воды — ее необычайно высокая скрытая теплота плавления и испарения. Лишь благодаря этому возможна жизнь в жарком климате. Только испаряя воду (то есть отдавая большое количество тепла), животным и человеку удается сохранять температуру своего тела значительно ниже температуры окружающего воздуха.

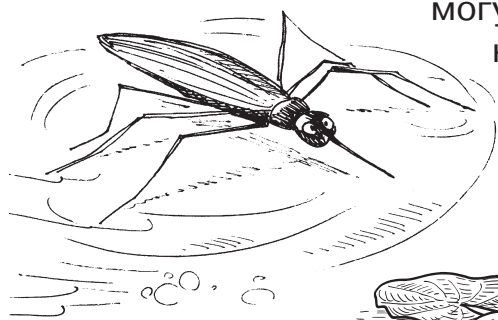
Вода занимает совершенно исключительное положение в природе еще и потому, что без нее была бы невозможна жизнь. Живое вещество образовалось в первобытных морях из растворенных в них веществ. И с тех пор все химические реакции в каждой клеточке тела любого животного или растения идут между растворенными веществами.

Из всех удивительных свойств воды наименее известна, вероятно, ее способность образовывать чрезвычайно прочную поверхностную пленку, которая возникает благодаря очень сильному взаимному притяжению молекул самых верхних ее слоев.

Сила поверхностного натяжения воды настолько велика, что может удерживать предметы, которые, казалось бы, плавать не должны. Если осторожно положить на поверхность воды стальную иглу или лезвие безопасной бритвы так, чтобы неловким движением не разорвать пленку, эти предметы не утонут.

Жизнь многих насекомых связана с поверхностной пленкой. Водомерки живут только на поверхности воды, никогда в нее не погружаясь, и не выходят на сушу. Они неспособны ни нырять, ни плавать и умеют лишь скользить по водной глади на своих широко расставленных лапках, как лыжники по поверхности снега. Воды касаются только самые кончики лапок, густо покрытые волосками. Поверхностная пленка прогибается под тяжестью водомерок, но никогда не рвется.

Личинки комаров, водяные жучки, различные улитки подвешиваются к водяной пленке снизу. Улитки не только держатся за нее, но могут по ней ползать ничуть не хуже, чем по поверхности любого твердого предмета.



Ученые давно заметили, что чем чище вода, тем больше нужно усилий, чтобы разорвать ее поверхность. Молекулы растворенных в воде веществ (в первую очередь газов), вклиниваясь между молекулами воды, делают ее менее прочной. Очищенная вода, конечно не полностью (какое-то количество молекул посторонних примесей в ней всегда остается), обладает удивительной прочностью. Чтобы разорвать столбик диаметром в 2,5 сантиметра, нужно приложить силу около 900 килограммов. Примерно такова прочность некоторых сортов стали. Однако и это не предел. Ученые подсчитали: чтобы разорвать такой же столбик абсолютно чистой воды, нужна сила, равная 95 тоннам! Если бы на Земле существовало озеро чистой воды, по его поверхности можно было бы ходить и даже скользить на коньках, как по настоящему крепкому льду.

## **ЖИВАЯ ВОДА**

Знаете ли вы, почему почти все тела при нагревании расширяются? Это нетрудно понять. Движение молекул, из которых состоит тело, усиливается. Им становится тесно, они часто налетают друг на друга, расталкивая своих соседей, и тело расширяется. Почему же вода ведет себя иначе?



Молекула воды состоит, как известно, из атома кислорода и двух атомов водорода. Атомы эти расположены в виде треугольника. Один его

угол занимает кислород, два других — протоны, ядра атомов водорода, причем орбиты их уединенных электронов сильно вытянуты в противоположную сторону.

Когда температура воды понижается и тепловые движения молекул уменьшаются, электромагнитные свойства молекул воды оказываются сильнее этих движений. Отдельные молекулы начинают объединяться, как бы протягивая друг другу руки: два протона притягивают к себе по электрону из соседних молекул, а их собственные электроны притягиваются протонами соседей. Каждая молекула воды оказывается связанной с четырьмя другими. Возникает очень красивая ажурная кристаллическая сетка с такими большими пустотами внутри, что в каждой из них свободно могла бы разместиться молекула воды.

Когда же температура повышается, вновь усиливаются тепловые движения молекул, связи между ними изгибаются и рвутся, лед тает. Оторвавшиеся молекулы проваливаются в пустоты, и объем воды уменьшается.

Как ведут себя молекулы в жидкой воде? Над этой проблемой ученые стали задумы-



ваться сравнительно недавно. Вообще-то вода для физики и биологии — полузабытая проблема; не удивительно, что уже первые исследования удивили ученых. Оказалось, что вода, образовавшаяся из растаявшего льда, еще долгое время сохраняет его структуру. Конечно, не вся: в растаявшей воде плавают бесчисленные крохотные островочки воды, сохраняющей структуру льда, «льдинки», как назвали их ученые. Эти льдинки не «тают» даже при нагревании воды до 30 градусов, и только при дальнейшем повышении температуры число их начинает убывать, а после 40 и просто от времени они быстро разрушаются.

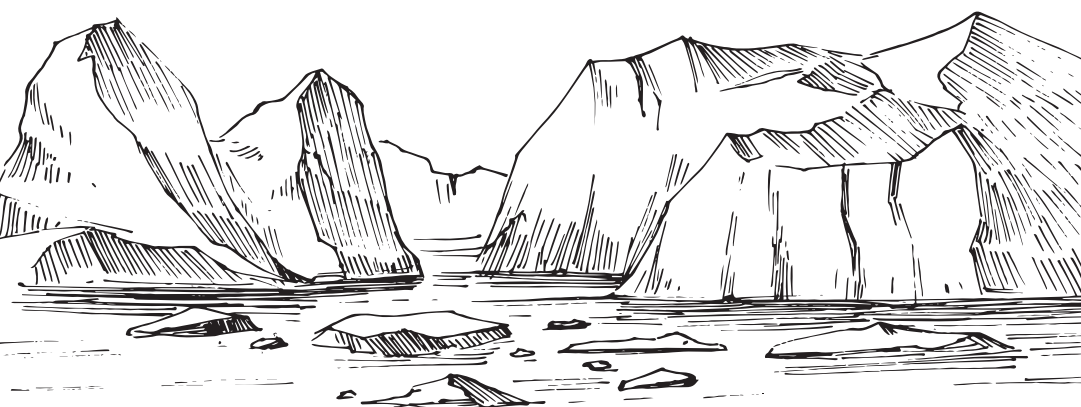
А как на эти невидимые глазу льдинки реагируют организмы? Тут ученым пришлось вспомнить груду давно известных, но мало понятных фактов, которым раньше не придавали большого значения. Например, почему в зоне таяния льда бурно растут микроорганизмы? Почему яйца и куколки многих насекомых, живущих в умеренных широтах, нуждаются в сильном охлаждении и без этого не развиваются? Или еще: почему детеныши животных и птиц, которым дают талую воду, быстрее растут и реже болеют? Может быть, не случайно у многих животных детеныши рождаются ранней весной, а птицы из далекой Африки или Индии прилетают выводить птенцов к нам на север?



У всех этих, казалось бы, разрозненных загадок появилось теперь связующее звено: холод, лед, талая вода.

Ученые не любят останавливаться на полпути. Необходимо было выяснить, на что похожа вода в живых организмах. Считалось, что она просто заполняет пространство между большими молекулами. Это представление оказалось ошибочным. Как выяснилось, оболочки большинства клеток организма и гигантские живые молекулы, по сравнению с которыми молекулы воды ничтожно малы, притягивают их и выстраивают на своей поверхности в строго определенном порядке, создавая льдоподобную кристаллическую решетку. «Ледяная» оболочка тем толще, чем крупнее молекула. Протоплазма клеток и межтканевая жидкость заполнены бесчисленными айсбергами льда. Организм «замораживает» значительную часть содержащейся в нем воды! Вот где разгадка благотворного влияния холода и талой воды: «лед» для организма совершенно необходим, вода становится «живой», когда «заморожена».

У живой воды есть еще одно важное свойство. Оказалось, что большинство молекул белков, жиров и углеводов по своему строению прекрасно подходят к структуре льда, свободно вписываясь в пустоты его кристаллической решетки. И поэтому при замерзании воды не повреждаются льдом.



Совсем иначе ведет себя вода в отношении молекул, форма которых не подходит в структуре льда: крупные она, замерзая, ломает, а мелкие изгоняет. Вспомните, лед в Северном Ледовитом океане пресный, потому что вода, замерзая, освобождается от солей.

Молекулы в живом организме могут по разным причинам несколько менять свою форму. Видимо, когда процесс заходит далеко, такая молекула больше неспособна образовывать корку «льда» на своей поверхности. Поврежденную молекулу можно починить с помощью крохотных льдинок. «Примерзая» к искривленным молекулам, льдинки выпрямляют их, придают им обычную конфигурацию.

Возможно, одна из причин старения организма — накопление большого количества поврежденных молекул. Если это предположение правильно, то омолаживать организм можно было бы, снабжая его достаточным количеством льдинок. Для этого нужно или

сильно понизить температуру организма, чтобы в нем начали возникать отдельные льдинки (такие опыты на животных дали хороший длительный омолаживающий эффект), или дать готовые льдинки — отсюда благоприятное действие талой воды.

С этой точки зрения употребление даже просто некипяченой воды для организма полезнее, чем кипяченой. Под влиянием высокой температуры в воде полностью разрушается кристаллическая решетка льда, и молекулы вступают в какие-то другие связи. Теперь, чтобы заморозить кипяченую воду, прежде всего надо разорвать эти связи, что совсем не легко. Если вы зимой свежeproкипяченную, достаточно чистую воду вынесете на мороз, то, нарушая все каноны, записанные в школьных учебниках физики, она замерзнет не при нуле градусов, а только когда ее температура упадет ниже минус семи градусов. То же самое происходит и в организме. Чтобы живые молекулы из выпитого нами чая смогли построить вокруг себя «айсберги», нужно сначала разрушить связи между молекулами воды, образовавшиеся при ее кипячении.

Воду, которая не замерзает при температуре ниже нуля, называют переохлажденной. Когда в организме много такой «переохлажденной» воды, это способствует накоплению вредных продуктов обмена. Ведь «замерзая»,

вода очищается, изгоняя из своей решетки вредные примеси. В этом еще одна отрицательная сторона употребления кипяченой воды.

Этим, конечно, не исчерпывается значение для организма живой воды. Предполагают, что «айсберги» выполняют очень важную функцию в мышечной работе. Известно, что энергию для сокращения мышцы получают при расщеплении аденозинтрифосфорной кислоты, но что при этом происходит, оставалось загадкой. Изучение состояния воды в организме представило мышечное сокращение в новом свете. Рабочей частью мышцы служит белок миозин, цепочка которого построена, как бусы, из множества протомиозинов. Связи между ними настолько сильны, что не только удерживают их вместе, но могут стянуть цепочку протомиозинов в более компактное образование. Силой, которая удерживает ее в растянутом состоянии, видимо, является кристаллическая решетка воды, «ледяная» броня, образующаяся вокруг молекулы миозина. Если броню быстро разрушить, освободившаяся цепочка протомиозинов сократится, сбившись в более плотную массу. Именно на разрушение «ледяной» оболочки, а вовсе не на само сокращение тратится энергия, полученная от аденозинтрифосфорной кислоты. Затем молекула миозина восстанавливает льдоподобную оболочку, «лед» вновь вытяги-

вает цепочку протомиозинов, и мышца расслабляется.

Ледяная оболочка разрушается мгновенно. Если вблизи айсберга окажется свободный протон, одна из молекул воды примет его в свой состав. Но поскольку в молекуле их может быть только два, одновременно отдаст один из своих протонов соседней. Та, приняв чужой протон, отдаст соседям свой и так далее. Эта реакция мгновенно, как электрический ток, распространяется на весь ряд молекул воды, и айсберг мгновенно тает. (Ведь молекулы удерживались друг возле друга благодаря связям, образуемым протонами, а при передаче протонов они нарушаются.)

## **МЕРТВАЯ ВОДА**

Шла Вторая мировая война. Среди грозных событий тех дней три, особенно таинственные, остались неизвестными или не привлекли особого внимания.

Первое произошло во Франции.

16 мая 1940 года, когда фашистские войска рвались к Парижу, два французских ученых из лаборатории Жолио-Кюри пробирались на юг Франции. Они везли в запаянных контейнерах 185 килограммов воды. В Бордо ее погрузили на английский пароход «Брампарк». На борту судна соорудили плот и к нему проч-

но прикрепили все контейнеры с водой. И если бы вражеские подводные лодки потопили судно, вода бы не погибла. Однако путешествие прошло благополучно, и груз целым и невредимым был доставлен в Англию.

Второе таинственное событие произошло в оккупированной фашистами Дании. В довольно бурную ночь на крохотном судне бежал в Швецию всемирно известный физик Нильс Бор. Наиболее ценным предметом его багажа была бутылка пива, которую он охранял как зеницу ока. Однако бутылка из-под пива использовалась лишь для маскировки, внутри была чистейшая вода.

Не менее таинственным было и событие, происшедшее в Норвегии. В 1942 году на маленький норвежский городок Рьюкан совершили налет английские парашютисты-десантники. Цель этой загадочной операции долго оставалась тайной. Только после окончания войны выяснилось, что рискованное мероприятие было предпринято для уничтожения маленького заводика и хранящегося там 400-литрового запаса воды.

Истинной подоплекой всех этих непонятных событий была тяжелая вода.

О существовании ее узнали сравнительно недавно. Около сорока лет назад американский ученый Юри обнаружил, что, кроме обычного, существует еще тяжелый водород, атомы которого весят в два раза больше