

09/2013

КОЛОСОК

научно-популярный природоведческий журнал для детей

December

November

October

September

August

July

June

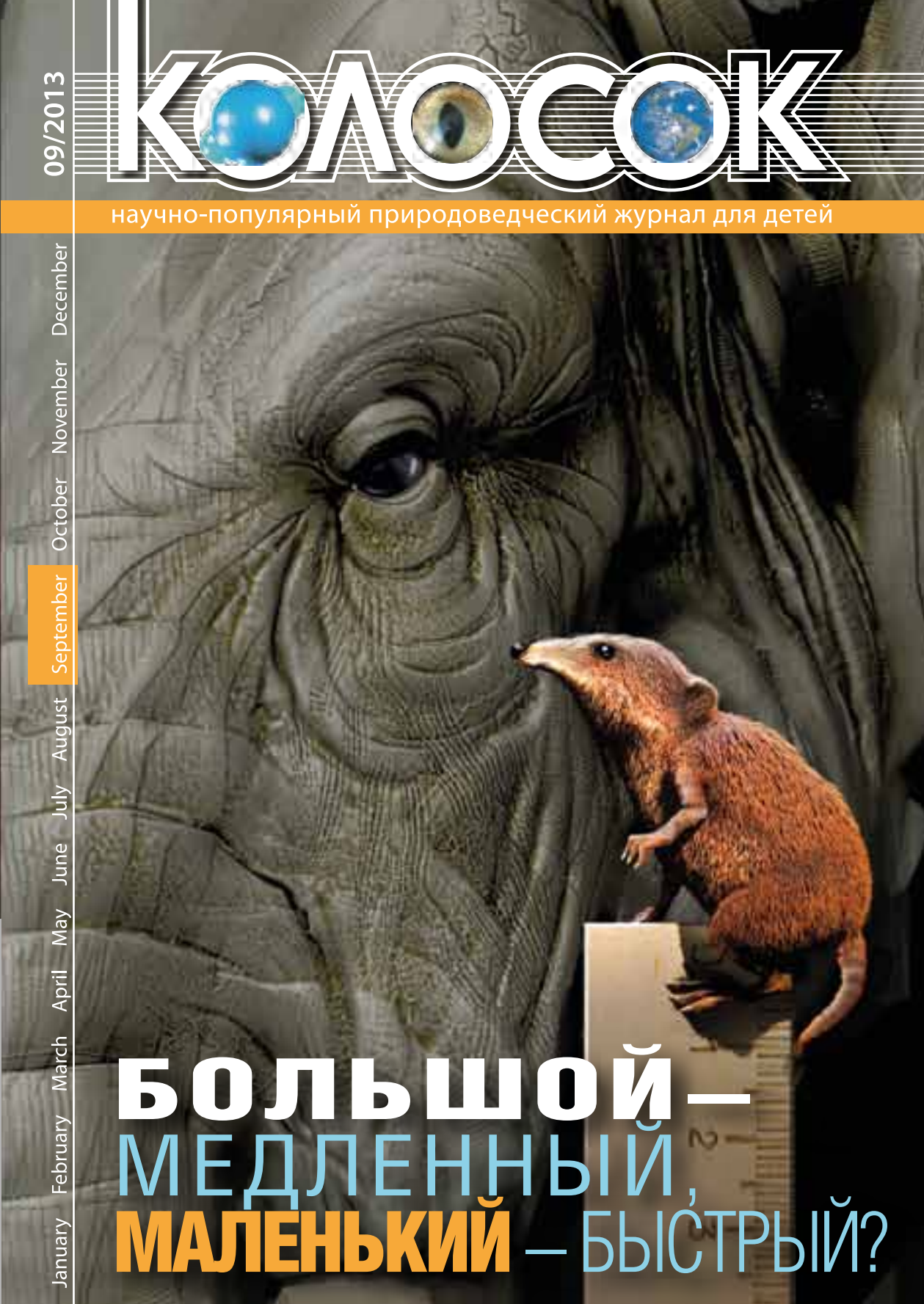
May

April

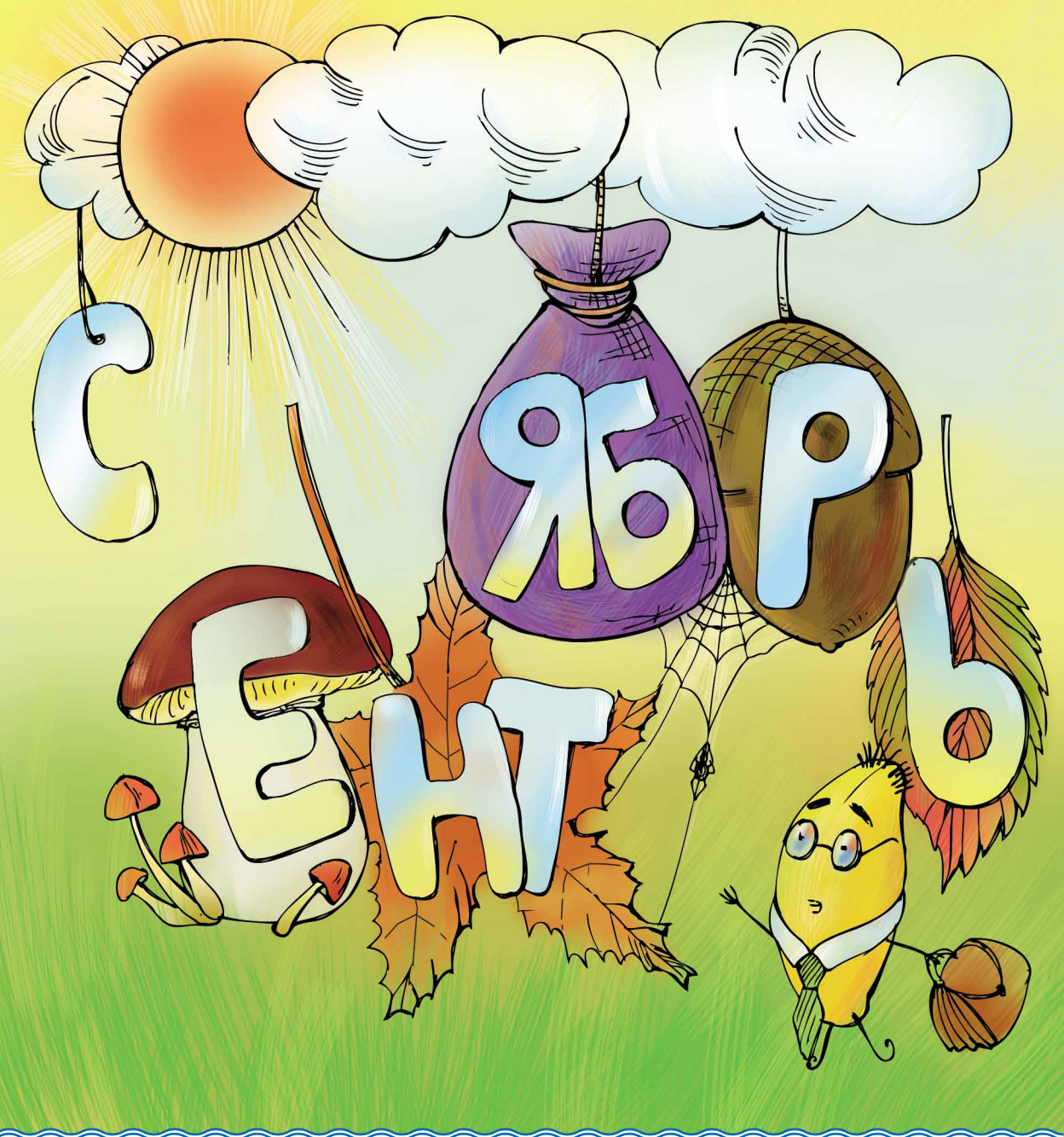
March

February

January



БОЛЬШОЙ —
МЕДЛЕННЫЙ,
МАЛЕНЬКИЙ — БЫСТРЫЙ?



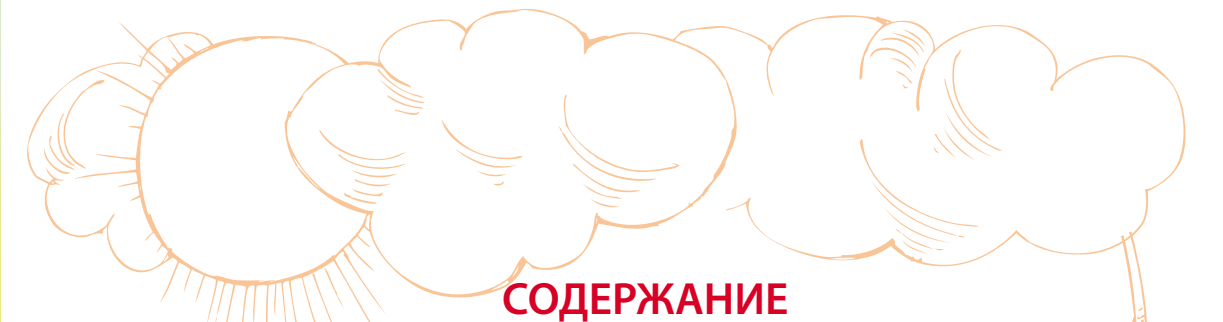
КОЛОСОК

Научно-популярный природоведческий журнал для детей

Выходит 12 раз в год.
№ 9 (63) 2013.
Основан в январе 2006 года.

Зарегистрирован в Государственном комитете по телевидению и радиовещанию Украины.
Свидетельство о регистрации: КВ №18209-7009ПР от 05.10.11 г.
Основатель издания: ЛГОО "Львовский институт образования", 79013, г. Львов, пл. Рынок, 43.
Издательство: ПО "Городские информационные системы", 79013, г. Львов, ул. Ген. Чупринки, 5.

© "Львовский институт образования", 2006
© "Городские информационные системы", 2006



СОДЕРЖАНИЕ



НАУКА И ТЕХНИКА

- 2** Дария Бида. Большой – медленный, маленький – быстрый?
- 12** Олег Орлянский. Тепловой баланс в космосе.
- 22** Дария Бида. Как добыть огонь? Часть 2



ЖИВАЯ ПРИРОДА

- 26** Наталья Романюк. Дыхание растений. Часть 1.
- 36** Мария Надрага. Смоковница обыкновенная, или инжир.



ПЛАНЕТА ЗЕМЛЯ

- 44** Семь новых чудес природы. Амазонка и Амазония.



ПРОЕКТЫ „КОЛОСКА”

- 46** Ольга Возна. Тест для астроэрудитов.
- 48** Колосок-осенний-2013: Энергия – это жизнь!



Главный редактор:
Дария Бида

Корректоры:
Екатерина Никишова, Анна Федотова



Заместитель
главного редактора:
Ирина Писулинская



Дизайн и вёрстка:
**Василия Рогана,
Марины Штурмы,
Каринэ Мкртчян-Адамян**



Научные редакторы:
**Александр Шевчук,
Ярына Колисник**



Художник:
Оксана Мазур



Иллюстрация
и дизайн обложки:
Юрий Сымотюк





ВОЛЬШОЙ – Дария Бига МЕДЛЕННЫЙ,

МАЛЕНЬКИЙ – ВЫСТРЫЙ?

ЭНЕРГИЯ И ЖИЗНЬ



ПОТРЕБНОСТЬ В ПИЩЕ

Казалось бы, у больших животных больше шансов выжить. Однако не всё так однозначно: чем больше животное, тем оно неповоротливее, а потребность в пище возрастает пропорционально объёму его тела. Вот вам и противоречие: большим животным необходимо намного больше пищи, а возможности её раздобыть уменьшаются вследствие их грузности. Именно поэтому возникает природное ограничение на существование очень крупных животных. Начиная с определённых размеров, большие и неповоротливые животные способны добыть столько пищи, сколько им необходимо для жизни. Такие виды обречены на вымирание. Когда-то на Земле жили огромные пресмыкающиеся. Сегодня самое большое животное суши – слон.

В море физические условия для существования животных отличаются. На тело, погружённое в воду, действует выталкивающая сила. Поэтому в морях много крупных животных и рыб. У кита не такой массивный скелет, как у слона или бегемота, но он удерживает на нём гораздо большую массу.

Наши размышления наводят на мысль, что великаны в романе Свифта должны были быть нежизнеспособными. А что насчёт лилипутов? Что касается их механических характеристик – всё в порядке. Механически они даже крепче, чем обычные люди¹. Сомнения в возможности существования таких теплокровных организмов возникают, если вникнуть в процессы теплообмена.

¹Читай о том, как сравнивать силу различных организмов, в журнале „КОЛОСОК“, № 8/2013.



ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС ОРГАНИЗМА

У млекопитающих и птиц, в отличие от всех остальных животных, температура тела практически постоянна и не зависит от колебаний температуры окружающей среды, она может быть даже значительно выше. Именно поэтому млекопитающих и птиц называют теплокровными – в отличие от холоднокровных, температура тела которых чуть выше температуры среды и изменяется вместе с ней. Нормальная температура тела человека приблизительно 37°C , слона – 35°C , а птиц – в среднем 42°C . Постоянство температуры тела теплокровных обеспечивают механизмы охлаждения и нагревания. В организме происходят разнообразные превращения энергии, связанные с пищеварением, дыханием, работой мышц, вследствие чего выделяется теплота и организм нагревается. С другой стороны, процесс теплоотдачи в окружающую среду сопровождается охлаждением. При появлении избытка теплоты, включается дополнительный механизм охлаждения, и мы потеем.

Теплообмен живых существ происходит вследствие излучения, конвекции, теплопроводности и испарения с поверхности тела. А образуется теплота в результате процессов метаболизма, которые происходят во всём организме. Теплота, которую производит организм, пропорциональна количеству употреблённой пищи, которая, в свою очередь, зависит от массы (или объёма) организма (пропорциональна кубу характеристической длины²). Скорость теплоотдачи в окружающую среду пропорциональна площади поверхности животного (квадрату характеристической длины). Таким образом, скорость теплоотдачи на единицу массы животного обратно пропорциональна характеристической длине его тела. Очень маленькое животное может компенсировать потерю теплоты за счёт постоянного употребления пищи или лучшей теплоизоляции тела (соответствующий кожный покров). Масса пищи, которую съедают маленькие животные, составляет значительную часть

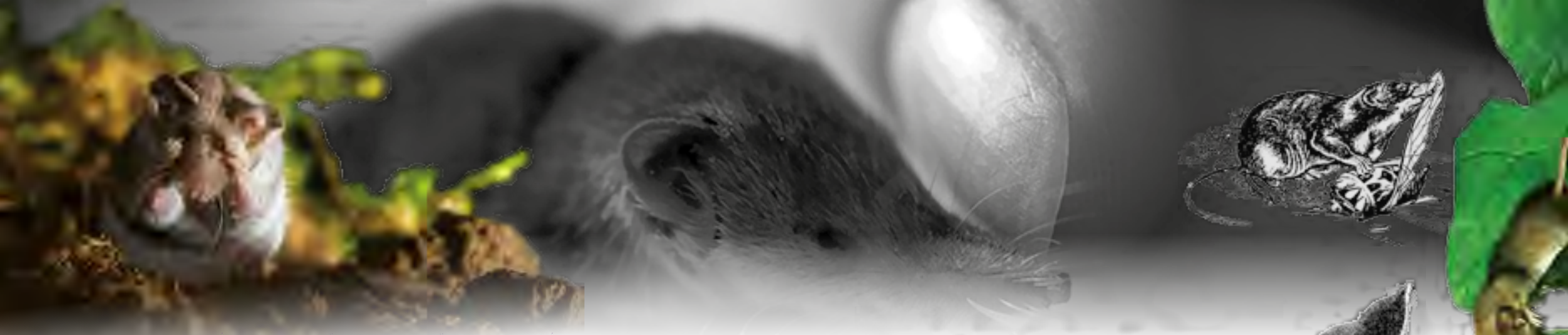
Млекопитающее суши – землеройка



их собственной массы. Например, объём пищи, ежедневно употребляемой мышью, составляет четвертую часть её массы. Маленькая землеройка умерла бы с голода, если бы не нашла еды на протяжении трёх часов. У слона наоборот: способность генерировать теплоту настолько велика, что он вынужден избавляться от её избытка. Он использует любую возможность охладиться в водоёме. У насекомых отношение площади поверхности тела к объёму больше, чем у теплокровных животных. Но для них это не проблема, ведь они холоднокровные, и температура их тела такая же, как температура окружающей среды. А потому и потеря теплоты, и потребность в пище у них значительно меньше.

Для всех теплокровных существ действует правило обратной пропорции: чем меньше масса, тем интенсивнее животному необходимо питаться, ведь у маленьких тел велика удельная теплоотдача с поверхности тела. Эту зависимость легко объяснить на примере. Чтобы завернуть конфету определённой массы, нужна минимальная обёртка определённой площади (обёртка – аналог кожи животного). Если массу конфеты увеличить вдвое, площадь обёртки увеличится незначительно. Или ещё один очень наглядный пример. Кубик с ребром 10 см имеет площадь поверхности 600 см^2 . Если его измельчить на кубики с ребром 1 см , то общая площадь поверхности составит $6\ 000\text{ см}^2$, а если его измельчить на миллиметровые кубики, то суммарная поверхность будет уже $60\ 000\text{ см}^2$. Понимаете, почему маленьким деткам холоднее, чем взрослым? У них на единицу массы тела приходится большая площадь кожи, чем у взрослых. А потери тепла происходят в основном именно через поверхность тела.

²Ориентировочный размер объекта для оценочных расчётов.



КАК ПОЖИВАЕШЬ, КРОШЕЧНОЕ ЖИВОТНОЕ?

Биологи уже давно установили, что теплокровное животное, в частности млекопитающее, не может иметь массу меньше, чем 2 г , иначе у него нарушается обмен веществ, и оно погибает. В воде теплоотдача лучше, поэтому морские теплокровные имеют относительно большие размеры. Самое маленькое теплокровное животное суши – бурозубка малая, представитель насекомоядных. Она самая маленькая среди землероек: длиной не больше 6 см и массой до 5 г . С виду животное похоже на домашнюю мышку, поэтому их часто путают. Живёт бурозубка во всех лесных и лесостепных областях Украины, во влажных лиственных и смешанных лесах с развитым травяным ярусом.

Настоящей сенсацией для учёных оказалось, что взрослый этрусский мышонок *Suncus etruscus* (или карликовая белозубка) имеет массу не больше 2 г , а многие из них – $1,5 \text{ г}$!

Животным заинтересовались криптозоологи – специалисты, изучающие животных, существование которых вызывает сомнение. В XIX веке косточки этого мелкого существа нашли в гнезде совы, а в середине XX века зоолог Бонского университета Адельхайд Геретс после долгих поисков на острове Сардиния обнаружила сначала мёртвых, а потом и семь живых экземпляров этого удивительного животного (трое из них легко уместились в спичечный коробок!). Белозубкам очень повезло, что зоолог отыскала их: животные уже были вялые от голода. Для удовлетворения своих биологических потребностей они вынуждены безостановочно есть. И если бы исследователь не дала им пищи (а питаются они червячками, гусеницами, кузнечиками), то крошки погибли бы с голода.



У карликовой белозубки мягкий блестящий мех серого или коричневого цвета, который зимой становится длиннее и ещё мягче. Заботливые мамы-самки белозубки водят своих детишек шнурочком. Первый детёныш цепляется за основу маминого хвоста, а второй держится за хвост первого. Мышата двигаются, как живая цепочка. Они погибают, если останутся без пищи на протяжении двух часов.

Несмотря на то, что этрусская мышь покрыта шерстью, вследствие теплообмена малюсенькое животное теряет очень много тепла. Поэтому за день она съедает еды вдвое больше своей массы. Самое большое животное на Земле – синий кит – съедает 8 т еды каждый день (4% своей массы); слону ежедневно необходимо до 230 кг листьев или $50-70 \text{ кг}$ сена. Мышь по сравнению с этими гигантами – настоящая обжора! У неё такой аппетит, как у человека, который съедает ежедневно 150 кг еды. Поэтому мышка почти не спит, она и ночью в поисках пищи. Такая напряжённая жизнь выработала у животного настоящие бойцовские качества. Зверёк отчаянно атакует обречённых пауков, больших жуков и даже ящериц длиной 10 см . У животного исключительная реакция и огромная для его размеров физическая сила.

Если еды нет, мышка впадает в спячку, свернувшись в клубок, чтобы уменьшить поверхность теплоотдачи³, и биологические процессы замедляются. Такое состояние не может длиться больше двух часов. Проснувшись, мышка опять вынуждена отправляться на охоту. Если животное и тогда не найдёт пищи, оно обречено. Такая жизнь, практически за пределами возможного, требует идеальной работы всего организма, работы изматывающей. И если у слона сердце осуществляет 27 ударов в минуту, у человека – 70 , то у этрусской мышки сердечный ритм составляет $1\ 300-1\ 500$ ударов в минуту (25 ударов в секунду!). Не удивительно, что живёт она всего 16 месяцев.

³Из всех тел заданной массы шар имеет наименьшую площадь поверхности.

СПАСАТЕЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

Так, чем меньше животное, тем больше тепла оно теряет на единицу массы через поверхность своего тела. Природа придумала для „малышей“ спасательные механизмы. Сравните коня и обыкновенную полевую мышку, которые обитают в одинаковом климате. Конь – очень спокойное в обычной ситуации животное, а мышь постоянно в движении, она всё время снуёт, суетится. Конь за минуту вдыхает воздух, который составляет меньше одной сотой части объёма его тела, а мышь каждую минуту вдыхает объём воздуха, больший её собственного объёма. Итак, в организме мыши обмен веществ происходит гораздо интенсивнее, чем у коня. К тому же, у мыши лучше шерстяной покров, то есть лучшая теплоизоляция. Именно так природа компенсирует уменьшение размеров животных: усиленным обменом веществ и лучшей теплоизоляцией кожи. Однако возможности такой компенсации ограничены, в конце концов они истощаются, и тогда дальнейшее уменьшение размеров теплокровных животных уже невозможно.

Итак, если очень маленькие млекопитающие не в силах себя согреть, то очень большие, наоборот, слишком сильно потеют и пытаются охладиться. Очень маленьким животным угрожает смерть от холода, а

очень большим – от теплового удара. Но пока случится тепловой удар, они быстрее умрут от механических нагрузок организма. Таким образом, сверху размеры животных ограничены законами механики, а снизу – теплофизики. Нижняя граница касается только теплокровных животных.

Возвращаясь к лилипутам Свифта, можем сделать вывод: люди ростом *10 см* вряд ли смогли бы существовать. Чтобы выжить, им пришлось бы очень часто дышать, без остановки есть, быстро двигаться и кутаться в тёплую одежду. Так что Дюймовочка, которая съедала в день всего половинку зёрнышка и поэтому была выгодной партией для крота, – такая же нереальная выдумка Ханса Кристиана Андерсена, как и лилипуты в романе Свифта, гномы в сказке о Белоснежке и Мальчик с пальчик.

СЕКРЕТЫ КОЛИБРИ

Масса колибри не больше, чем у землероек (*1,7–19,7 г*). А значит, птичка тоже должна в поте лица добывать себе еду. На единицу массы она съедает в *100* раз больше, чем слон. Колибри – дневная птичка, она не может искать пропитание и ночью, как землеройка. И за день колибри не может запасти столько энергии, чтобы её хватило ещё и на ночь. Скорость обмена веществ у этой птички настолько велика, что *6–8* часов без еды угрожают птичке смертью от истощения. Чтобы такого не случилось, ночью колибри словно замирают, и с обычной *40–45 °C* температура их тела понижается до температуры окружающего воздуха, а обменные процессы замедляются в *10–15* раз. Утром птичка оживает и снова жадно поглощает пищу. Птичка малюсенькая, а потому и резкое падение, и резкое повышение температуры её тела происходят за считанные секунды. Вот такой маленький феникс!



КЛИМАТ ИМЕЕТ ЗНАЧЕНИЕ

Не только размеры животных определяют способ их жизни. В природе существует определённая зависимость размеров животного от климатических условий, в частности от температуры воздуха. Мы уже выяснили: чем больше размеры тела (или меньше отношение площади поверхности тела к объёму) у близких видов, тем меньше у них теплоотдача. Именно поэтому чем холоднее в тех местах, где проживают представители близких видов, тем больше у них размеры. Мамонты и шерстистые носороги, проживавшие на Севере, были гораздо больше, чем их „побратимы“ на юге. Это касается и полярных медведей: прирост их массы опережает увеличение поверхности тела: чем больше медведь, тем меньше теплоотдача.

МЫ СЧАСТЛИВЧИКИ!

Давайте осознаем, что мы с вами счастливики. Порадуемся, друзья, размеры человека – то, что надо! В предыдущей статье⁴ мы выяснили, что с точки зрения механики организм человека устроен разумно и работает очень эффективно (во всяком случае по сравнению с кузнечиком ☺), а линейные размеры таковы, что гарантируют нам и прочность, и ловкость. Физика тепловых процессов в живых организмах тоже вселяет в нас оптимизм: мы не копошимся, едим всего 3–4 раза в сутки, не очень потеем и не мёрзнем. Таким образом, размеры человека не просто оптимальны, а по всей видимости, единственно возможны. Как здесь не гордиться своим физическим совершенством?

ЗАДАЧА „СКОЛЬКО СЪЕЛА БЫ МЫШКА?“

Маленькая полевая мышка съедает за сутки 10 г корма. Оцените, сколько должна съесть мышка, все размеры которой увеличились вдвое.

В первую очередь необходимо выяснить, какие процессы существенны для решения задачи. В нашем случае основа решения – уравнение теплового баланса (оно же – закон сохранения энергии для тепловых процессов): мышка должна получить с пищей столько же энергии, сколько она тратит в сутки на движение (в поисках пищи) и теплообмен (она существо теплокровное). Мы уже знаем, что потери тепла прямо пропорциональны площади поверхности тела мыши, поэтому они увеличиваются в 4 раза. Масса большой мышки больше в 2^3 раз, поэтому и работу по перемещению она осуществляет большую. Но большая мышка двигается с другой скоростью, ведь её шаг в 2 раза больше и на него

необходимо в $\sqrt{2}$ раз больше времени (считаем, что шаг – это падение с высоты подъёма ноги). Итак, скорость движения второй мышки будет в $\sqrt{2}$ раз больше, а мощность – в $\sqrt{2^3}$ раз выше. Таким образом, ответ находится в промежутке между 40 г и $(40 + 10\sqrt{2^3}) = 153$ г корма в сутки.





Олег Орлянский

Тепловой баланс

В Космосе

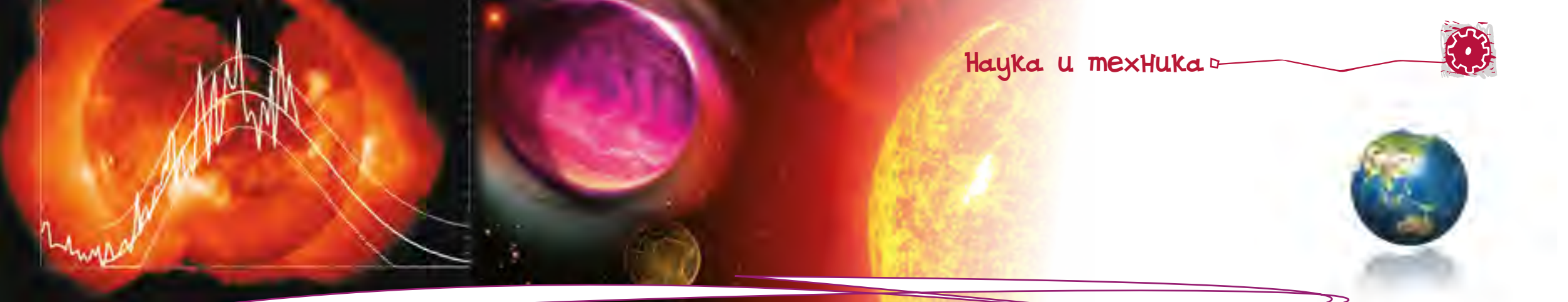
Если в десятилитровое ведро с водой опустить маломощный кипятильник, вода никогда так и не закипит. По мере нагрева воды будут возрастать тепловые потери. Когда мощность потерь достигнет мощности кипятильника, вода будет отдавать столько же тепла, сколько получает, и дальше нагреваться уже не сможет: наступает баланс между получаемым и отдаваемым теплом. Очень похожий тепловой баланс дарит нам с вами радость существования, да и вообще делает возможной жизнь на Земле. Покрытая океанами Земля непрерывно получает тепло от Солнца, но, к счастью, вода на ней не закипает, так как Земля всю полученную теплоту отдаёт в окружающее пространство. Как видите, делиться с окружающими полезно хотя бы для хорошего самочувствия.

Теплопроводность и конвекция

Давайте вспомним, каким образом тела отдают тепло. Первый способ – это теплопроводность. Более быстрые „нагретые“ молекулы в результате столкновений передают энергию своим более „холодным“ соседям, а те по очереди дальше. Сквозь металлические стенки ведра теплота от горячей воды переходит к окружающему прохладному воздуху.

Второй способ передачи теплоты – конвекция. Потоки воздуха или жидкости, состоящие из миллиардов и миллиардов сталкивающихся частиц, согласованно перемещаются и переносят тепло. Способствует этому тепловое расширение вещества, а организует потоки и приводит их в движение сила Архимеда. Это та самая сила, которая помогает нам плавать в воде, а шарам с гелием – в воздухе. Всё менее плотное, чем среда,



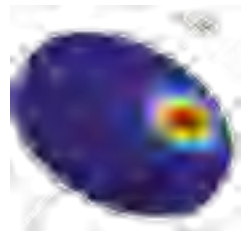
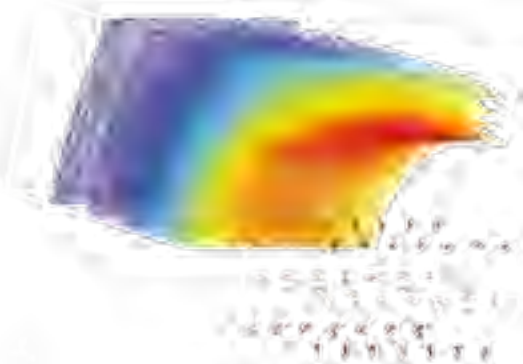


всплывает, а более плотное тонет в результате противоборства двух сил: силы тяжести и силы Архимеда.

Нагретая кипятильником вода расширяется, её плотность уменьшается, и она поднимается вверх. Расходясь вдоль поверхности, она достигает стенок ведра, охлаждается и опускается вниз, устремляясь далее на освобождающееся место под кипятильником. Круговорот замыкается. Для воды в ведре стенки ведра холодные, а вот для окружающего воздуха они источник тепла. Воздух вокруг ведра нагревается и поднимается вверх, подтягивая со всех сторон к ведру ещё не нагретый воздух, чьё место он и сам вскоре займёт, охладившись возле стен комнаты. Два круговорота активно охлаждают воду в ведре. Если в тёплую комнату занести ведро с холодной водой, эти круговороты возвращаются в обратном направлении, работая над скорейшим нагревом воды и охлаждением комнаты.

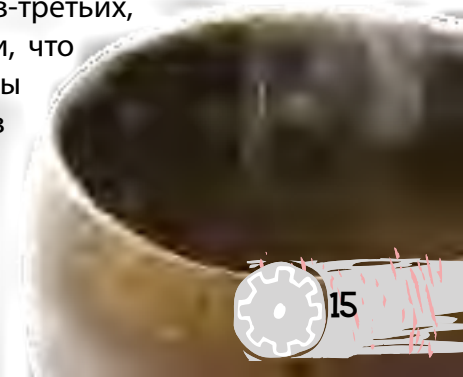
Похудеть или поправиться?

Хорошо, а что же всё-таки охлаждает Землю? Теплопроводность, конвекция? Как известно, Земля летит в пустоте. Вокруг неё нет среды, которая отводила бы избыточное тепло. Поэтому ни теплопроводность, ни конвекция не подходят. Рассмотрим способы охлаждения, связанные с изменением массы. Например, за счёт потери горячего вещества или приобретения холодного. Испарение весьма эффективно охлаждает чашку чая, а брошенный кубик льда – бокал коктейля.



При испарении поверхность покидают наиболее быстрые молекулы, поэтому средняя температура жидкости уменьшается. Чтобы убедиться в этом, достаточно налить в чашку с горячим чаем немного растительного масла. Масло покроет поверхность воды, препятствуя испарению, и чай будет остывать значительно дольше. Можно даже отлучиться по делам, а вернувшись, выпить ещё тёплый чай через изящную соломинку ☺. Или вспомним холодок, который мы чувствовали перед сдачей крови на анализ, когда медсестра протёрла кончик пальца ватой со спиртом. Холодок на коже был вызван испарением спирта, а вот холодок на сердце, испытанный многими, непосредственного отношения к испарению не имел, но всё же свидетельствовал о нашем безразличии к физическим явлениям и процедурам.

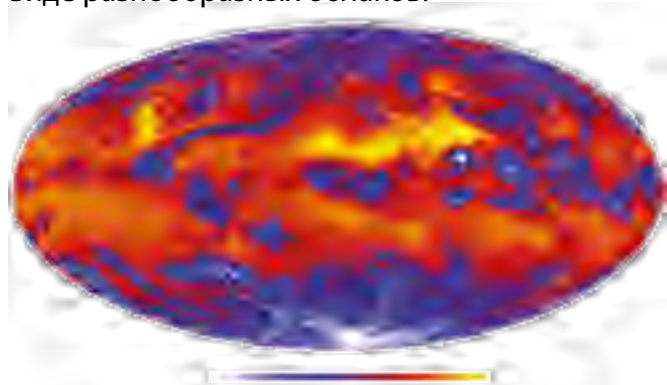
Может ли Земля существенно охладиться за счёт испарения и потери атмосферы? Вряд ли. Ежесекундно Земля теряет около 3 кг улетающего в космос воздуха, который в основном состоит из наилегчайшего газа водорода. Потерю уносимой энергии компенсирует поток солнечного света, падающий на один квадратный километр земной поверхности. А ведь площадь освещённой поверхности Земли намного-намного больше! Нельзя также объяснить охлаждение Земли падением на неё холодных ледяных обломков комет. Во-первых, Земля не бокал с коктейлем, в который падает кусочек льда. Её масса во столько раз превосходит массу самых крупных комет, во сколько год длиннее секунды. Во-вторых, падение комет – очень редкое явление. И, наконец, в-третьих, кометные обломки падают с такими скоростями, что приносят намного больше энергии, чем способны отобрать на превращение собственного льда в воду и даже пар.





Как аукнется, так и откликнется

Итак, ни одна из перечисленных причин не смогла объяснить, каким образом Земля избавляется от избытка тепла, получаемого от Солнца. Попробуем мыслить проще. Что мы имеем? Земля получает тепло, а потом как-то от него избавляется. Как она от него избавляется? Возможно, чтобы ответить на этот вопрос, надо понять, как она получает тепло? Вдруг механизмы получения и отправления тепла одинаковы? Тепло на Землю приходит от Солнца. Но не с помощью теплопроводности или конвекции, поскольку тела разделяет безвоздушное пространство. И не с помощью полярных сияний – количество солнечного вещества, приобретаемого Землёй, ничтожно мало. Солнце светит и передаёт нам свою теплоту излучением. Выйдя на солнышко из холодной тени, мы чувствуем его ласковое прикосновение. Деревья тянут свои руки к солнцу, располагая ладони листьев так, чтобы не пропустить ни единого лучика. Молекулы воды покидают водные поверхности и взмывают вверх, чтобы через время, поостыв, объединиться с себе подобными в крошечные капельки воды или кристаллики льда и парить над землёю в виде разнообразных облаков.



Как это часто бывает, ответ оказался на поверхности. Причём в буквальном смысле этого слова. Раскалённая поверхность Солнца излучает электромагнитные волны, которые достигают Земли и согревают её. Нагретая до меньшей температуры поверхность Земли также излучает электромагнитные волны, только уже не в видимом, а в инфракрасном диапазоне. Они во все стороны уносят избытки энергии, обеспечивая тепловое равновесие и комфортные условия жизни на нашей планете.

Закон Стефана-Больцмана

Мы уже обсуждали с вами излучение нагретого тела и говорили о таком абстрактном понятии, как абсолютная температура, измеряемая в кельвинах. При нуле кельвинов тепловое движение прекращается, и тело не излучает. С повышением температуры частицы вещества движутся всё быстрее, и поток излучения стремительно растёт. Как зависит мощность излучения от температуры? Этот вопрос интересовал многих учёных, и они проводили многочисленные наблюдения и измерения. В 1879 г. полученные к тому времени экспериментальные результаты были проанализированы австрийским физиком, словенцем по национальности, *Йозефом Стефаном*. Он пришёл к выводу, что энергия излучения пропорциональна четвёртой степени абсолютной температуры. Так абстрактное понятие абсолютной температуры стало вдруг играть важную роль в совершенно конкретных вопросах остывания, нагревания и теплового равновесия тел. Пять лет спустя открытую Стефаном зависимость теоретически обосновал его ученик *Людвиг Больцман*. С тех пор открытый закон носит название закона *Стефана-Больцмана*. Мощность P излучения нагретого тела пропорциональна четвёртой степени абсолютной температуры T и площади S его поверхности:

$$P = \sigma T^4 S,$$

где σ – постоянная *Стефана-Больцмана*.



Йозеф Стефан



Людвиг Больцман

Оказывается, при увеличении в 10 раз абсолютной температуры нагретого тела, поток энергии от него увеличивается в $10^4 = 10\,000$ раз! Именно поэтому сильно нагретые тела быстро остывают. Речь, конечно, идёт о температурах, выраженных в кельвинах, а не в градусах Цельсия. Ускорить остывание можно также за счёт увеличения площади поверхности. Перелив чай из небольшой чашки в широкое блюдо, мы сможем намного быстрее его охладить.





Солнце в плафоне

Закон *Стефана-Больцмана* хорошо объясняет, почему матовый белый плафон вокруг лампы накаливания тёплый, её стеклянная колба очень горячая, а вольфрамовая нить внутри раскалена. При одинаковой мощности излучения уменьшение температуры в 2 раза требует увеличения площади в $2^4 = 16$ раз. Если бы наш светильник не окружали заполненные воздухом стены комнаты, мы могли бы найти температуру раскалённой вольфрамовой нити, приравняв мощности и сократив постоянную:

$$T_{\text{нити}}^4 S_{\text{нити}} = T_{\text{плафона}}^4 S_{\text{плафона}}$$

У Солнца никаких проблем с воздухом и стенами комнаты не возникает. Нагретое до огромной температуры, оно пронизывает окружающее пространство потоком мощного излучения. Земля перехватывает малую часть этого потока, отбрасывая за собой круглый коридор тени. Удивительный математический факт: площадь круга ровно в 4 раза меньше площади поверхности шара того же радиуса. Земля вращается вокруг оси, и перехваченная площадью круга солнечная энергия перераспределяется по вчетверо большей площади поверхности планеты. Планета излучает всей своей площадью, и поэтому её температура меньше, чем, если бы Земля имела форму круга и просто переизлучала падающую энергию дальше.

Представим себе Солнце, окружённое непрозрачной матовой сферой, как сверхмощная лампочка гигантским плафоном, проходящим через земную орбиту. Присмотревшись, разглядим на этом плафоне крошечный кружочек Земли.

Вы думаете, это совсем уж нелепая фантазия? Может быть и так. Однако ещё в 1960 г. её высказал на страницах самого престижного научного журнала „*Science*” американский физик-теоретик Фримен Дайсон. Он писал, что по мере своего развития каждая цивилизация потребляет всё больше и больше энергии. Когда планетарных ресурсов оказывается недостаточно, она начинает утилизировать энергию своей звезды. Если окружить звезду сферой, можно будет использовать всю звёздную энергию. При этом сфера неизбежно нагреется до какой-то температуры и будет излучать в инфракрасном диапазоне, обеспечивая на поверхности комфортные условия своим обитателям.

Зададимся вопросом, во сколько раз площадь поверхности сферы с радиусом, равным расстоянию от Земли до Солнца, больше площади поверхности Солнца.



Температура на Солнце

Как известно, с увеличением линейных размеров тел в k раз и при сохранении пропорций площадь поверхности увеличивается в k^2 раз, поскольку в k раз увеличиваются оба перпендикулярных размера, необходимых для её вычисления. В нашем случае k равно отношению радиуса воображаемого гигантского плафона (расстояния от центра Солнца до Земли) к радиусу Солнца. Можно ли найти отношение двух расстояний, не зная ни того, ни другого в отдельности? Да! И, оказывается, очень просто. Если посмотреть на Солнце сквозь закопчённое стёклышко, солнечный диск выглядит как кружок диаметром в 1 см на расстоянии приблизительно в 1 м, то есть диаметр Солнца меньше расстояния до него в 100 раз (в одном метре сто сантиметров). Значит, радиус Солнца окажется меньше уже в $k = 200$ раз, а площадь гигантской сферы – в $k^2 = 200^2 = 40\,000$ раз превысит площадь поверхности Солнца. За счёт большей площади сферы её температура будет меньшей. Земля имела бы точно такую температуру, если бы была на этой сфере плоским кружком, переизлучающим солнечную энергию дальше от Солнца. Однако она имеет форму шара, и площадь излучения вчетверо большую площади круга.

$$\text{Поэтому } T_{\text{Солнца}}^4 = T_{\text{Земли}}^4 \times 40\,000 \times 4 = 20^4 \times T_{\text{Земли}}^4 = (20T_{\text{Земли}})^4.$$

Температура на поверхности Солнца в 20 раз больше, чем на поверхности Земли. Таким образом, зная температуру земной поверхности, мы можем найти температуру на поверхности Солнца! Какая же температура на Земле? Она не одинакова днём и ночью, в районе полюсов и возле экватора. Часто используют её среднее значение. Для Земли это 15°C , что при переводе в кельвины и округлении приблизительно даёт 290 К. Итак, температура на Солнце $T_{\text{Солнца}} = 20T_{\text{Земли}} = 5\,800$ К. Жарковато, не так ли? Ещё жарче в недрах Солнца, где водород превращается в гелий. Выделяемая при этом энергия за счёт излучения и теплопроводности перемещается к поверхности. Пройдя две трети пути, она подхватывается конвективными потоками, которые устилают кипящую поверхность Солнца тысячекиллометровыми гранулами, живущими по 10–15 минут. Вещество Солнца не может преодолеть огромную силу тяготения, и дальше энергия переносится излучением.





Земли льда и пламени

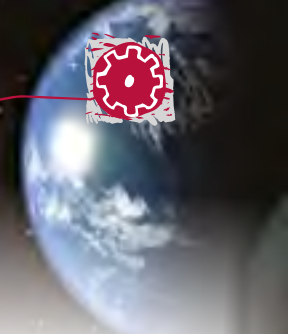
Вот так, не зная постоянную в законе *Стефана-Больцмана*, расстояние до Солнца и его размеры, мы смогли очень точно определить температуру поверхности Солнца (справочное значение $T_{\text{Солнца}} = 5780 \text{ K}$). Это особенно удивительно, учитывая допущенные нами неточности. Во-первых, мы не учли отражательную способность Земли. Не всю падающую энергию Солнца Земля поглощает. В этом легко убедиться, взглянув на красочные фотографии нашей планеты, сделанные из космоса. Во-вторых, мы не учли парниковый эффект. Часть земного излучения возвращается атмосферой назад к поверхности, дополнительно её нагревая. За счёт отражения температура на Земле должна быть ниже, чем 15°C , а за счёт парникового эффекта – выше. Оба эффекта неплохо компенсируют друг друга, и мы имеем то, что имеем¹.

Если бы Земля оказалась в k раз дальше от Солнца, то площадь воображаемой гигантской сферы вокруг Солнца выросла бы в k^2 раз. Планета своим диском ловила бы в k^2 раз меньшую мощность солнечного излучения, чем сейчас: $P_{\text{план}} = P_{\text{Земли}}/k^2$. Согласно закону *Стефана-Больцмана* $T_{\text{план}}^4 = T_{\text{Земли}}^4/k^2$, или $T_{\text{план}} = T_{\text{Земли}}/\sqrt{k}$.

Полученной формулой можно пользоваться для оценки температуры тел Солнечной системы. Расстояние от Солнца до Марса $1,52 \text{ а. е.}$, что в $k=1,52$ раз больше, чем до Земли. Вычислим среднюю температуру на Марсе: $T_{\text{Марса}} = T_{\text{Земли}}/\sqrt{1,52} \approx 235 \text{ K} \approx -40^\circ\text{C}$. Мы получили чуть завышенное значение, но в любом случае ясно, что вода в жидком состоянии когда-то существовала на Марсе при более высокой температуре его поверхности, вследствие

¹Читай статью Дарии Биды „Почему меняется климат Земли?“ в журнале „КОЛОСОК“, № 4/2013.

²а. е. – астрономическая единица, среднее расстояние от Земли до Солнца



более плотной атмосферы и парникового эффекта. Если устремить взор дальше, к окраинным планетам Солнечной системы, температуры станут ещё ниже. Среднее расстояние до Плутона, который ещё недавно считался самой дальней, девятой по счёту планетой Солнечной системы, $39,5 \text{ а. е.}$. Рассчитанная по формуле температура на Плуtone $T_{\text{Плутона}} = T_{\text{Земли}}/\sqrt{39,5} \approx 46 \text{ K}$ только на 2 градуса больше справочного значения. Неплохая точность! На Плуtone настолько холодно, что даже азот и кислород превращаются в лёд.

Наибольшее расхождение между рассчитанной по нашей формуле температурой и подлинной температурой поверхности получается для Венеры (расстояние до Солнца $0,72 \text{ а. е.}$): $T_{\text{Венеры}} = T_{\text{Земли}}/\sqrt{0,72} \approx 342 \approx 70^\circ\text{C}$. За счёт мощной атмосферы, состоящей в основном из углекислого газа, и сильнее парникового эффекта температура на поверхности Венеры $737 \text{ K} \approx 464^\circ\text{C}$. При этой температуре вы не найдёте на Венере свинец, олово, цинк или сахар для чая в твёрдом состоянии. В лучшем случае – в виде блестящих лужиц. Когда-то условия на Венере были более близки к земным, но парниковый эффект забрал у жизни все шансы на существование. Будем думать, что подобная участь не уготована Земле. То обстоятельство, что большинство стран, невзирая на огромные финансовые потери, ограничивают выброс углекислого газа в атмосферу, свидетельствует о серьёзности данной проблемы и вселяет надежду.

Мы рождены, чтоб сказку сделать былью!

Вокруг каждой стабильной звезды можно очертить так называемую зону обитаемости, или *Goldilocks zone*, – зону Златовласки из английской сказки „Златовласка и три медведя“. Это интервал расстояний от звезды, благоприятный для жизни на её планетах. На поверхности планет, попавших в зону Златовласки, возможно существование воды в жидком состоянии, а вода – прекрасный растворитель, играющий для жизни первостепенную роль.

В 2009 г. специально для поиска таких планет был запущен космический телескоп Кеплер. С тех пор он открыл около 3 000 кандидатов в планеты, большинство из которых ещё ждут подтверждения своего статуса независимыми исследователями. Несколько открытых планет похожи на Землю и входят в зону обитаемости. Конечно, все эти планеты принадлежат другим звёздам, и их непосредственное исследование откладывается в отдалённое будущее. Но разве не в наших силах приближать будущее в желаемом направлении?



КАК ДОБЫТЬ

ОГОНЬ?

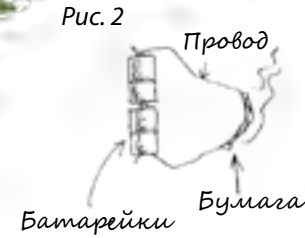
ЛАБОРАТОРИЯ КОЛОСКА

СПОСОБ 3. ДОБЫВАНИЕ ОГНЯ С ПОМОЩЬЮ БАТАРЕИ



Тебе понадобится:

- батарея от автомобиля или батарейки карманного фонарика
- тонкий провод или металлический предмет (пружина от шариковой ручки, стальная спираль или спираль от лампы накаливания);
- трут;
- материал для разжигания.



Что нужно сделать?

Соедини два проводника с полюсами батареи. Приблизь свободные концы проводников и добудь искру вблизи трута (рис. 1). Как только он загорится, добавь материал для разжигания, чтобы поддержать огонь. Если ты используешь батарейки для карманного фонарика, соедини их так, как показано на рис. 2. Ты можешь также использовать тонкие проводки от троса или небольшие кусочки металла. Присоединяя их к батарее, защити руки, ведь металл нагреется.

СПОСОБ 4. ДОБЫВАНИЕ ОГНЯ С ПОМОЩЬЮ ЛИНЗ



Тебе понадобится:

- линзы (от очков для чтения, бинокля или телескопа);
- трут;
- материал для разжигания.



Рис. 3

Что нужно сделать?

Имея много сухого трута, направь свет, собранный линзой, на него, пока он не начнёт дымиться. Держи наготове ещё трут, чтобы поддержать огонь. Когда трут начнёт гореть, добавь материал для разжигания (см. рис. 3)





СПОСОБ 5. ДОБЫВАНИЕ ОГНЯ С ПОМОЩЬЮ РЕФЛЕКТОРА



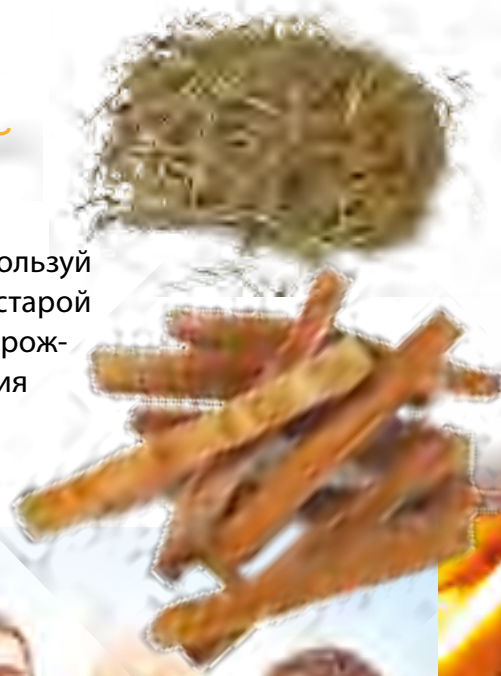
Рис. 4

Тебе понадобится:

- рефлектор от карманного фонарика или автомобильной фары;
- трут;
- материал для разжигания.

Что нужно сделать?

Чтобы сфокусировать солнечные лучи на трут, используй световой рефлектор от карманного фонарика или старой автомобильной фары. Если фара отработавшая, осторожно отсоедини стекло. Положи материал для разжигания внутрь или перед рефлектором и расположи его так, чтобы максимально собрать солнечные лучи. Если будет достаточно солнечной энергии (и немного везения), трут нагреется и загорится (см. рис. 4).



СПОСОБ 6. ДОБЫВАНИЕ ОГНЯ С ПОМОЩЬЮ ВОДЫ

Тебе понадобится:

- вода;
- прозрачный сосуд или бутылка;
- скрепка для бумаги или провод;
- трут;
- материал для разжигания.



Что нужно сделать?

Налей приблизительно две чайные ложки воды в сосуд. Наклони банку, чтобы вода собралась в углу, а солнечные лучи попадали сквозь воду на трут (см. рис. 5). Трут вспыхнет.

Существуют и другие необычные способы добытия огня, например, использование пороха из боеприпасов или с помощью таблеток. Своеобразно добывают огонь племена Восточной Азии. Они выковыривают середину цилиндрического бамбукового стебля и засыпают туда мелкую деревянную стружку. Потом подбирают длинный деревянный стержень, который плотно входит в бамбуковый цилиндр (как поршень в автомобильном двигателе), и быстро сжимают стержнем воздух в цилиндре. Вследствие быстрого (адиабатического) сжатия воздух нагревается и деревянная стружка вспыхивает. Остаётся быстренько высыпать „угольки” на трут – и костёр готов!

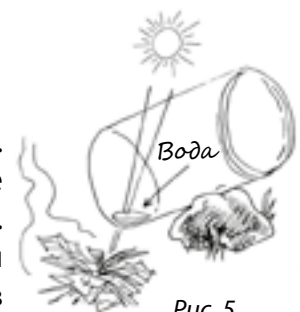


Рис. 5





Наталья Романюк

ДЫХАНИЕ РАСТЕНИЙ

ЭНЕРГИЯ И ЖИЗНЬ

Первое, что мы обычно узнаём о растениях на уроках природоведения – это то, что они поставляют нам кислород и очищают воздух от углекислого газа. Да, действительно, растения в процессе фотосинтеза используют CO_2 для синтеза сахаров и выделяют кислород. А как же дыхание? Дышат ли растения?

Растения так же, как и мы с вами, принадлежат к аэробным организмам, а это означает, что для их жизнедеятельности необходим кислород. В растительных клетках, как и в клетках других ядерных организмов, есть „энергетические станции” – митохондрии. Для чего?

Давайте размышлять так: процесс фотосинтеза осуществляется только днём с использованием энергии Солнца. Откуда растения получают энергию ночью, когда фотосинтез невозможен? Что происходит зимой, когда листопадные деревья сбрасывают свои зелёные листья? Неужели жизнь растения совсем замирает? Нет! Процессы жизнедеятельности осуществляются тогда только за счёт энергии, которая выделяется в процессе дыхания. В процессе дыхания органические вещества (как правило, углеводы) „сгорают” в митохондриях с использованием кислорода. Синтезируется энергетическая валюта клеток – АТФ, образуется вода и углекислый газ, а часть энергии выделяется в форме тепла.

Итак, фотосинтез у растений происходит только на свету, а дыхание – 24 часа в сутки! Фотосинтез осуществляют только зелёные части растений, а дышат все его части!

Часть 1





Устьица иголки
ели ситхинской

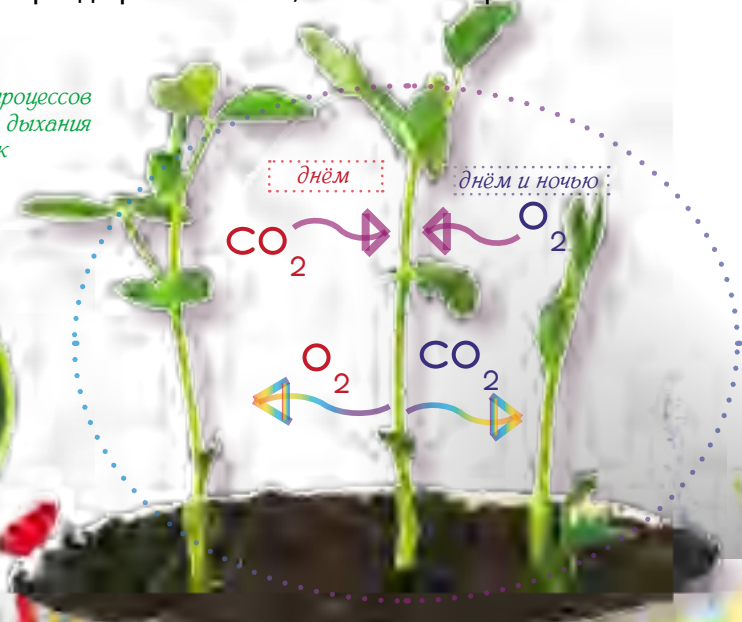


Устьица листка лаванды

Днём, когда фотосинтез и дыхание осуществляются одновременно, количество кислорода, который образуется, обычно превышает количество выделенного углекислого газа. Ночью в воздух выделяется только углекислый газ. Именно с этим связано существование ошибочных представлений о растениях-вампирах, которые отбирают энергию (что объясняют чрезмерным потреблением кислорода и выделением углекислого газа). А приходилось ли вам ночевать в палатке в лесу? Несомненно, дышалось легко, и никто не ощутил недостатка кислорода. Однако нужно понимать, что количество выделенного растением углекислого газа или поглощённого кислорода незначительно по сравнению с тем количеством кислорода, которое оно выделяет днём. На самом деле люди при дыхании выделяют гораздо больше углекислого газа, чем растения. Для того, чтобы образовалось столько углекислого газа, сколько его выделяет обычный человек, понадобилось бы почти 10 000 кг растений! Если в вашей спальне их именно столько – открывайте двери и окна. Нет? Тогда спите спокойно!

Таким образом, комнатные растения – прекрасные поставщики кислорода, особенно в зимний период. Многие из них имеют бактерицидные свойства, а один из лучших способов очистки воздуха – правильное озеленение комнаты, в частности использование растений, которые выделяют фитонциды (природные антибиотики). Установлено, что люди, у которых дома много растений, гораздо реже болеют, в частности гриппом.

Соотношение процессов фотосинтеза и дыхания в течение суток



ПОТ ЧЕГО ЗАВИСИТ ДЫХАНИЕ РАСТЕНИЙ?

Дышат все части растений: листья, стебли, корни и даже цветы. Любопытно, что корни дышат слабее, чем фотосинтезирующие листья. А лепестки цветов (видоизменённые листья) дышат в 18–20 раз активнее, чем листья. Лиственные деревья дышат активнее, чем хвойные, а у растений засушливых земель – суккулентов – скорость дыхания очень низка.

Интенсивность дыхания зависит от многих факторов: поры года, периода суток, температуры, интенсивности освещения и др.

В целом в процессе развития клеток, тканей, органов растений интенсивность дыхания вначале возрастает, потом достигает максимума на время наибольшей скорости роста, а затем постепенно снижается. Человек тоже нуждается в наибольшем количестве энергии в период активного роста. Молодые деревья тратят треть суточных продуктов фотосинтеза на дыхание. Части растений, завершившие рост (старые листья, стебли, древесина или поспевшие семена) имеют невысокую интенсивность дыхания, но она никогда не падает до нуля. У растений тоже бывают периоды кратковременного и значительного усиления дыхания. У сочных плодов перед полным созреванием происходит временная (2–3 дня) активизация дыхания – климатический подъём дыхания. Примером проявления активного дыхания растений является высокое содержание углекислого газа (до 13 %, в норме – 0,03 %) в атмосфере элеваторов, где хранят зерно. Вследствие дыхания образуется вода, увлажняющая семена, и выделяется тепло. Дышать в таких помещениях очень тяжело. Температура семян на элеваторах может достигать +60–90 °С, и тогда семена „горят“ и теряют способность прорасти.

Дыхание зависит и от атмосферного давления. Американский биолог Фрэнк Браун выяснил, что дыхание в клетках глазков клубней картофеля усиливается при росте атмосферного давления и наоборот. Глазки картофеля на двое суток раньше, чем барометр, „предугадывают“ изменение погоды. Перед дождём, то есть при понижении давления, они задерживают дыхание.

Дыхание растений происходит при разных температурах: от –25 °С до +50–60 °С. Для большинства растений минимальная температура дыхания составляет 0 °С. В промежутке температур от 0 °С до 30 °С с повышением



Устьица
кувшинки

температуры на каждые 10 °С интенсивность дыхания возрастает в целых 2 раза. При температурах более 40–50 °С дыхание замедляется. Высокие температуры – одна из причин усиленного дыхания тропических растений, которые „сжигают“ 70–80 % суточных продуктов фотосинтеза. Самая благоприятная температура для дыхания 35–40 °С, для фотосинтеза она ниже на 5–10 °С. Поэтому при высоких температурах растение интенсивно расходует органические вещества, а их синтез почти прекращается, что приводит к снижению урожая многих видов растений.

Что происходит с растениями зимой? Дышат ли они тогда? Да! Растения продолжают дышать! Летних запасов углеводов вполне достаточно для того, чтобы пережить зиму и возобновить рост весной. Почки плодовых деревьев дышат при –14 °С, а хвоя сосны – даже при –25 °С!

Усиливаются процессы дыхания у растений, заражённых болезнью. Профессор Калифорнийского университета С. Е. Ярвуд измерял температуру листьев растений, инфицированных вирусом или грибом, и сравнивал её с температурой здорового растения. Температура больных частей растения повышалась на целых 2 °С! Не напоминают ли вам растения больных детей? Вспомните себя с температурой 38,6 °С! Высокая температура у устойчивых к заболеваниям растений держится дольше, чем у неустойчивых. Оказывается, что в таких условиях в клетках синтезируются защитные фенольные соединения, ядовитые для возбудителей болезни. Усиленно дышат и раненные растения, что тоже приводит к заметному повышению их температуры в участках повреждения.

Дыхание – это не только процесс поставки энергии для роста и развития растительного организма. От дыхания зависит поглощение воды и питательных минеральных элементов. На промежуточных этапах дыхания образуются соединения (органические кислоты, сахара), которые используются в различных реакциях обмена веществ. В засушливых условиях вода, которая выделяется при дыхании, может уберечь растение от обезвоживания! Напоминает механизмы обеспечения водой верблюда, правда?

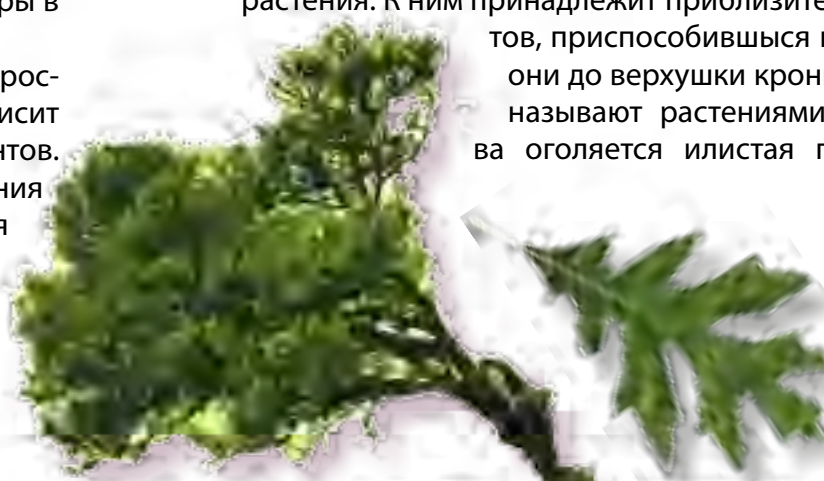


КАК ДЫШАТ РАСТЕНИЯ?

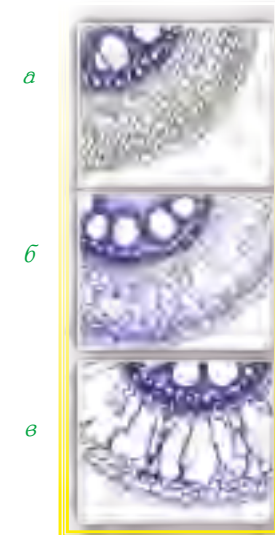
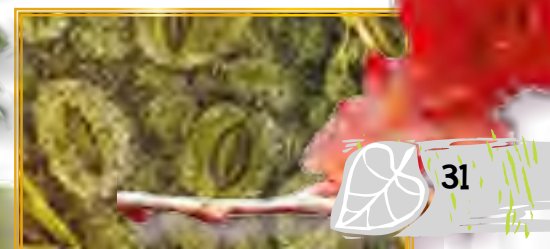
У растений нет специальных органов дыхания, похожих на наши лёгкие. Кислород поступает к ним сквозь природные отверстия. Кроме того, растения используют кислород, образовавшийся в процессе фотосинтеза.

Наземные части растений получают кислород из воздуха непосредственно через поры. Поры в листьях – это устьица, поры на ветках деревьев – чечевички. Как правило, устьица находятся с нижней стороны листа. Они образованы особыми замыкающими клетками, которые содержат зелёный пигмент хлорофилл. Через устьичную щель в листок поступает воздух и испаряется влага. На листьях водных растений, листки которых плавают на поверхности воды (например, кувшинки), устьица расположены только на верхней поверхности листа. Количество устьиц на 1 мм² листа в среднем составляет 300! Меньше всего устьиц обнаружено в листьях традесканции – 14 на мм², а больше всего – в листьях дуба болотного – 1 200 на мм². В корнях растений тоже есть поры.

На берегах Юго-Восточной Азии, Океании, Австралии, Мадагаскара, Экваториальной Африки на границе моря и суши растут мангровые растения. К ним принадлежит приблизительно 40 видов деревьев и кустов, приспособившись к приливам, во время которых они до верхушки кроны погружаются в воду. Мангры называют растениями-амфибиями. Во время отлива оголяется илистая почва, пронизанная корнями



Устьица листка дуба



Разрез корней кукурузы в нормальных условиях (а), при умеренном (б) и сильном (в) недостатке кислорода. Стрелками показаны межклеточники аэренхимы



и почти без кислорода. Как же мангровые растения выживают в таких условиях? Мангры получают кислород с помощью особых дыхательных корней-пневматофоров, которые в отличие от обычных растут вверх, имеют пористое строение и большие межклеточки, заполненные воздухом. В условиях недостатка кислорода приспособились и листья таких растений. Так, авиценния – растение, названное в честь древнего персидского учёного-энциклопедиста, врача и философа Авиценны, – во время прилива почти вся покрывается водой, а нижняя поверхность её листьев густо опушена. Под водой между волосками задерживаются пузырьки воздуха, кислород которого растение использует во время затопления. А корни авиценнии – это прямостоящие выросты, поднимающиеся на 20–25 см над поверхностью почвы. Благодаря хорошо развитой системе межклеточников воздух легко поступает в корни.

Пневматофоры есть не только у мангров, но и у растений, растущих на пресноводных болотах тропических и умеренных широт. В Новой Гвинее они есть у ротанговой пальмы, которую используют для изготовления мебели. Стебли этой лианы достигают иногда 200–300 м. В Северной Америке пневматофоры есть у болотного кипариса – дерева, вырастающего до 35–45 м и диаметром ствола до 2 м. Цилиндрические пневматофоры этого дерева выдаются над поверхностью почвы, особенно у растений, растущих недалеко от воды. На болоте люди могут ступать по пневматофорам как по брусчатке. Мексиканцы обустроивают в них ульи.





МОГУТ ЛИ РАСТЕНИЯ ЖИТЬ БЕЗ КИСЛОРОДА?

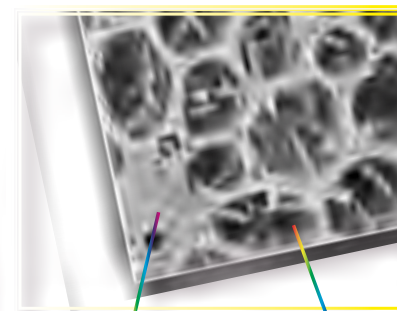
В воздухе содержится приблизительно 21 % кислорода. Этого вполне достаточно для нормальной жизнедеятельности растений. Правильный уход за растениями способствует нормальному дыханию. Регулярно мойте или протирайте листочки от пыли. Но помните, что с опущенными листочками делать это необходимо очень осторожно, желателно использовать специальную кисточку.

Бывают случаи, когда растения оказываются в условиях недостатка кислорода. Чаще всего эта проблема касается корней. В хорошо аэрируемой почве кислорода чуть меньше, чем в воздухе – 7–12 %, в плохо обработанной почве его содержание понижается до 2 %. Именно поэтому не стоит заливать комнатные растения. Блокирование доступа воздуха к корням приводит к тому, что растение буквально тонет в воде; загнивают корни, листья опускаются и желтеют. Как предотвратить такую ситуацию? Выньте растение из горшка, очистите от почвы, промойте и осмотрите корни. Если они крепкие и невредимые, пересадите растение в горшок со свежей, чуть увлажнённой землёй. На дно горшка насыпьте керамзит или мелкие глиняные черепки (дренаж), что будет способствовать лучшему газообмену корней. Поместите горшок в затемнённое место вдали от прямых солнечных лучей и поливайте только тогда, когда верхний слой почвы подсохнет вглубь на несколько сантиметров.

Пневматофоры – дыхательные корни, выступающие из воды

Ещё меньше кислорода в очень заболоченных почвах. В них корни повреждаются, отмирают, и рост растений замедляется или совсем прекращается. Мимоза стыдливая, способная моментально складывать свои листочки в ответ на прикосновение, в анаэробных условиях цепенеет и не реагирует ни на какой раздражитель.

Выдающийся французский учёный Луи Пастер показал, что растения в среде без кислорода образуют не только CO_2 , но и спирт. В природных условиях это возможно при намокании. Спирт обнаруживают даже в воде около растений. В природных условиях вследствие частых разливов в бассейне реки Амазонки образуются непроточные мелкие водоёмы, которые очень хорошо прогреваются и освещаются. Затопленные растения таких водоёмов превращают



клетки

воздушные ходы

Аэренхима стебля кубышки жёлтой (Najas lutea). Кислород перемещается затопленными воздушными ходами, образованными межклеточниками

сахара в спирт – протекает процесс брожения. Местные жители научились использовать такую „воду“ для приготовления напитков. Некоторые виды амазонских рыб переходят к нересту только тогда, когда в водоёмах есть определённое количество спирта. Незначительные количества спирта есть в плодах яблок, мандаринов и др.

Однако некоторые растения, живущие в условиях постоянного затопления, приспособились к недостатку кислорода. Так возникли дыхательные корни или пневматофоры у растений мангровых зарослей. Знакомый вам ситник имеет особую ткань – аэренхиму, которой свойственны большие межклеточники, заполненные воздухом. Аэренхима образуется и в корнях других растений в ответ на недостаток кислорода, формируются дополнительные корни, которые гораздо толще, имеют хорошо развитую аэренхиму и обеспечивают процессы дыхания.

Учёные установили, что рогоз, ива, другие болотные растения в условиях нормального обеспечения кислородом дышат в 2–3 раза слабее, чем растения, не приспособленные к кислородному дефициту (горох, фасоль, пшеница или тополь). Пониженная интенсивность дыхания связана с их низкой потребностью в кислороде. Содержание сахаров в их корнях выше, а потери при недостатке кислорода экономичнее.

Любопытно, что болотные и водные растения в условиях анаэробноза нагромождают не этиловый спирт, а менее ядовитые для растений молочную и яблочную кислоты. Таким образом, водные и болотные растения приспособились к недостатку кислорода двумя способами: путём изменения обмена веществ и особого строения. Несмотря на полезные приспособления, длительный недостаток кислорода вредит даже таким растениям. Тем не менее, благодаря аэренхиме и пневматофорам они успешно заселяют субстраты, на которых другие организмы не могут расти.





Мария Надрага

СМОКОВНИЦА ОБЫКНОВЕННАЯ, ИЛИ ИНЖИР

(*Ficus carica* L.)

Семейство Тутовые
(*Moraceae*)



ПЛОД БЕЗ ЦВЕТКА?

Тиговое дерево, или смоковница обыкновенная¹, – одно из самых популярных библейских растений. Это дерево (или куст), обычно высотой до 10 м с 3–5-лопатовыми тёмно-зелёными листьями. Как и у других фикусов, в тканях побегов и листьев инжира есть густой белый молочный сок, который активно выделяется при повреждении. Неприхотливая смоковница плодоносит каждый год, однако складывается впечатление, что её сочные грушеобразные плоды (на самом деле – соплодия) вырастают в пазухах листьев без цветения. Этот феномен издавна удивлял человечество, введя в заблуждение великого учёного и прекрасного знатока растений Карла Линнея. Дело в том, что опыление и образование семян в смоковнице происходит скрыто, а само соплодие может образоваться и без опыления. Только в XIX столетии ботаники раскрыли тайну цветов смоковницы: их опыляет оса бластофага (*Blastophaga psenes*). В процессе эволюции между насекомым-опылителем и цветами смоковницы сложились чрезвычайно интересные и тесные взаимоотношения.



Цветы у инжира есть, но они собраны в удивительные на вид соцветия, похожие на грушу с дырочкой на верхушке. Называется такое соцветие сиконий². Внутри они полые, а на их внутренних стенках находятся малюсенькие цветочки. У этого растения развиваются три типа цветов: мужские (тычинковые), женские с короткими столбиками (галловые) и женские с длинными столбиками. В каждом соцветии завязываются и мужские, и женские цветы. Но на одних деревьях женские цветы с короткими столбиками не плодоносят, и растение получается мужским, зато на других (женских) особях мужские цветы превращаются в чешуйки и функционируют женские цветы с длинными столбиками. Именно на женских особях образуются сочные съедобные соплодия – фиги, или инжир. Сиконии, развивающиеся на мужских деревьях, называют каприфигами. Они меньше по размеру, чем женские, и из них в дальнейшем образуются несъедобные твёрдые соплодия. Именно в этих сикониях проходит личиночная стадия развития осы бластофаги и формируется пыльца растений. Смоковница на протяжении года образует несколько генераций





соцветий: весенние, летние и осенние. Весной самка осы-блостофаги проникает в соцветие сиконий и откладывает яйца в семенных зародышах галловых цветов. До начала лета здесь развиваются взрослые блостофаги. Продолжительность жизни мужских особей невелика: оплодотворив самку, они погибают. Самки осы выползают наружу, цепляя многочисленные пыльники. Нагруженные пыльцой осы, в поисках новых галловых цветов ошибочно проникают в женские цветы с длинными столбиками и опыляют их. Оса напрасно пытается отложить здесь яйца: длина яйцекладки насекомого гораздо короче, чем столбик маточки этих цветков. Таким образом, оса либо погибает, либо находит летние или осенние соцветия с галловыми цветками и откладывает яйца там. Осенние соцветия зимуют вместе с яйцами блостофаги, а весной весь цикл повторяется снова. У дикорастущих форм смоковницы оба типа соцветий сиконий (каприфиги и фиги) расположены на одном растении, а у культурных, как правило, на разных. Поскольку культурный инжир – двудомное растение, то ради получения вкусных и полезных плодов выращивают женские экземпляры, в которых сочные соплодия образуются без участия мужских особей. Плодоносить инжир начинает на 2–3-й год, живёт в среднем до 30–60 лет, а в некоторых случаях до 300 лет.

Смоковница распространена в Средней Азии, Северо-Западной Индии, Иране, Малой Азии, а также во всех странах Средиземноморья. Растение неприхотливо к почвам, растёт даже на каменистых. Родиной смоковницы является горная область (Кария), расположенная в Малой Азии (отсюда и видовое латинское название растения – *carica*). Из Малой Азии инжир попал к финикийцам, а позже – в Сирию, Египет и Грецию.

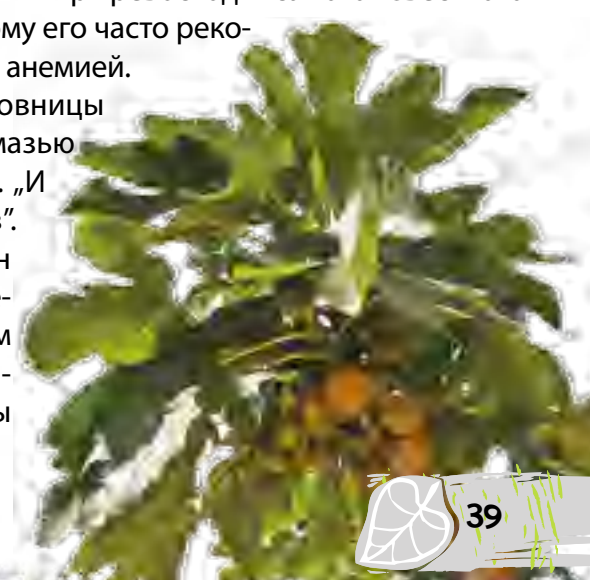
ОДЕЖДА ДЛЯ АДАМА И ЕВЫ И НЕ ТОЛЬКО

Фиговое дерево – это одно из старейших плодовых деревьев на Земле, культивируемое ещё в V тысячелетии до нашей эры. В Египте найдены барельефы, изготовленные за 2500 лет до нашей эры, на которых изображён процесс сбора фиг. Уже древние греки знали разнообразные сорта смоковницы, а лучшие из них получали даже собственные имена (этот факт упоминает Теофраст (III–IV ст. до н. э.)). Согласно Ветхому Завету Адам и Ева, увидев свою наготу, прикрылись листьями смоковницы: „И открылись глаза у них обоих, и узнали они, что наги, и сшили смоковные листья, и сделали себе опоясания“ (Бытие 3, 7).



Люди издавна выращивали смоковницу ради её соплодий (фиг). Этот полезный пищевой и диетический продукт содержит сахара (в свежих плодах до 24 %, в сушеных – до 37 %), органические кислоты, белки, железо, фосфор, кальций, витамин С, каротин. Калия в фигах так много, что по его содержанию инжир уступает только орехам. Фиги употребляют в пищу в свежем виде, их сушат, консервируют, изготавливают из них варенья, джемы, делают суррогаты кофе, пекут хлеб, сладкий на вкус. Издавна пирожные и хлеб из плодов смоковницы особо ценили путешественники, о чём находим упоминания и в Библии (I Самуил 25, 18–19; I Самуил 30, 11–12; Юдита 10, 5 и др.). Тому есть своё объяснение, ведь хлебные изделия из фиг долго хранятся и даже в малых количествах дают ощущение сытости, поскольку являются высококалорийным продуктом (214 ккал/100 г). Как один из лучших поставщиков энергии для нашего организма, соплодия смоковницы и продукты питания из них очень быстро восстанавливают силы, избавляют от умственной и физической усталости³.

Мякоть соплодия – прекрасное средство против кашля, бронхита, болезней печени, селезёнки, оказывает хорошее потогонное и жаропонижающее действие. Кроме того, по количеству железа инжир превосходит самого известного „железного“ поставщика – яблоко, поэтому его часто рекомендуют больным с железодефицитной анемией. При лечении свойства соплодий смоковницы упоминает и пророк Исаия, который мазью из фиг излечил чирей царя Езекиева. „И сказал Исаия: „Возьмите пласт смокв“. И взяли, и приложили к нарыву; и он выздоровел“ (IV Цари 20, 7). И только недавно учёные обнаружили в молочном соке смоковницы фермент фицин. Именно благодаря фицину плоды смоковницы имеют антибактериальные свойства.





СИМВОЛ ИЗБРАННОГО НАРОДА И ПЛОДОРОДИЯ

Фиговое дерево в Библии – символ избранного народа. Именно поэтому самой заветной мечтой каждого еврея был отдых в тени собственного фигового дерева. Смоковницу часто сажали около дома вместе с виноградником, которые вместе создавали тень. Под этими растениями собиралась вся семья на обед или ужин. Любимое высказывание пророков „под своею виноградною лозою и под своею смоковницею” часто встречается в Библии, например, у Михея, Захарии и т. д. (Михей 4, 4; Захария 3, 10).

Фиговое дерево принадлежало к благам обещанной земли, о которой Моисей рассказывал евреям в пустыне (Второзаконие 8, 7–8), а недостаток там фиг не раз служил поводом для жалоб: „И для чего вывели вы нас из Египта, чтобы привести нас на это негодное место, где нельзя сеять, нет ни смоковниц, ни винограда, ни гранатовых яблок, ни даже воды для питья?” (Числа 20, 5). Неурожай или уничтожение саранчой урожая фиг считали Божьей карой, которой часто пугали пророки. „Опустошил он виноградную лозу мою, и смоковницу мою обломал, ободрал её догола, и бросил; сделались белыми ветви её” (Иоиль 1, 7; Псалом 105, 33).

О большом практическом значении фигового дерева для древних евреев свидетельствует тот факт, что плоды смоковницы использовали в жертвоприношениях: „...и отдавал это священникам, сынам



Аароновым, для жертвенника: десятину всех произведений давал сынам Левиным, служащим в Иерусалиме; другую десятину продавал, и каждый год ходил и издерживал ее в Иерусалиме” (Товит 1, 7).

И в Ветхом (Иеремия 29, 17), и в Новом Завете плоды смоковницы часто сравнивают с человеком и его поступками. Высказывание „бесплодная смоковница” уходит корнями в библейские времена. Христос не раз говорит о хорошей и плохой смоковнице. Последнюю советует вырубить и сжечь: в переносном смысле это люди, вера которых формальна и не подкреплена добрыми поступками и ежедневными милосердными делами. „И сказал сию притчу: некто имел в винограднике своём посаженную смоковницу, и пришёл искать плода на ней, и не нашёл; и сказал виноградарю: вот, я третий год прихожу искать плода на этой смоковнице и не нахожу; сруби её: на что она и землю занимает? А он сказал ему в ответ: господин! оставь её и на этот год, пока я окопаю её и обложу навозом, – не принесёт ли плода; если же нет, то в следующий [год] срубишь её” (Лука 13, 6–9).

Другой рассказ евангелистов о том, как Иисус проклял смоковницу, дополняет образ глубоко верующего человека. „Полутру же, возвращаясь в город, взалкал; и увидев при дороге одну смоковницу, подошёл к ней и, ничего не найдя на ней, кроме одних листьев, говорит ей: да не будет же впредь от тебя плода вовек. И смоковница тотчас засохла. Увидев это, ученики удивились и говорили: как это тотчас засохла смоковница? Иисус же сказал им в ответ: истинно говорю вам, если будете иметь веру и не усомнитесь, не только сделаете то, что сделано со смоковницею, но если и горе сей скажете: поднимись и ввергнись в море, – будет; и всё, чего ни попросите в молитве с верою, получите” (Матфей 21, 18–22). Эта притча учит, что люди, в душе которых есть истинная вера, могут не только преодолеть любые трудности, но и творить чудеса.

Фиговое дерево в Библии упоминается более 50 раз. Популярна смоковница и в других религиях. В Древней Греции растение посвящали Деметре и Дионису. В Риме долгое время почитали одно фиговое дерево, под которым, согласно поверью, родила волчица Ромула. У древних римлян смоковница была культом плодородия. Египтяне считали инжир священным деревом, воплощением богини неба Нут. В Индии до сих пор существует культ священной смоковницы. Здесь её считают престолом бога Вишну, который в образе юноши сидит на ветвях смоковницы. Сам Будда получил просвещение в тени смоковницы, а Мухаммед считал её плоды лучшими в райском саду.



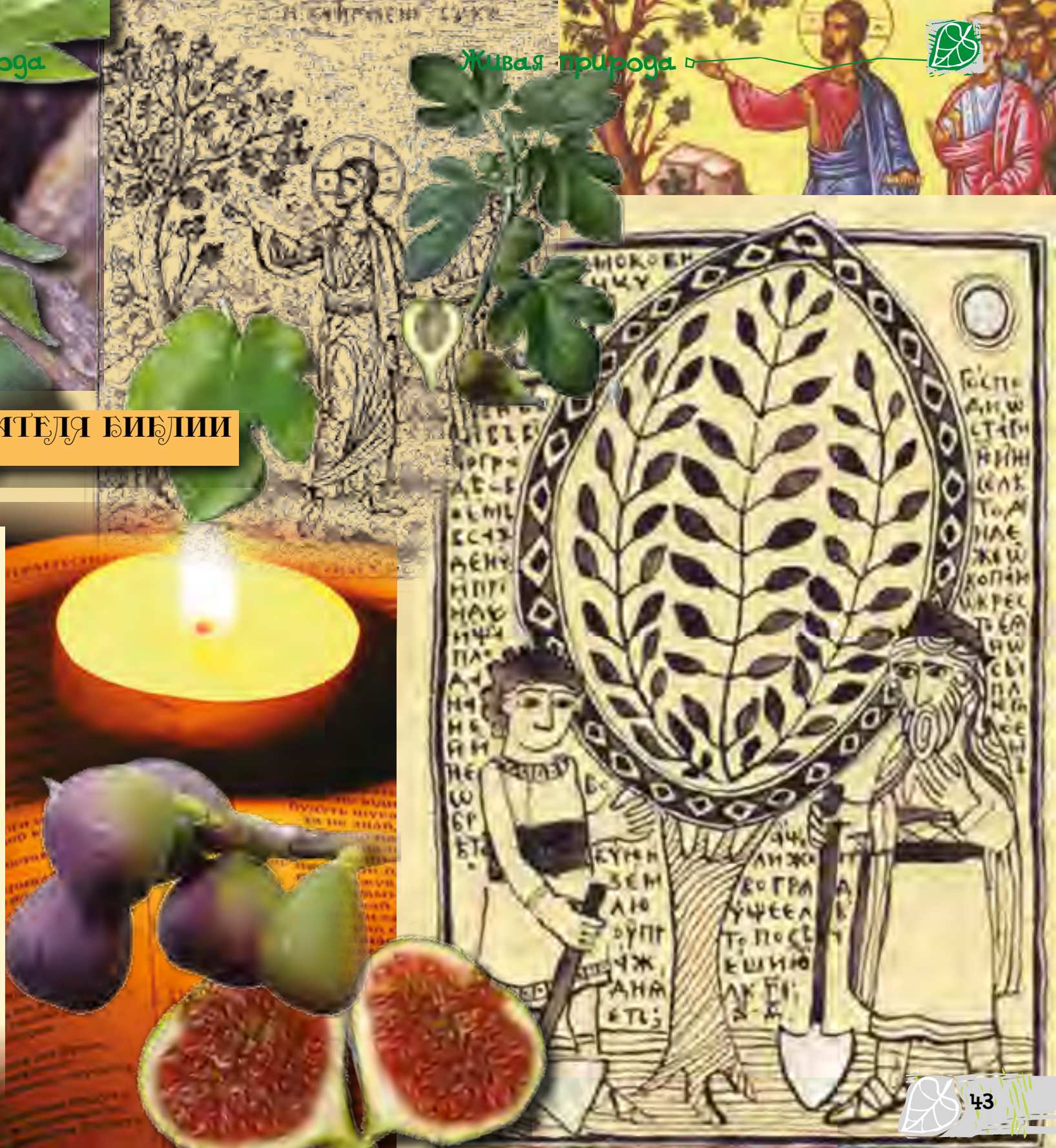


СПРАВОЧНИК ЮНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЯ БИБЛИИ

¹Смоковница обыкновенная имеет несколько названий (фиговое дерево, инжир, фи́га и т. п.). Но самым интересным из них является название „винная ягода“. Инжир – очень нежный фрукт и в свежем виде долго не хранится. Спелые соплодия наполнены сладким „желе“ и мелкими круглыми плодами, как у клубники. Стоит спелой фи́ге чуть дольше повисеть на солнце, её превкусная мякоть начинает бродить, превращая соплодие в похожие на вино „винные ягоды“.

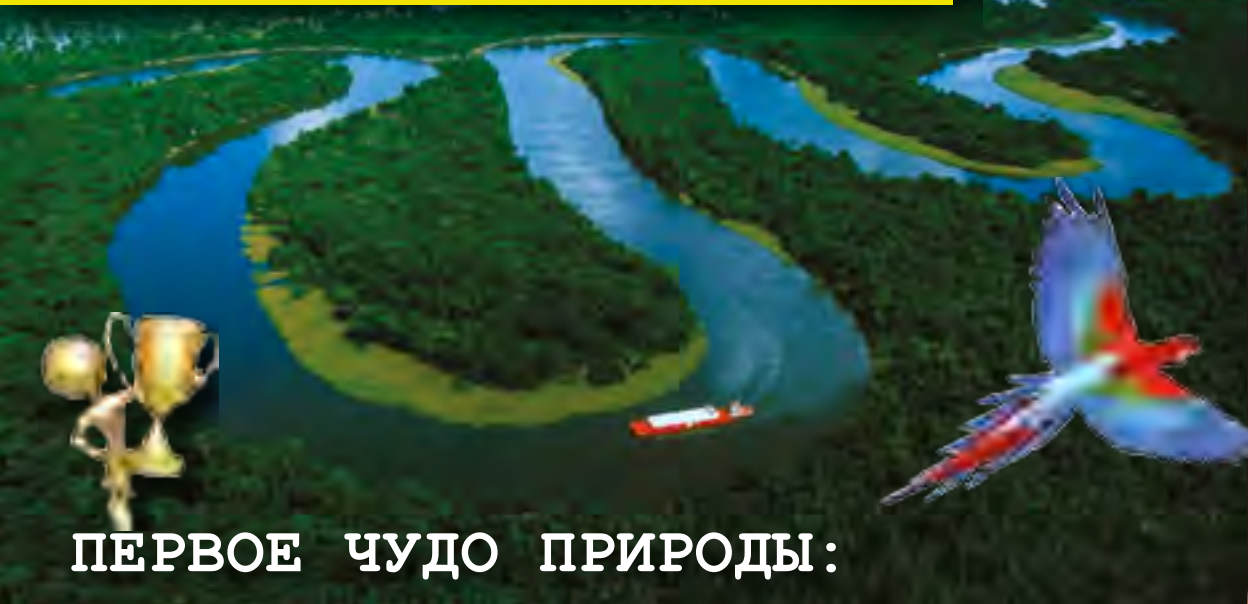
²Сиконий – соцветие фикусов, которое разрастается в кругловато-овальное образование с отверстием на верхушке и полостью внутри, где находятся мелкие невзрачные раздельнополые цветки.

³В походной сумке римского легионера обязательно были только сухие плоды смоковницы и изюма, которых хватало взрослому мужчине для многодневных переходов. Не удивительно, что воины Александра Македонского завоевали полмира! И сегодня умные люди берут с собой в далёкие походы не банки с тушёнкой, а сухофрукты и орехи. А лучше всего – „чудо-смесь“.



СЕМЬ НОВЫХ ЧУДЕС ПРИРОДЫ

New seven wonders of nature



ПЕРВОЕ ЧУДО ПРИРОДЫ:

АМАЗОНКА И АМАЗОНИЯ

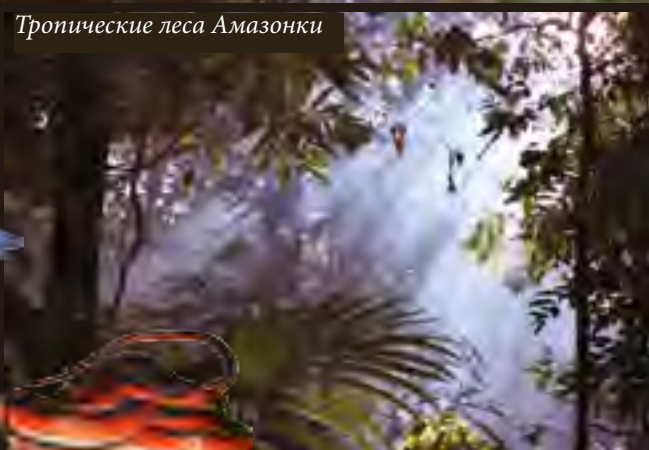
(Боливия, Бразилия, Колумбия, Эквадор, Заморский департамент Франции – Гвиана, Гайана, Перу, Суринам, Венесуэла)

„Лёгкие“ нашей планеты находятся в Амазонии. Здесь сосредоточено более половины тропических лесов, оставшихся на планете, и растут они в бассейне самой большой реки мира – Амазонки. Богатство флоры и фауны изумляет: свыше миллиона самых разнообразных видов растений и животных! Учёные подсчитали, что на каждые 10 км² здешних тропических лесов приходится полторы тысячи видов цветов, 750 видов деревьев, 125 видов млекопитающих, 400 видов птиц и несчётное множество насекомых.

На малюсеньком островке посреди реки Тамболпата (Перу) дети играют в футбол



Водопад Сан Рафаэль



Тропические леса Амазонки



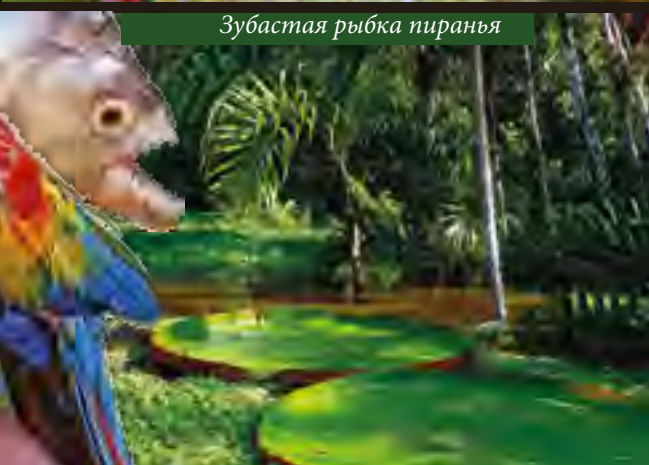
Звезда амазонских вод – Виктория Амазонская



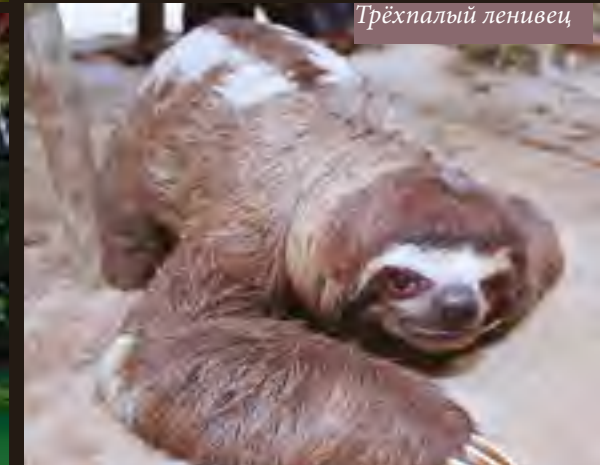
Красный ибис – одна из красивейших бразильских птиц



Амазонский ягуар



Зубастая рыбка пиранья



Трёхпалый ленивец

Ольга Возна

ТЕСТ ДЛЯ АСТРОЭРУДИТОВ

1. В Иране – это Тропа Аримана, в Скандинавии – Дорога Одина, у арабов – Река Пахры, в Индии – Русло Ганга, в Китае – Небесная Река, у финно-угорских народов и славян – Птичья Дорога, у венгров и румын – Цыганский Путь. А у нас?
2. Какую планету Солнечной системы в XVI ст. открыл Николай Коперник?
3. За 27 дней Солнце осуществляет полный оборот вокруг ...
4. Римляне называли это созвездие Семёркой, тувинцы – Семью Царями, казахи – Семью Разбойниками. А как его называем мы?
5. Угольный мешок, Конская Голова, Сова, Улитка, Гантель – это ...

6. Индийские астрономы считали, что кроме семи планет, известных издавна, есть ещё две огромные тёмные планеты – Раху и Кету. Какие два явления, по их мнению, доказывали их существование?
7. Сколько всего спутников у планет земной группы?
8. Какие чрезвычайно важные в космической технике приборы внесены в книгу рекордов Гиннеса как самые идеальные сферы, созданные человечеством? Каково их назначение?
9. Как астрономы называют планеты в других звёздных системах?
10. Перечислите созвездия, названные в честь птиц (в том числе мифических).

ОТВЕТЫ. 1. Млечный Путь. 2. Землю. 3. Своей оси. 4. Большая Медведица. 5. Туманности. 6. Затмение Солнца и Луны. 7. Три: Луна, Фобос, Деймос. 8. Гироскопы для ориентации космического аппарата в пространстве. 9. Экзопланеты. 10. Ворон, Голубь, Журавль, Лебедь, Орёл, Павлин, Райская Птица, Тулкан, Феникс.

ВНИМАНИЕ! В журнале „КОЛОСОК“ № 8/2013 на стр. 23 по техническим причинам была допущена ошибка: рисунки с формулами фруктозы и глюкозы подписаны наоборот.



Министерство образования и науки Украины
Л200 „Львовский институт образования“

КОЛОСОК ОСЕННИЙ

22 НОЯБРЯ 2013 ГОДА

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРИРОДОВЕДЧЕСКИЙ ИНТЕРАКТИВНЫЙ КОНКУРС
ДЛЯ УЧЕНИКОВ 1-11 КЛАССОВ

ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ
В МЕЖДУНАРОДНОМ ПРИРОДОВЕДЧЕСКОМ
ИНТЕРАКТИВНОМ КОНКУРСЕ

„КОЛОСОК – ОСЕННИЙ” – 2013

ТЕМАТИКА ЗАДАНИЙ:
„ЭНЕРГИЯ В НЕЖИВОЙ ПРИРОДЕ”
„ЭНЕРГИЯ В ЖИВОЙ ПРИРОДЕ”
„ЭНЕРГИЯ И ВЕЩЕСТВА”

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К КОНКУРСУ
ТЫ НАЙДЕШЬ НА НАШЕМ САЙТЕ www.kolosok.org.ua
и в нашей группе vk.com/kolosokgroup



ЭНЕРГИЯ – ЭТО ЖИЗНЬ!

Заявки на участие присылайте до 20 октября на адрес: г. Львов, д/я 9838.
Благотворительный взнос 12 грн.
Справки по тел. 032-2367-123, 050-3732-983, 097-411-8100, тел. факс 032-2367-126.
E-mail: dabida@mis.lviv.ua www.kolosok.lviv.ua

Готовиться к конкурсу теперь можно и в социальных сетях
[VK.COM/KOLOSOKGROUP](http://vk.com/kolosokgroup) [FACEBOOK.COM/KOLOSOKGROUP](http://facebook.com/kolosokgroup)
Присоединяйся к нам и принимай участие в розыгрыше призов!

Каждый студент, изучающий точные науки, знает о природе куда больше, чем знали Декарт и Паскаль. Но способен ли он мыслить, как они?

Антуан де Сент-Экзюпери

ЭНЕРГИЯ И ЖИЗНЬ

Раскалённая поверхность Солнца излучает электромагнитные волны, которые достигают Земли и созревают её.



КОЛОСОК

Подписной индекс **11980** Объединённый каталог
«Пресса России» (Россия)

Подписной индекс **89460** (Украина)

Главный редактор: Дария Бида, тел.: (032) 236-71-24, e-mail: dabida@mis.lviv.ua

Директор издательства: Максим Бида, тел.: (032) 236-70-10, e-mail: maks@mis.lviv.ua

Подписан в печать 27.08.13. Формат 70 x 100/16. Бумага офсетная. Тираж 12 000 экземпляров.

Подготовка к печати: Максим Гайдучек

Адрес редакции: 79006, г. Львов, а/я 10216

Напечатано в типографии ООО «Издательский дом «УКРПОЛ». Заказ № 1857/13

Адрес типографии: Львовская обл., г. Стрый, ул. Новакивского, 7; тел. (03245) 4-13-54, 4-10-90

! Все права сохранены!

Перепечатка материалов разрешена только при наличии

письменного согласия редакции и с обязательной ссылкой на журнал.

