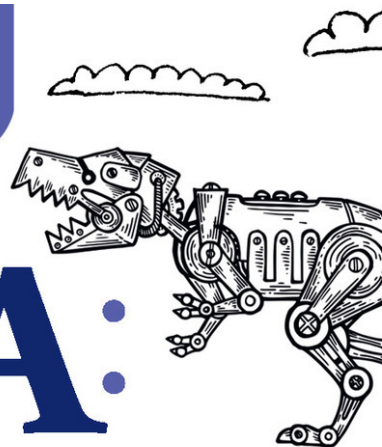


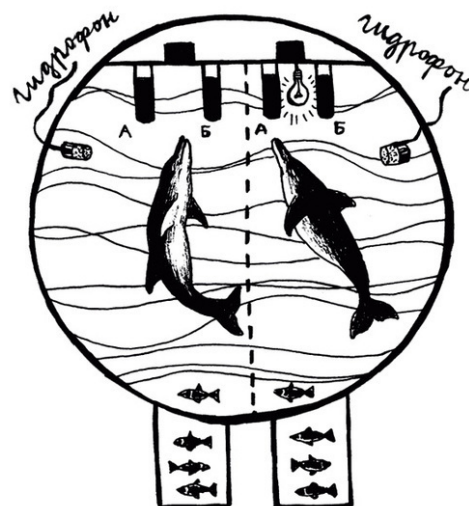
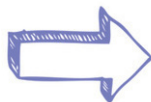
Простая наука для детей

БиОНИКА:

ПОДСКАЗАНО ПРИРОДОЙ

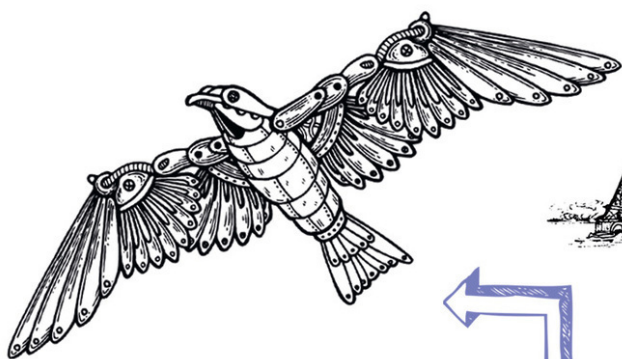


**Что
такое
ультразвук?**



Можно ли видеть ушами?

**Прочна ли
Эйфелева
башня?**



**Кто
придумал
планер?**

Как работает нейрон?



Простая наука для детей

Александр Леонович

Бионика: подсказано природой

«Издательство АСТ»

2019

УДК 51
ББК 22.1я92

Леонович А. А.

Бионика: подсказано природой / А. А. Леонович —
«Издательство АСТ», 2019 — (Простая наука для детей)

ISBN 978-5-17-110467-2

Движения птиц и зверей, рыб и насекомых издавна привлекали внимание человека, мечтающего перемещаться по земле, воде и воздуху так же легко и изящно. Однако прошли многие тысячелетия, прежде чем люди создали науку о движении – механику – и сумели найти материалы и создать конструкции, не уступающие в скорости и дальности передвижения любым представителям животного мира. Александр Леонович, автор книги «Бионика: подсказано природой» расскажет о необычных способностях некоторых животных и изобретениях, подсказанных ими. Как животные меняют окраску? Что такое «эхолокация»? Как предсказать бурю или землетрясение? Что позволяет лучше видеть в темноте и под водой? Для чего нужны вибриссы? На эти многие другие вопросы найдется ответ. Для среднего школьного возраста.

УДК 51
ББК 22.1я92

ISBN 978-5-17-110467-2

© Леонович А. А., 2019
© Издательство АСТ, 2019

Содержание

Вступление	6
Биомеханика	10
Как движутся примитивные существа?	13
Чья «походка» лучше?	15
Легко ли догнать кенгуру?	17
Что важнее: скорость или сила?	19
Изобрела ли природа колесо?	21
Для чего рыбе хвост?	23
Почему плавает кальмар?	25
Как снизить сопротивление воды?	27
В чем секрет кожи дельфина?	29
Кто и плавает, и летает?	31
Как планируют драконы?	32
Может ли человек летать?	34
Что помогает насекомым порхать?	36
Кто на свете всех сильнее?	38
Как себя обезопасить?	40
Биоархитектура	42
Растения и земное притяжение	46
Кто лучший строитель шалашей?	48
В чем загадка паутины?	50
Подсказки жуков и водорослей	52
Не хотите ли пожить в улье?	53
Почему прочны кости?	55
Чья скорлупа крепче?	57
Чем хороши складки?	59
Конец ознакомительного фрагмента.	60

Александр Леонович

Бионика: подсказано природой

© Леонович Ал. А., текст, 2019

© Леонович Ар. А., ил., 2019

© ООО «Издательство АСТ», 2019

* * *

Вступление

*Во всем подслушать жизнь стремясь,
Спешат явления обездушить.
Забыв, что если в них нарушить
Одушевляющую связь,
То больше нечего и слушать.*

И. В. Гете



Мир вокруг нас полон удивительных тайн и замысловатых загадок. С незапамятных времен людям было свойственно любопытство и стремление не только проникнуть в тайны природы, но и поставить ее силы себе на службу, заставить ее работать на себя.

Человечеству уже известно многое из того, как устроен животный и растительный мир. Вопрос в том, чтобы суметь распорядиться этими знаниями во благо и человеку, и самой природе. То есть выступать не против нее, а сообща с ней, стараясь во всех своих действиях учитывать, как это отразится на окружающем нас мире. И если мы не способны найти ответ сами, может быть, стоит посоветоваться с природой?

Конечно, человек учился у нее всегда. Заметив, как устроены клыки хищников, он пытался заточить подобным образом свои орудия; жилища, сооружаемые птицами и зверями, наводили человека на мысль о совершенствовании собственных построек; перенимал он у животных и способы сохранения пищи. Изучая организм животных, проводя многочисленные опыты, люди искали и открывали методы избавления от болезней. А в благодарность за это даже ставили памятники лягушкам и собакам.



И чем дальше, тем лучше учился человек заимствовать у природы решения своих проблем, использовать ее «достижения». Но когда потребовалось производить скоростные машины, создавать мощные источники энергии, добывать все больше сырья, люди словно бы отстранились от природных подсказок и увлеклись изобретением того, что, как они полагали, в природе отсутствует.

Действительно, оглядевшись вокруг, мы обнаружим прежде всего произведения человеческих рук и разума, которые в большинстве случаев не подсказаны природой. Тот искусственный мир, который сотворил человек, казалось, был создан исключительно по его собственным проектам, да таким, что куда уж там природе... Без сомнения, современные самолеты летают быстрее любой птицы. Небоскребы и телевизионные башни возвышаются, обогнав самые высокие деревья. Люди, подобно изображенной на рисунке девушке, способны с помощью миниатюрных приборов определять, где они находятся, с точностью до нескольких метров практически в любой точке земного шара. И раны мы не зализываем, а обращаемся к врачам и лекарствам...



Все это верно. Но оказывается, что многое из того, что изобрели люди, природе было давным-давно известно. Более того, такого же результата природа зачастую добивается с меньшими затратами, то есть с большей эффективностью.

Вот для сознательного поиска таких, отобранных в течение миллионов лет, природных изобретений и создалось особое направление человеческой деятельности – **бионика**.

Само название новой науки, официальное рождение которой состоялось в 1960 году, соединило в себе понятия, традиционно относящиеся к естественному и искусственному. А это означает, что во всем, что создается руками человека, необходимо учитывать и, возможно, все больше использовать изобретения природы.

Время нельзя повернуть вспять. Но для того чтобы жить и работать в гармонии с природой, человеку не надо возвращаться в пещеры. И если человек будет соотносить свои действия со складывавшимися миллионы лет ритмами жизни и укладом природы, он только выиграет.

Бионика сродни экологии. Многие мыслители и ученые давно пришли к выводу, что наше будущее – только в союзе с природой. Создавая новую среду своего обитания – **ноосферу**, сферу разума, – люди должны помнить, что эта ступень эволюции – продолжение уходящей в глубину веков лестницы, по которой взбирается все живое, в том числе и мы. И вряд ли разумно при очередном шаге вперед избавляться от того, что кажется мешающим этому восхождению, отсекая от себя и уничтожая природу. Напротив, только вместе с ней этот шаг мы и способны совершить. Иначе от кого же нам в дальнейшем ждать подсказок?



Владимир Иванович Вернадский (1863–1945) – российский естествоиспытатель, один из основоположников геохимии, биогеохимии и радиогеологии, труды которого отличались разнообразием научных интересов и предвидением мощного воздействия человека на окружающую среду. Создатель учения о биосфере – области действия жизни на Земле и ноосфере – сфере человеческого разума. Труды ученого стали основой экологической стратегии человечества.

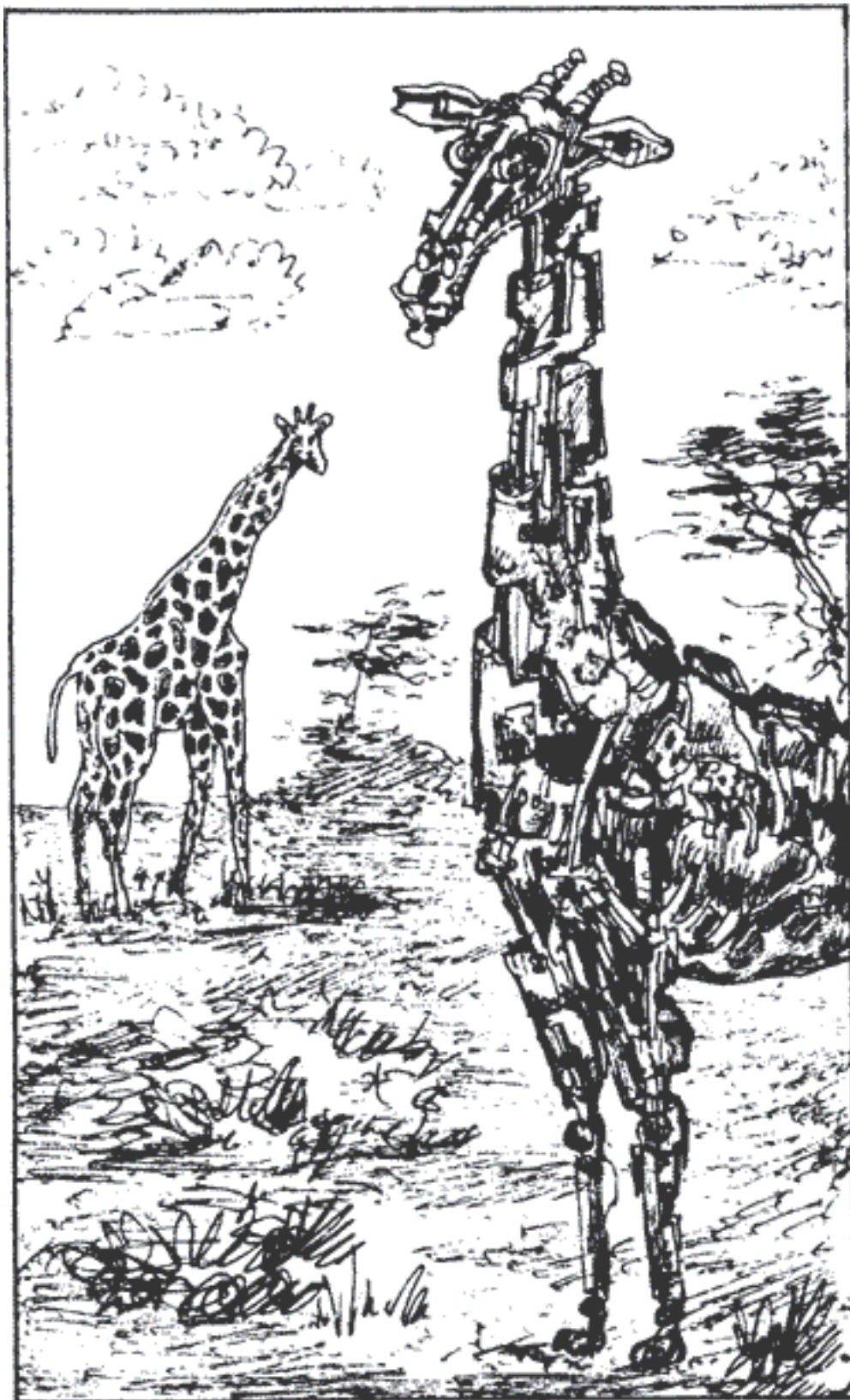


Леонардо да Винчи (1452–1519) – итальянский художник, ученый и изобретатель. Научные работы посвящены практически всем областям естествознания, в том числе анатомии и физиологии человека и животных. Конструировал летательные аппараты по образу и подобию птиц и летучих мышей. Считал, что только опыт является источником достоверного знания: «Одна только природа – наставница высших умов».

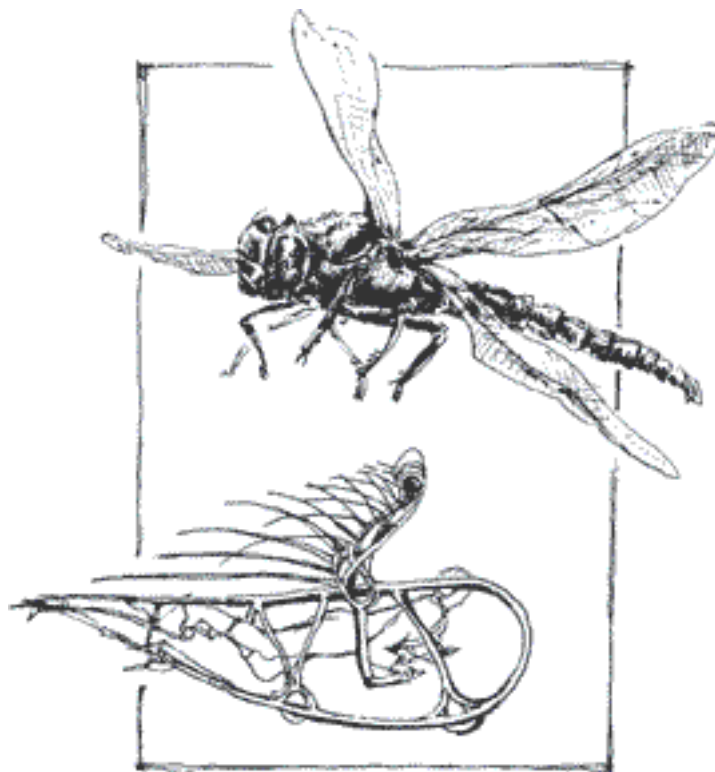
Биомеханика

*Над хрупкой чешуей светло-студеных вод
Сторукий бог ручьев свои рога склоняет,
И только стрекоза, как первый самолет,
О новых временах напоминает.*

А. Тарковский



Движения птиц и зверей, рыб и насекомых издавна привлекали внимание человека. Он хотел перемещаться по земле, воде и воздуху так же легко и изящно. Однако прошли многие тысячелетия, прежде чем люди создали науку о движении – механику – и сумели найти материалы и создать конструкции, не уступающие в скорости и дальности передвижения любым представителям животного мира.



Действительно, самолеты поднимаются выше всех птиц, батискафы погружаются глубже практически всех рыб и морских животных, автомобили обгоняют любых зверей.

Но ученые и конструкторы постоянно изучают те особенности живой природы, которые позволили бы машинам и механизмам не только бить рекорды, но и двигаться и работать так же плавно и грациозно, бесшумно и безвредно, как это удастся, например, дельфинам или стрекозе. Начнем наше знакомство с биомеханикой.

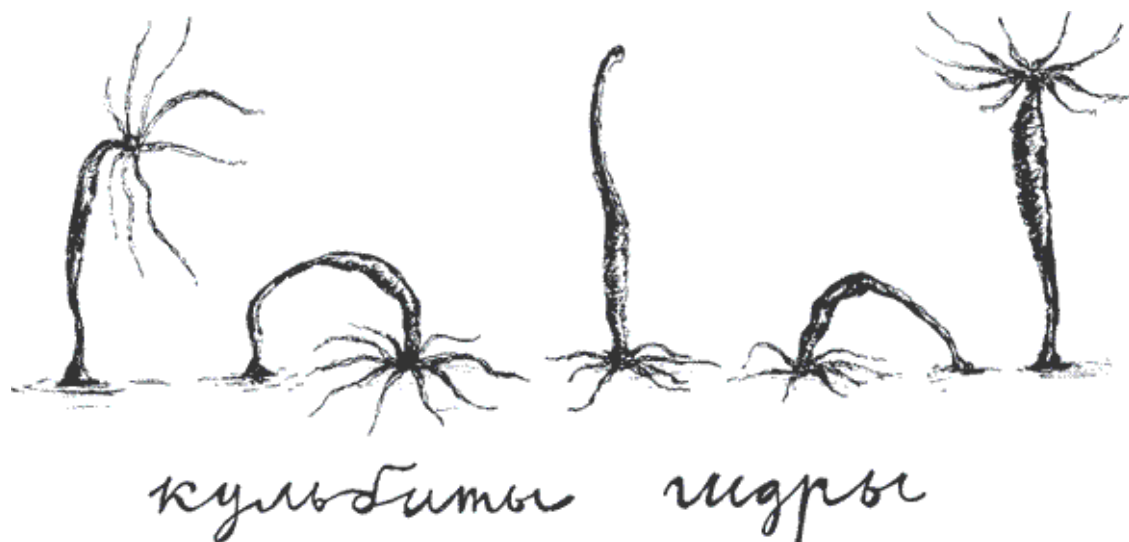
Как движутся примитивные существа?

Более двух с половиной веков назад из Швейцарии в Голландию приехал молодой человек. Только что получив университетское образование и проявляя интерес к естествознанию, он, нуждаясь в деньгах, решил наняться в гувернеры к одному графу. Эта работа оставляла ему время для проведения собственных исследований.



Абраам Трамбле (1710–1784) швейцарский естествоиспытатель. Открыл фототаксис – стремление безглазых животных к свету; регенерацию – способность восстанавливать утраченные части организма; размножение почкованием; особенности движения «пресноводных полипов» – гидр. Способствовал переходу в науке от описания наблюдаемых организмов к активному экспериментированию над ними.

Звали молодого человека **Абраамом Трамбле**. Его имя вскоре стало известно всей просвещенной Европе. А прославился он, изучая то, что было в прямом смысле слова у всех под ногами, – весьма простые организмы, водившиеся в лужах и канавах. Одно из этих живых существ, которых он тщательно рассматривал в капельках зачерпнутой из канавы воды, Трамбле принял за растение. Это были зеленые трубочки, длиной около сантиметра, с венцом из щупалец на одном конце. Но однажды Трамбле обнаружил, что трубочки сокращаются и удлиняются, а затем был поражен, заметив, что они «шагают».



Все это позволило исследователю отнести их к животным. За свой внешний вид (существа напоминали мифологических чудовищ с девятью головами), они получили название «гидры». На рисунке вы можете увидеть, как причудливо они передвигаются, словно совершая кульбиты – акробатические прыжки через голову.

С гидрами связано много интереснейших биологических находок, однако еще сравнительно недавно о мире живого было известно так мало, что о строении и поведении многих существ можно было лишь фантазировать.

К сожалению, несмотря на то, что открытия Трамбле вошли в «багаж» каждого биолога, его вспоминают нечасто. Лишь во второй половине XX века труды ученого были переведены с французского на английский язык. Однако и сейчас обращение к ним может многому научить современных исследователей. В частности, не подскажут ли наблюдения и рисунки, описывающие движения гидры, новое техническое решение какой-нибудь задачи? Например, как обеспечить перемещение по протяженным плоскостям космических аппаратов или корабельных корпусов под водой – когда надо обследовать их поверхность, что-либо отремонтировать или разместить там приборы?

Чья «походка» лучше?

Почему такое внимание инженеров и конструкторов привлекают способы хождения? Потому что, как это ни странно, легче оказалось построить самолеты и подводные лодки, чем эффективно работающие ходячие машины. Но зачем они нужны, спросите вы, если изобретены и отлично действуют машины колесные и гусеничные? Зачем мучиться, когда создано столько видов автомобилей, тракторов и танков?



Пафнутий Львович Чебышев (1821–1894) – российский механик и математик. Знания, накопленные при создании теории машин и механизмов, использовал при конструировании уникальных устройств, в том числе – «стопоходящей машины», изображающей движение ног лошади, и «гребного механизма», имитирующего движение ног гребца.

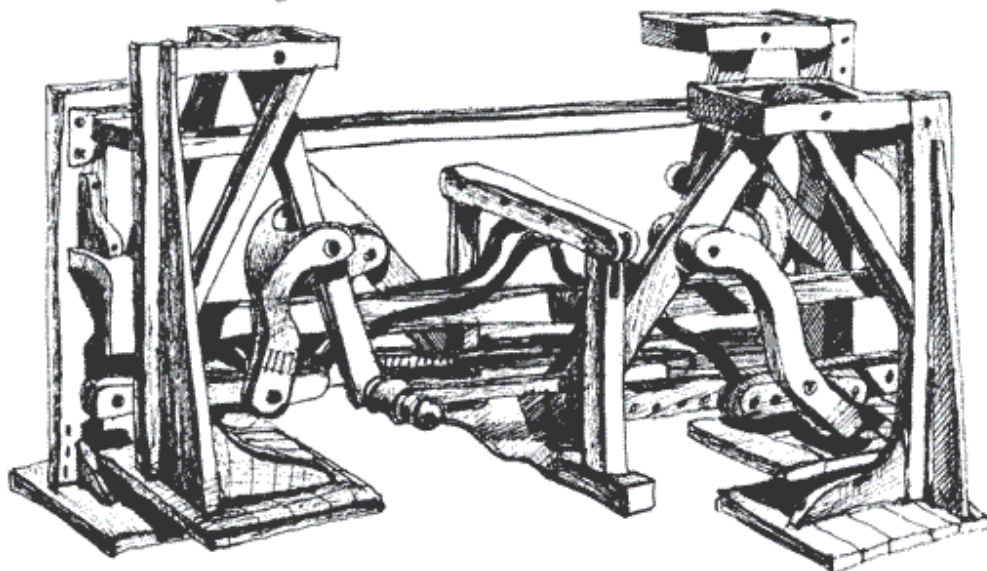
Дело в том, что далеко не все из них могут двигаться по мягкому грунту, преодолевать рытвины и ухабы на пересеченной местности. Поэтому в промышленности и строительстве, в сельском хозяйстве и военном деле могли бы найти применение машины на ножных опорах. Они могут пригодиться и в будущих исследованиях других планет. Ведь такие машины могли бы выбирать точки для лучшей опоры, регулировать крен и перешагивать через препятствия.

Чтобы они отвечали всем этим требованиям, нужно было очень внимательно исследовать способы **устойчивой ходьбы**. Обращение к четвероногим животным, например лошадям, выявило, что они не лучший образец для подражания. Ведь для сохранения равновесия во время неторопливого движения им необходимо в каждый момент иметь минимум три точки опоры, не лежащие на одной прямой.

Взгляните на стул или табурет и представьте, что он начал двигаться. Сколько ног он сможет одновременно приподнять при медленной ходьбе? Наверняка вы почувствуете сложность задачи, которую приходится «решать» той же лошади. Она выходит из трудного положения благодаря постоянному переносу **центра тяжести** в зону устойчивого равновесия, образованную ногами-опорами.

Лошади, как и многие другие четвероногие, могут и бегать. При этом в какие-то моменты все четыре ноги отрываются от земли. Но такой способ перемещения, при котором быстрые движения ног не позволяют постоянно «падающему» животному свалиться, для неспешно ходящих машин не годится.

”стопоходящая машина”



После многочисленных попыток создания так называемых **стопоходящих машин** был выбран иной, но тоже подсказанный природой вариант. Наиболее подходящей «моделью» оказались шестиногие насекомые, например тараканы, или восьминогие пауки. Попеременное передвижение лапок таракана «по три» позволяет опирающимся на землю конечностям поддерживать необходимое равновесие. Именно над созданием подобных многоногих управляемых человеком или автономных машин-роботов работают сегодня конструкторы. Одной из них, вполне удачной и очень необходимой стала модель робота, способного передвигаться внутри ядерных установок или трубопроводов. Еще одна сфера применения многоногих устройств – их использование вместо саперов для обезвреживания огромного количества мин, остающихся в зонах военных конфликтов.

Легко ли догнать кенгуру?

Кому из вас не приходилось мечтать о семимильных сапогах, которые не раз встречаются в сказках! А, может быть, вы видели фантастический фильм «Прибытие», где инопланетные существа, внешне ничем не отличающиеся от людей, неожиданно могли менять форму ног и скакать, как кузнечики – коленками назад? (Кстати, высота прыжка кузнечика достигает пяти метров.) Что ж, и такую экзотическую возможность передвижения не упустили из виду изобретатели.

Кого вы назовете, если вас спросят о животных, умеющих прыгать? Скорее всего, зайца или **кенгуру**. Способность двигаться прыжками, отталкиваясь и приземляясь на крепкие задние ноги, обеспечивается очень четким согласованием наклонов туловища и перемещением нижних конечностей. Такое движение, оказывается, возможно осуществить и технически.

Не так давно был популярен спортивный снаряд, напоминающий своими очертаниями букву «Т». На его основании укреплялась пружина, опирающаяся на подобие копыта. Такая конструкция позволяла человеку, держась руками за верхние концы перекладины, довольно резво прыгать, правда, после некоторой тренировки.

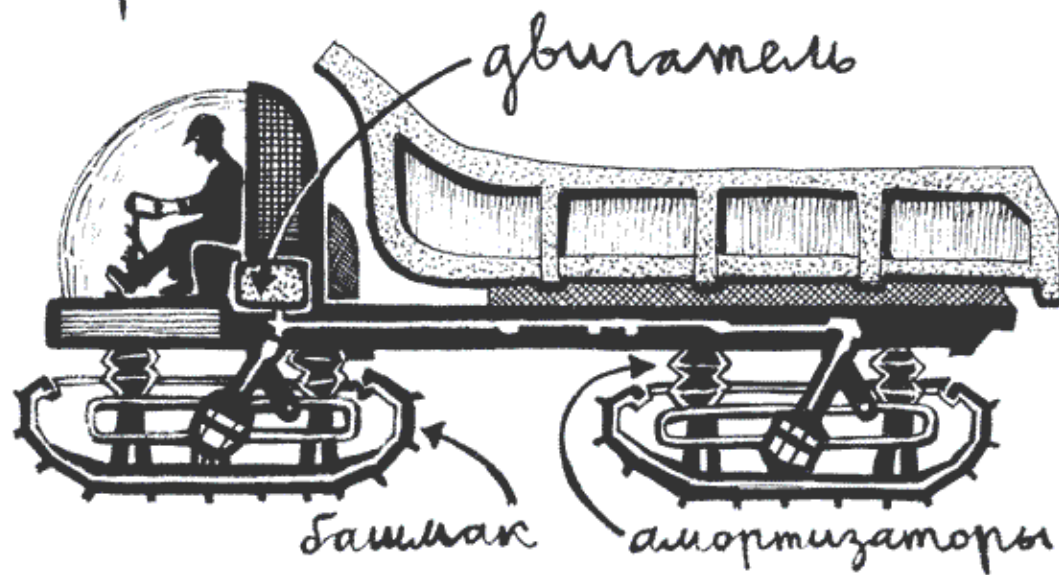
А теперь вообразите, что вместо человека на похожем устройстве устанавливается автоматическая система регулирования наклона и силы толчков. Эта машина, умеющая сохранять **равновесие** только в процессе прыгания – в динамике, в движении, – была создана и очень напоминала своим «поведением» кенгуру.

Следующим шагом стало появление механизма, который опирался на пружинящие складные «ноги» и уже не только приблизился внешне и по способу перемещения к кенгуру, но и превосходил его по коэффициенту полезного действия. Иными словами, подобная конструкция была более экономной в расходовании сил, нежели ее природный аналог.

Она могла бы пригодиться не только для спорта или развлечений. Так, в нашей стране была построена вполне работоспособная модель **прыгающего автомобиля**. Вращающиеся внутри его опоры-башмаки начинали подпрыгивать, совершая при этом небольшие перемещения вперед. Такой автомобиль довольно плавно двигался, легко останавливался, но, к сожалению, сильно вибрировал.

Впрочем, поиски новых вариантов прыгающих машин не прекращаются. Конструкторам не дают покоя поразительные возможности живых организмов. К примеру, древесные кенгуру, проводящие большую часть времени на деревьях, способны безбоязненно прыгать на землю с высоты 18 метров! Что уж говорить о блохе, которая может без усталости скакать трое суток, совершая до шестисот прыжков в час! Сравнительно недавно ученые установили, как действует этот природный «механизм», позволяющий при взлете достигать гигантских ускорений – в тридцать раз больших, чем испытывают космонавты при запуске ракеты с Земли!

Прыгающий автомобиль



В общем, здесь живой мир дает рукотворному, как говорится, большую фору...

Что важнее: скорость или сила?

А кто из ныне обитающих на Земле четвероногих самый быстрый? Это, без сомнения, гепард – дикая кошка, способная достигать скорости 100 километров в час. Необыкновенно изящен его бег: гепард словно вытягивается в стрелу, стремительно несущуюся над землей.

Исследователей давно интересовал вопрос о том, как удаются животным столь быстрые движения. Совсем недавно благодаря раскопкам обнаружены следы **динозавров**, оставленные ими во время охоты. Расчеты показали, что даже самые быстрые из них вряд ли превосходили в скорости скаковую лошадь, а наиболее крупные бегали примерно так же «резво», как и современные носороги. (Это, кстати, не так уж и мало: носорог может догнать быстро бегущего человека.)

Тем не менее впечатление о неуклюжести и малоподвижности крупных животных подтверждается простыми вычислениями. Если бы все размеры животного увеличились, скажем, в пять раз, то его масса возросла бы в 125 раз. Для того чтобы удержать такую махину, кости должны были бы увеличиться непропорционально, то есть их толщина изменилась бы не в пять, а примерно в 11 раз.

На это обратил внимание еще знаменитый итальянский ученый **Галилео Галилей**: «Достигнуть чрезвычайной величины животные могли бы только в том случае, если бы кости их изменились, существенно увеличившись в толщину, отчего животные по строению и виду производили бы впечатление чрезвычайной толщины».

Итак, ясное представление о действии законов механики позволило понять, почему наземные животные не достигают «великанских» размеров. Из-за своей неповоротливости они оказались бы нежизнеспособными. Подсчеты современных ученых говорят, что животное массой больше ста тонн не может существовать в условиях земной гравитации. И впрямь, сегодня мы видим, что самым крупным сухопутным животным оказывается не такой уж огромный слон.

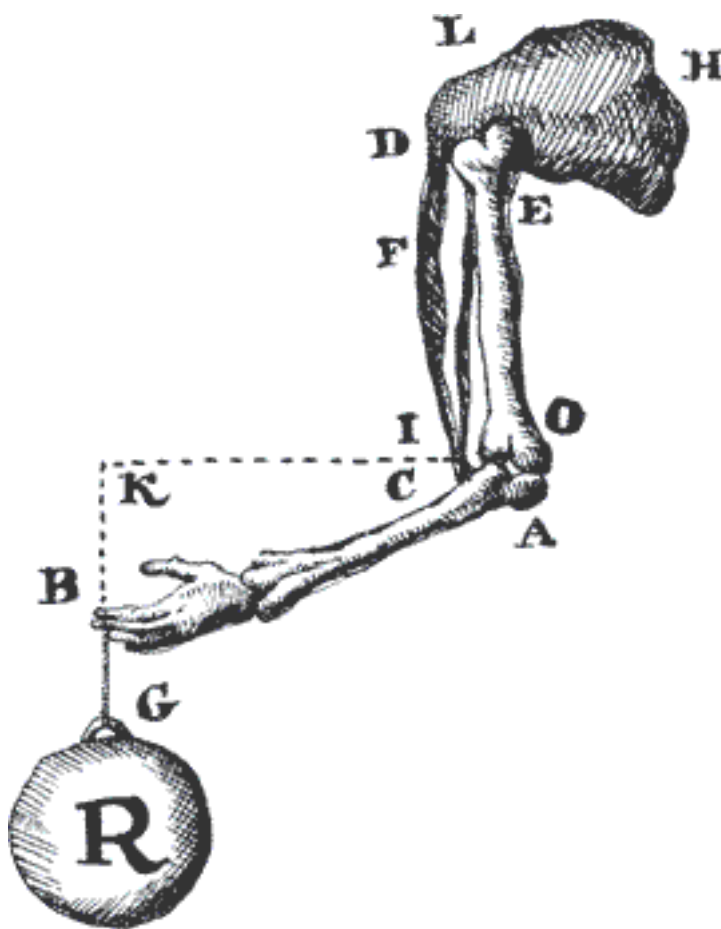


Галилео Галилей (1564–1642) – итальянский ученый, один из основателей точного естествознания. Заложил принципы механики, провел исследования движения тел животных. Утверждал, что в основе науки – опыт и практика, считал, что «человеческий разум познает

некоторые истины столь совершенно и с такой абсолютной достоверностью, какую имеет сама природа».

А как же **кит**, масса которого во много раз превышает массу слона? Дело в том, что на тело, погруженное в воду, действует **выталкивающая (архимедова) сила**. То есть вода как бы ослабляет действие земной гравитации, позволяя киту и другим обитателям морей и океанов достигать огромных габаритов при относительно тонких костях скелета.

Правда, подвижность и большие скорости движения связаны не только с размерами животных, но и со способом крепления их мышц к костям. Еще в XVII веке естествоиспытатели разобрались в кажущейся неэффективности их соединения. На рисунке той поры можно увидеть, что сокращение двуглавой мышцы плеча приводит к усилиям, многократно превышающим вес поднимаемого груза.



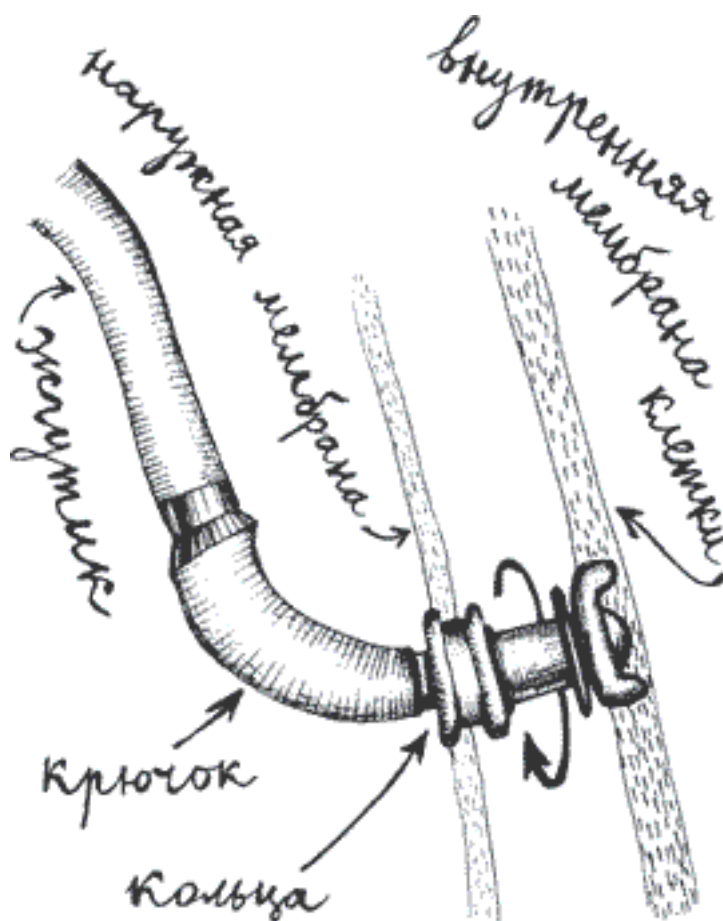
Но природа позаботилась о другом: проигрывая в силе, мы, как и другие животные, выигрываем в скорости перемещения. Мышцы не могут быстро сокращаться, однако их небольшое перемещение вызывает заметное передвижение всей конечности. Подумайте, что важнее: развивать большую скорость, обладать подвижностью, свободой перемещений или всему этому предпочесть одну неповоротливую силу? Природа сделала свой выбор, и человек следует ему при создании быстроходных механизмов.

Изобрела ли природа колесо?

Долгое время считалось, что природа обошла своим вниманием это чудо – изобретение, не испытывая в нем необходимости. И лишь человек, обнаружив преимущества перемещения с помощью колеса, освоил его настолько, что трудно представить себе сегодня какой-либо механизм, где бы оно не применялось.

Кое-кто из ученых связывал отсутствие природных аналогов колеса с тем, что не было подходящих дорог. Ведь пробираться даже по узким улочкам древних городов, а тем более по каменистым неровным тропам на четырех ногах было проще, чем на любом колесном средстве передвижения.

Но есть и другая точка зрения. Что, например, представляет собой гонимое ветром растение перекасти-поле? Колесо, хоть и довольно сложное. Сторонники такого взгляда даже утверждают, что на других планетах, где могла бы зародиться жизнь, конструкция в виде колеса вполне могла быть создана в ходе эволюции.



Правда, эти споры касаются только организмов, видимых невооруженным глазом. А вот когда человек смог заглянуть вглубь живой материи, выяснилось, что идея колеса отнюдь не чужда природе. Да еще какого колеса – мотора!

С помощью специального микроскопа удастся разглядеть, как устроены **жгутики** некоторых **бактерий**, к примеру, кишечной палочки, помогающие им передвигаться. Один из концов жгутика словно бы вставлен в **мембрану** – оболочку бактерии. Электрические заряды колец, расположенных на конце жгутика и на мембране, взаимодействуют друг с другом так,

что жгутик начинает вращаться вокруг своей продольной оси, напоминая обычный электромотор.

Кручение жгутика обеспечивает несколько типов его движений, причем скорость вращения «моторчика» достигает десятков оборотов в секунду.

Конечно, такое открытие и само по себе было чрезвычайно интересным. Но исследователи не остановились на этом, провозгласив: «Ну вот, и природа тоже изобрела колесо!» Цель их дальнейших кропотливых разработок – создание двигателей микромашин, способных, например, доставлять лекарства точно по назначению, то есть к нуждающимся в них органам и тканям.

Конструкторы этих невидимых миниатюрных устройств уверены, что надежды, двигавшие создателями фильма «Внутренний космос», в котором по кровеносным сосудам человека сновали подобные машинки, близки к осуществлению.

Для чего рыбе хвост?

«Моторчик», помогающий бактериям передвигаться в жидкости, вряд ли подошел бы более крупным организмам. Вот, скажем, рыбы – при всем их разнообразии у большинства имеются хвост и плавники, которые и приводят рыб в движение.

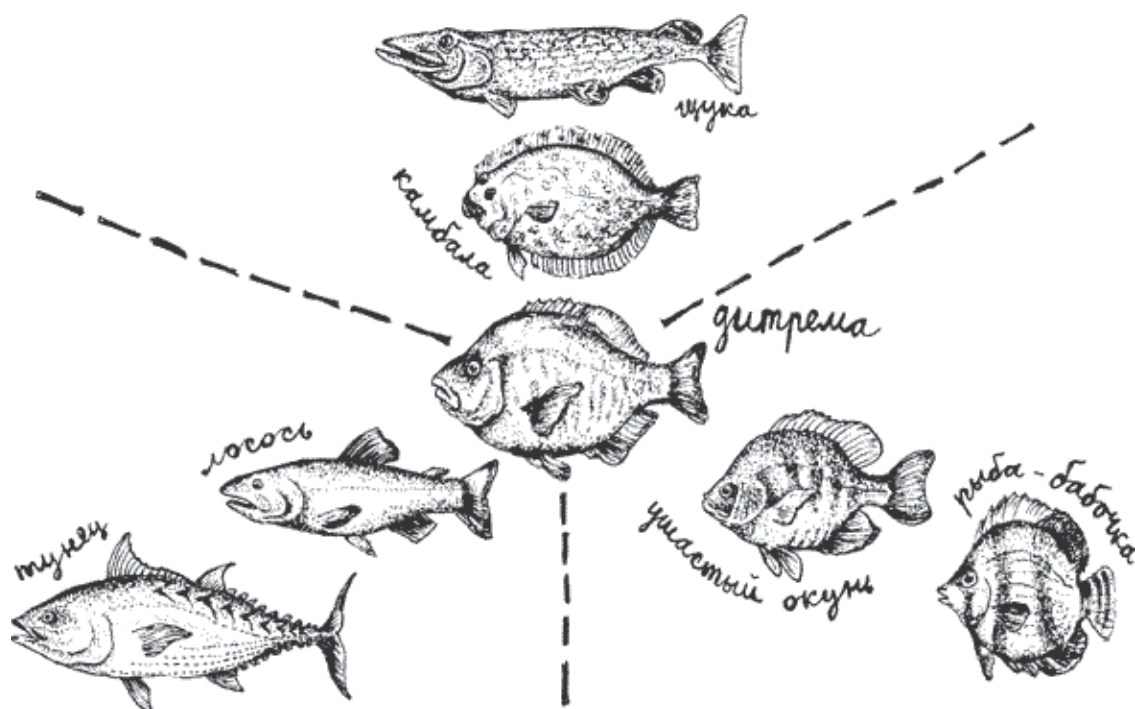
Но как по-разному это происходит! Да и почему, собственно, плавники и хвост должны служить двигателями? Какие именно движения ими должна совершать рыба? Есть свидетельство того, что эти вопросы интересовали жителей Древней Индии около двух с половиной тысяч лет назад. Пытались объяснить способы передвижения рыб и древние греки, например, **Аристотель**. Но вплоть до конца XIX века многое в этой проблеме продолжало оставаться загадкой.

Лишь появление киносъемки позволило внимательно, по кадрикам, разглядеть, что же конкретно происходит во время **плавания рыбы**.

Изгибая туловище, рыба возвращает его затем в прежнее положение, отталкиваясь от воды таким образом, что создается сила, действующая на нее одновременно вбок и вперед. Боковую силу рыба компенсирует попеременным движением влево-вправо, сохраняя при каждом «вилянии» направленную вперед силу.

Но это лишь общая картина. Взгляните на рисунок. Хотя на нем представлена лишь небольшая часть великого множества рыб, видно, насколько различны их формы. Связано это с тем, что внешний вид конкретной рыбы зависит от ее образа жизни. Длинное туловище щуки, состоящее примерно на шестьдесят процентов из мышечной ткани, и сильный хвост дают ей возможность делать резкие броски, заставляя добычу врасплох.

Тунец, изображенный на другом краю диаграммы – великолепный представитель рыб, совершающих так называемое крейсерское плавание. В поисках добычи ему приходится преодолевать огромные расстояния, поэтому у тунца обтекаемая форма, создающая небольшое сопротивление, жесткое тело и узкий хвостовой плавник, обеспечивающий сильную тягу.



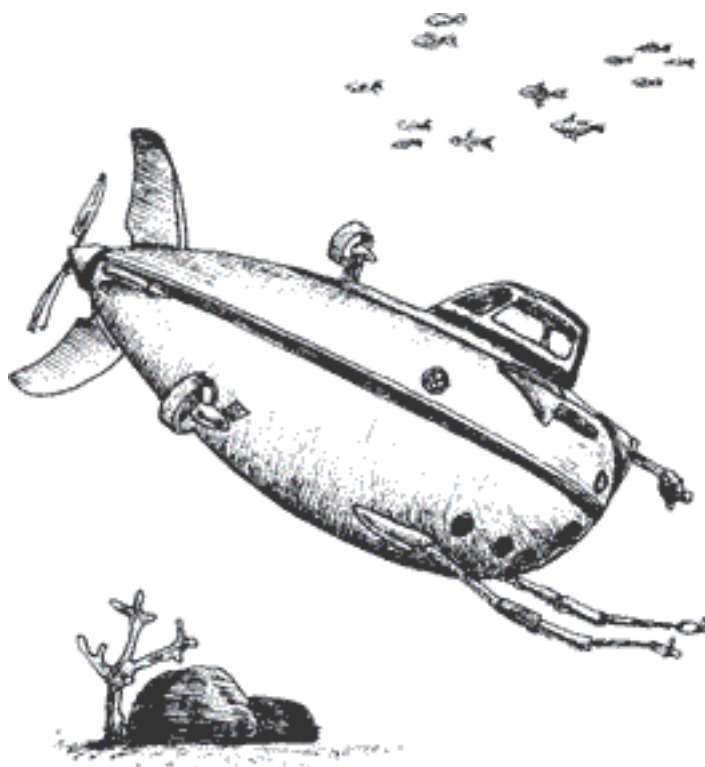
А вот легко маневрирующей рыбе-бабочке для того, чтобы сновать между расщелинами рифов, не обязательно развивать большую скорость и делать броски. Поэтому у нее округлое тело и мягкие плавники, приспособленные для движения на малых скоростях.

Такая «специализация» рыб подсказывает форму **подводного судна** в зависимости от его предназначения. Существуют проекты кораблей с изгибающимся корпусом, проведены испытания машущих двигателей, превосходящих по тяге обычные. Но пройдет, наверное, еще немало времени, прежде чем мы увидим в портах корабли, перенявшие способы перемещения рыб.

Почему плавают кальмар?

Проектируя подводные корабли и автоматы, конструкторы, естественно, изучали способы передвижения обитателей морских глубин. Но, к сожалению, создать транспортное средство, которое воспроизводит все движения, совершаемые, например, рыбами, пока невозможно. Обеспечить гибкие движения прочного жесткого корпуса, выдерживающего огромное давление воды, весьма непросто. Поэтому двигателем подводных лодок и батискафов еще остается, как и у надводных кораблей, гребной винт.

Однако «оперение» корабля может включать в себя приспособления, похожие на **плавники** рыб. Они позволяют стабилизировать движение судна, например подводного, а также изменять направление его движения в горизонтальной и в вертикальной плоскостях.



Для того чтобы производить какие-либо работы под водой на большой глубине, оператору, находящемуся внутри подводного аппарата, необходимы вынесенные наружу «руки» (**манипуляторы**). Их создание – довольно хитрая задача, кстати, давно решенная природой. Аналогом таких манипуляторов обладает **кальмар**, имеющий два длинных щупальца с присосками, с помощью которых он охотится за рыбой.

Гигантские кальмары, обитающие в глубине океана, долгие годы были мало известны, лишь время от времени с приходящих в порты кораблей поступали сообщения о замеченных в океане морских чудовищах. Прошло немногим более ста лет с тех пор, как впервые удалось обнаружить это животное, и все равно оно оставалось полумифическим существом. В первую очередь поражали размеры кальмаров: длина со щупальцами – до 20 метров, а масса – до 450 килограммов. Даже сейчас, когда изучено немало их экземпляров, многое в них остается удивительным.

Рассмотрим, например, как осуществляется **реактивный принцип** движения кальмара в воде. На рисунке можно увидеть небольшую воронку вблизи его глаза, служащую для выбра-

сывания воды. Она может поворачиваться, поэтому кальмар свободен в выборе направления движения. Но как происходит всасывание кальмаром воды?



Оказывается, во время движения давление обтекающей туловище кальмара воды меняется таким образом, что в области, отделяющей голову от туловища, где и происходит всасывание, оно ниже, чем у хвоста. И вода как бы сама втягивается внутрь.

Создать такой непростой «механизм» для мягкотелого, не обладающего жестким скелетом животного – сложная проблема, с которой природа справилась задолго до открытия законов гидродинамики. И она наверняка предложит нам возможные технические решения других задач, возникающих при конструировании подводных машин.

Как снизить сопротивление воды?

Конечно, для быстрого движения в жидкой или газообразной среде важны подходящая – обтекаемая – форма тела и «двигатель», обеспечивающий достаточную силу тяги. Но как уменьшить сопротивление воды, возникающее из-за трения тела о близлежащие слои жидкости или газа?

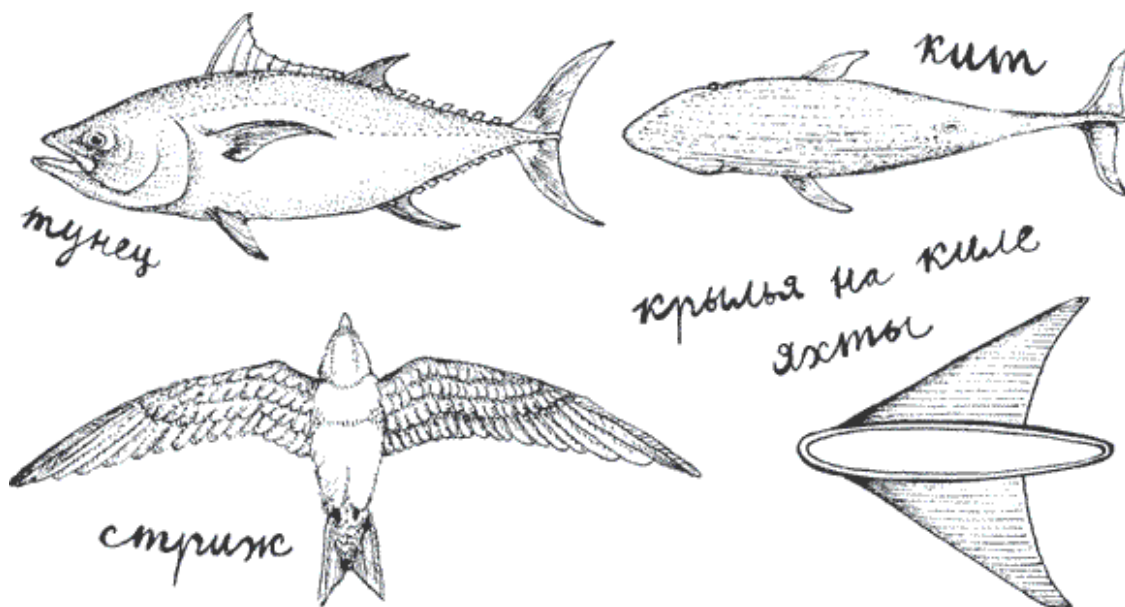
Решая эту задачу, ученые обратили внимание на рыбу **чешую**. Может быть, в форме чешуек скрывается разгадка того, как рыбам удастся преодолевать **сопротивление движению**?

Действительно, при обтекании водой этих небольших выступов из-за крохотных перепадов давления спереди и сзади них возникает как бы проталкивание назад приповерхностного слоя. Той же цели служат и жабры, которые, как выяснилось, нужны не только для дыхания под водой. Выталкиваемая ими вода дополнительно смещает назад близлежащий к коже рыбы слой жидкости. Все это способствует улучшению обтекания и уменьшению сопротивления.

Не менее интересен и слой **слизи**, покрывающий рыбу. Попробуйте удержать ее в руках сразу после того, как выловили. Недаром говорят: «скользкий, как рыба»! Выяснилось, что этот слой представляет собой полимерное соединение, способное как бы разжижать воду.

Когда попытались оснастить подобной «чешуей» со смазкой корпуса судов, выяснилось, что повысить таким образом их скорость возможно, но установки для этого слишком дороги и сложны, а выделяемые в воду искусственные вещества зачастую опасны.

Тем не менее это техническое решение нашло применение при эксплуатации водопроводных труб. Добавка специального, на этот раз, конечно, безвредного вещества увеличила их пропускную способность более чем на треть. Не преминули воспользоваться изобретением природы и пожарники. Ничтожное количество полимерной добавки уменьшает вязкость воды, позволяя подать ее брандспойтом на большую высоту.



Внимательное изучение очертаний не только тел самих рыб, морских животных и птиц, но и их **плавников** и **крыльев** позволило обнаружить, что большую силу тяги или **подъемную силу** обеспечивают отогнутые назад – серповидные – формы. Затем это подтвердили измерения в аэродинамической трубе. Поэтому, например, использование кия **серповидной**

формы буквально приподняло яхту во время движения и настолько уменьшило сопротивление воды, что позволило выиграть престижные гонки.

Но здесь мы переходим от движения внутри жидкости к перемещению на границе двух сред – воды и воздуха.

В чем секрет кожи дельфина?

Очень эффектно выглядят кадры документальных съемок прыжков морских животных. Разогнавшись в воде до большой скорости, они стремительно выскакивают в воздух, совершая порой при этом акробатические пируэты.

Однако в каких-то случаях эти прыжки необходимы морским животным, так сказать, для чисто практических целей. Небольшие **киты** и **дельфины** прибегают к такому способу передвижения, когда им нужно преодолеть большие расстояния. Вряд ли в течение продолжительного времени животные тратили бы свои силы на эти прыжки ради забавы. Дело в другом: попеременное вынесение туловища из более плотной водной среды в менее плотную воздушную приводит в результате к уменьшению общего **сопротивления движению**.

Этот способ перемещения, названный **дельфинированием**, эффективен лишь для сравнительно небольших животных. Для крупных (например, кашалотов) энергия, затрачиваемая на прыжок, слишком велика. Поэтому они предпочитают при дальних странствиях подводный способ плавания.

Уже давно известно, что дельфины, двигаясь под водой, экономят силы. Исследователи связывали это с особым устройством дельфиновой кожи. Сколько сил было потрачено на ее изучение! Одно время считалось, что при движении по **коже дельфина** пробегают волны складок, как бы подстраивая форму тела для сброса завихрений, возникающих в обтекающем его потоке воды. Были даже поставлены опыты по моделированию таких волнообразных движений на поверхности испытательных судов, и вроде бы все подтвердилось.



Впрочем, в последующих экспериментах, когда в воде буксировали пловчих, облаченных в костюмы из имитирующей дельфинью кожу материала, результаты оказались иными. Возникающие складки, напротив, увеличивали сопротивление движению.

По-видимому, секрет кроется в особой системе кровеносных сосудов, находящихся под кожей дельфина. Эта упругая система позволяет коже самонастраиваться, менять форму тела и гасить возникающие завихрения воды, благодаря чему она плавно обтекает дельфина.

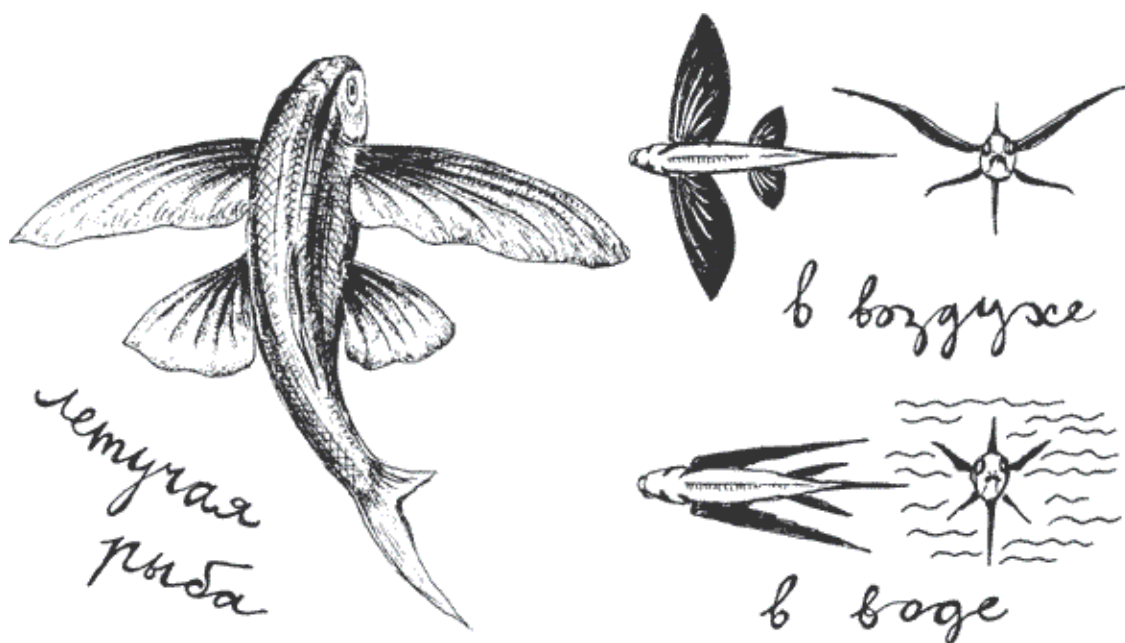
В общем, вопросов здесь хватает. Тем не менее, внимание к строению кожи морских обитателей не ослабевает. Уже в девяностые годы прошлого века были проведены успешные испытания по применению материала, подобного **акульей коже**... в качестве обшивки крыльев самолетов. В этом случае уже сопротивление воздуха, а не воды, удалось уменьшить за

счет микроскопических гребешков и канавок на поверхности приклепываемой к крылу ленты. Ее шероховатость, как и в случае с рыбьей чешуей, не препятствовала, а помогала движению.

Кто и плавает, и летает?

Движение на границе двух сред преподносит порой удивительные сюрпризы. К примеру, совершенно уникальным способом перемещается по водной глади **василиск** – длиннохвостая ящерица, обитающая в озерах Центральной Америки. Она просто ходит или бежит по воде, причем порой с приличной скоростью – до двух метров в секунду.

Раскрыть тайну этих водных «пешеходов» удалось при помощи видеоаппаратуры. Когда внимательно просмотрели записи, стало ясно, почему возможно столь необычное движение. Оказалось, что василиск сперва сильно шлепает по воде лапкой, затем резко погружает ее в воду, при этом за движущейся лапкой возникает воздушный пузырек. Потом ящерица вытягивает лапку к поверхности через этот пузырек, да так стремительно, что он не успевает наполниться водой. Чем сильнее и быстрее производятся шлепки, тем больше разница давлений, действующих на лапку со стороны воды и воздушного пузырька, а значит – и сила, удерживающая василисков на поверхности.



Но этот способ передвижения нельзя отнести ни к плаванию, ни к полетам над водой. А ведь в природе есть существа, известные «талантом» двигаться поочередно в обеих средах. Это **летучие рыбы**. Спасаясь от хищников, летучая рыба с большой скоростью поднимается к поверхности воды. В это время она плывет – ее грудные **плавники** прижаты к телу, а хвост энергично работает. Резко выскочив из воды, рыба раскрывает грудные плавники, превращающиеся в **крылья**. Подхваченная воздушными потоками, она, как выпущенная из лука стрела, пролетает порой 150–200 метров.

Возможно, эта «манера» передвижения выглядит экзотической. Но и многое другое, подсказанное природой, сначала казалось людям неприемлемым из-за своей необычности. И все же, чутко прислушиваясь к природе, человек в конце концов находил эффективные решения, основанные на природных аналогах. Приведем лишь один пример.

Считалось, что на **водном велосипеде** не угнаться за спортивной лодкой. Однако благодаря умелому сочетанию движений в воде и в воздухе и использованию подводных крыльев с заимствованной у животных формой, не так давно удалось на водном велосипеде пройти дистанцию быстрее, чем при установлении мирового рекорда в академической гребле!

Как планируют драконы?

Как ни занимательны и эффектны прыжки дельфинов из воды и полеты летучих рыб, все же основным местом обитания и тех, и других остаются моря и океаны. Правда, и предки всех пернатых, как полагают ученые, вели водный образ жизни. Потребовалось длительное время, чтобы морские ящеры постепенно приспособились к жизни на земле, а затем какие-то из них научились летать.

Кстати, даже в XX столетии многие исследователи не принимали эту теорию. Действительно, нелегко было согласиться с тем, что перо **археоптерикса** – рептилии, жившей 150 миллионов лет назад, – практически нельзя отличить от перьев современных птиц. А под микроскопом заметно сходство даже мельчайших деталей их строения.

Несмотря на это, способность археоптерикса к полету была развита довольно слабо. Остается загадкой, зачем мелким динозаврам вообще нужны были перья, образовавшиеся из расщепившихся чешуек. Но как бы то ни было, эти существа, пользуясь когтями на концах крыльев и ног, взбирались на деревья, а оттуда могли опускаться на землю при помощи **крыльев**. Скорее всего, это напоминало спуск на парашюте, а затем – несколько более сложный вид движения – **планирование**. Иными словами, это были пассивные способы перемещения в воздушной среде.



Природа дает возможность наблюдать за такого рода полетами и сегодня. В Восточной Индии обитает **летучий дракон** – небольшая ярко окрашенная ящерица. По бокам у нее расположено несколько так называемых ложных ребер, между которыми имеются кожистые складки. В покое ребра прижаты к телу и ящерица ничем не отличается от своих бескрылых соплеменниц.

Однако при прыжке летающего дракона с дерева, к примеру, за бабочкой, его ребра-крылья расправляются так же, как натягивается ткань раскрывающегося зонтика стальными спицами. Теперь дракон может превосходно планировать. Добавим, что в теле этой ящерицы имеются полости, наполняемые во время прыжка воздухом, а длинный хвост служит рулем.

А теперь попробуйте представить, как расправляют свои крылья летучие мыши, белки-летяги, как некоторые лягушки во время прыжков раздвигают пальцы лапок с кожными перепонками. Все это – живые аналоги парашютов и дельтапланов.

Но оказывается, существуют еще и «летающие»... змеи! Они были обнаружены на одном из архипелагов у побережья Австралии. Забравшись на двадцатиметровую пальму, змеи бросаются оттуда в горячий песок. Вот и верь теперь словам «Рожденный ползать – летать не может!»

Может ли человек летать?

В конце предыдущего рассказа мы чуть-чуть слукавили, поставив в один ряд столь разных «летунов». Дело в том, что ни белка, ни лягушка, ни тем более змея не обладают способностью к полету с помощью взмахов своих перепонок, а летучая мышь наделена ею. Это принципиальное различие. Ведь просто планировать может, скажем, листок с дерева, а «парашютировать» – семя одуванчика. Управлять спуском уже намного сложнее, для этого надо «рулить» или «ловить» восходящие воздушные потоки. Вершина же искусства полета – умение создавать самостоятельную тягу, обеспечивающую и выбор направления движения, и его продолжительность.

Миллионы лет эволюции привели к созданию не только перепонок, но и настоящих **крыльев**. Причем у их владельцев – птиц – полету способствуют и легкие пустотелые кости, и специальные воздушные мешки для облегчения веса, и форма скелета, и перья, создающие при взмахах тягу и управляющие маневрами.



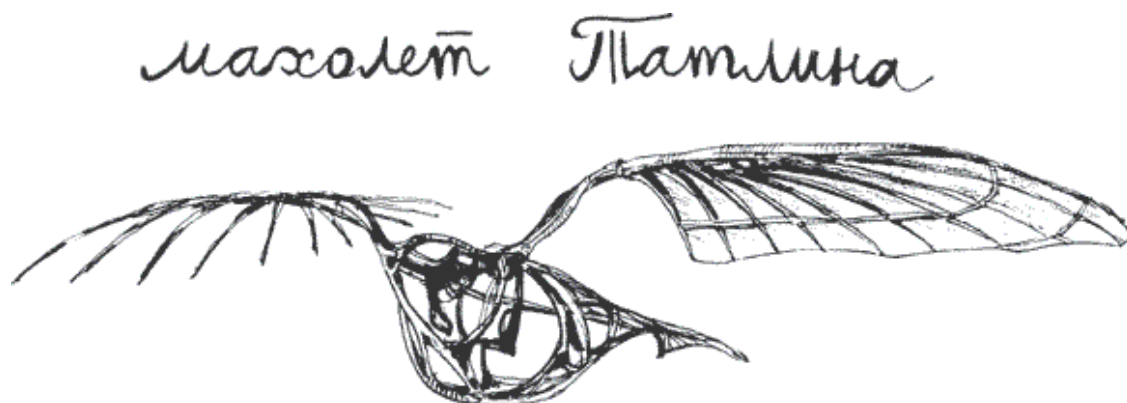
Владимир Евграфович Татлин (1885–1953) – российский изобретатель и художник. Работал над конструкцией орнитоптеров – летательных аппаратов с машущими крыльями, имитирующими движения птицы. Создал с учениками «Летатлин» – махолет с размахом крыльев 8 метров, в который вложил свою мечту о человеке-птице.

Нужно ли удивляться тому, что полет птиц вызывал нестерпимую зависть у человека? Возможность парить, перелетать с места на место, наслаждаться ощущением воли и простора...

Не счесть попыток создать **орнитоптеры-махолеты** по образу и подобию птиц, а порой и летучих мышей. Сохранились рисунки **Леонардо да Винчи** с изображением перепончатых крыльев, взятых за образец для махолета, известны легенды о попытках взлететь или хотя бы спланировать с помощью укрепленных на руках крыльев.

В большинстве случаев удача не улыбалась испытателям, такие полеты часто оканчивались трагически. В конце XIX века немецкий инженер **Отто Лилиенталь** научился держаться в воздухе непродолжительное время на парусном летательном аппарате. Но до машущего полета было еще далеко, а сам Лилиенталь погиб во время одной из очередных попыток взлететь...

Вскоре начались испытания первых самолетов – транспортных средств, оснащенных неподвижными крыльями и мотором, способных держаться в воздухе без мускульной силы человека. Вроде бы махолеты были теперь ни к чему.



Но вот парадокс: если рассчитать, сколько груза на единицу затрачиваемой энергии можно поднять при машущем полете и с помощью современного самолета, выиграет махолет. Это человеку не суждено вознести самого себя в воздух с помощью крыльев. А машине? Овладение машущим полетом принесло бы ощутимую пользу воздушным перевозкам. Поэтому попытки технически воплотить выверенное природой изобретение не прекращались и после создания самолетов.

Не прекращаются они и сегодня...

Что помогает насекомым порхать?

«Самым лучшим подарком были прозрачные крылышки, совсем как у стрекозы. Их привязали Дюймовочке на спину, и она тоже могла теперь летать с цветка на цветок». Помните эту сказку Андерсена?



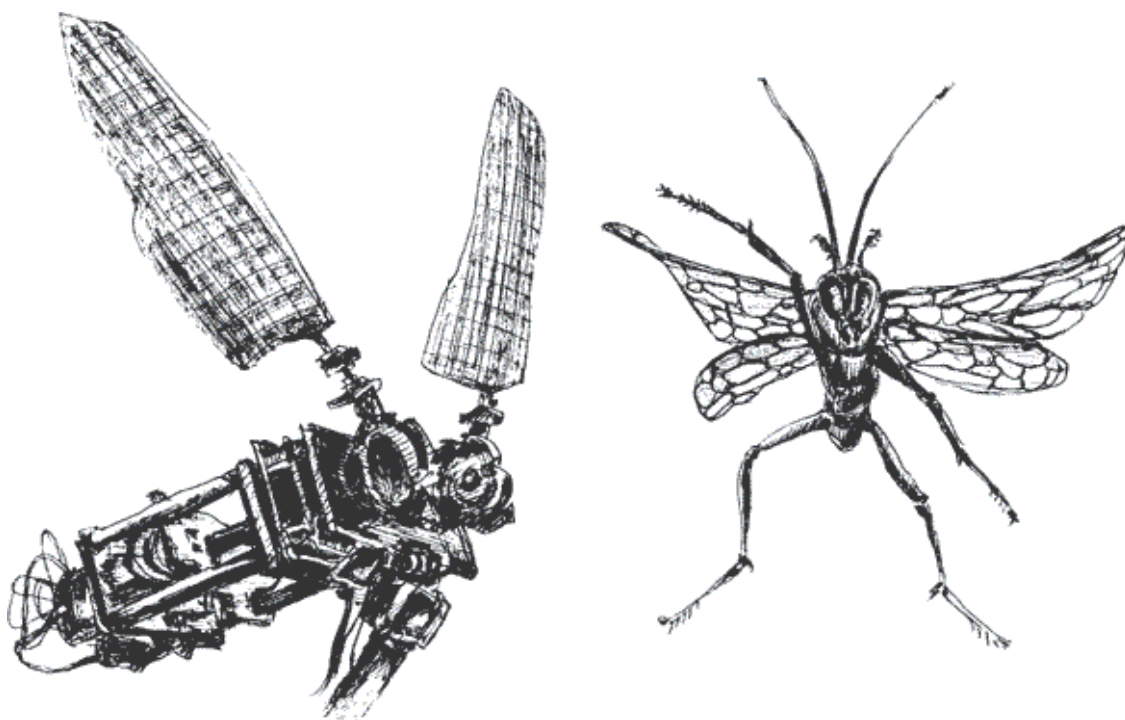
Николай Егорович Жуковский (1847–1921) – российский ученый, основоположник современной гидро- и аэромеханики. Стремился за внешним несходством животных и машин увидеть общие принципы их движения. Блестяще решил сложные проблемы полета в работе «О парении птиц». Дал образец теоретического подхода к изучению биологических систем.

Большое внимание ученых, в том числе биомехаников, издавна привлекали **полеты насекомых**. Эти существа могут летать в любом направлении, делать резкие повороты и зависать на месте, совершать маневры, недоступные самым современным реактивным самолетам. А вертолет? – скажете вы. Но разве возможно на вертолете порхать, делать столь же точные подлеты, как бабочки – к цветкам, и садиться на абсолютно неблагоустроенных площадках?

Выдвигающиеся крылья кузнечиков и жуков, грузоподъемность пчел и шмелей, виражи стрекоз – все поражало, но оставалось непонятным. Самым обидным было то, что с помощью обычной **аэродинамики** – науки, применяемой при расчетах движения самолетов и вертолетов, – понять, как насекомым удается летать, оказалось невозможно. Например, даже тщательный анализ не мог объяснить их высокую **подъемную силу**. А не разобравшись в этом, нельзя ничего позаимствовать.

Однако в последнее время в изучении движения этих крылатых существ наметились сдвиги. Исследователи с помощью аэродинамической трубы наблюдали за полетом крупной **моли**. Размах ее крылышек достигает 10 сантиметров, а частота взмахов – 26 раз в секунду. В опытах с помощью струек дыма удалось обнаружить крошечные воздушные вихри, которые вились по крыльям моли, как маленькие смерчи.

Оставалось неясным, почему возникают такие спиральные потоки. Чтобы изучить процесс в деталях, нужно было найти еще более крупное насекомое. Но где взять подобных «великанов»? Пришлось создать механическую «моль»!



Ученые воспользовались тем известным из аэродинамики фактом, что быстрый поток воздуха над маленьким объектом можно имитировать медленным потоком – над большим объектом. И вот появилась рукотворная «моль», превосходящая размерами обычную в 10 раз и намного реже хлопающая крыльями (ее изображение – на рисунке слева). Модель обошлась ни много ни мало в 60 тысяч (!) долларов. Почему так дорого? Следовало учесть, что крылья насекомых, а также птиц и летучих мышей представляют собой не жесткие, как у самолетов, а гибкие конструкции (это прекрасно видно на правой части рисунка). Во время движения они способны изменять форму, изгибаться – и в этом, как предполагали исследователи, могла крыться тайна возникновения подъемной силы. Представьте, сколько «умной» электроники пришлось «запихнуть» в модель ради такой имитации!

И вот как только крылья механической моли начинали опускаться, у их передней кромки возникали те самые крохотные вихри. Они, не отрываясь, постепенно смещались вдоль поверхности крыльев. Этими воздушными водоворотами и объяснялась высокая **подъемная сила** крыльев насекомого.

Но это лишь начало подробного исследования полета насекомых. Необходимо продолжить эксперименты, в том числе и компьютерное моделирование. К этим работам внимательно приглядываются военные: они с удовольствием использовали бы в качестве драконов крохотных роботов-насекомых для наблюдения за противником с воздуха.

Известно, сколько в свое время бились инженеры над проблемой загадочных вибраций крыльев самолетов, часто приводивших к авариям. А когда проблема была решена, обнаружилось, что уже миллионы лет подобные вибрации устраняются у стрекоз с помощью специального утолщения в крыле. Так, уже не в первый раз, прозевали подсказку природы. Очень не хотелось бы снова попасть впросак...

Кто на свете всех сильнее?

Насекомые преподносят сюрпризы, связанные отнюдь не только с их умением летать. Поражает, например, их необычайная выносливость. Так, **жук-носорог**, подобный маленькой живой бронемашине, затрачивает невероятные усилия на то, чтобы проложить дорогу в ссохшейся почве. Масса энергии уходит у самцов жуков, ведущих между собой тяжелый бой. Сообщалось даже, что жуки способны нести груз, превосходящий собственный вес в 350 раз! Но это были, так сказать, оценки «на глазок». И лишь недавно ученые решили точно измерить усилия жуков.

К насекомому прикрепляли свинцовый грузик весом, превышавшим вес жука в несколько раз. При этом жук продолжал двигаться как ни в чем не бывало. Нагрузку увеличивали. Когда ее вес превосходил вес жука в тридцать раз, он, не спотыкаясь, шел более получаса со своей обычной скоростью – примерно один сантиметр в секунду. Даже при нагрузке, в сто раз превышающей вес жука, он умудрялся с ней справляться. Жук-носорог подтвердил репутацию самого сильного существа на Земле (разумеется, по отношению к собственному весу).

Удивительнее всего оказалось то, что при увеличении нагрузки расход жуком энергии сокращался. Получалось, что на перемещение собственного веса жук тратит больше энергии, чем на переносимый им груз. Такие результаты поставили экспериментаторов в тупик.

испытания жука



На помощь призвали специалистов по биомеханике. Они припомнили, что с подобным явлением приходилось сталкиваться при наблюдениях за женщинами некоторых африканских племен. Те могут нести на голове груз, вес которого составляет около пятой части веса их тела, не совершая при этом дополнительных усилий. Как же это возможно?

Обратили внимание, что из сосудов с водой, которые несут на головах женщины, по дороге не расплескивается ни капли. Это говорит о том, что никаких вертикальных движений они не совершают. Другими словами, в пути женщинам удается поддерживать **центр тяжести** тела на постоянной высоте. Для этого они вырабатывают особенную плавную походку. Мы

же – обычные, нетренированные люди, – когда идем широким шагом или вразвалку, тратим заметную долю своих усилий на никому не нужное смещение вверх-вниз центра тяжести своего тела. Это и приводит к неоправданным затратам энергии, а значит – к усталости.

К сожалению, полностью ответить на вопросы, связанные с движением жука-носорога, до сих пор не удалось. Ученые собираются исследовать усилия, развиваемые каждым из мускулов жука. Уж очень заманчиво выяснить, как можно двигаться без дополнительной затраты сил...

Как себя обезопасить?

Для того чтобы разобраться с особенностями движения жука, биомеханики привлекали сведения о движении человека. Что ж, для исследователей, в принципе, не важно, о каком живом объекте идет речь, – с точки зрения построения моделей, имитирующих его существование в природе.

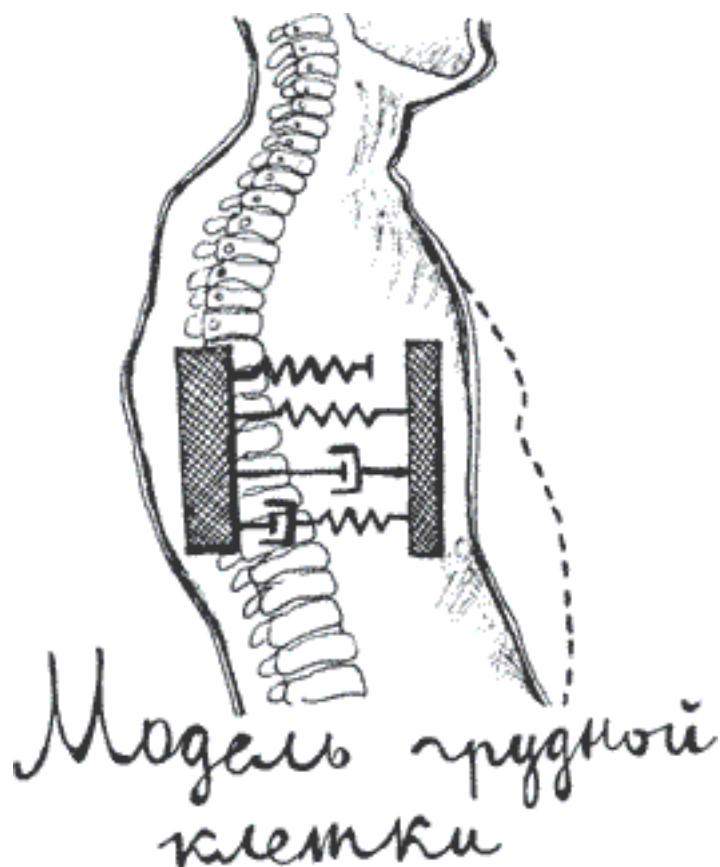
Вряд ли мы можем по-прежнему ощущать себя «царями природы». Если вы дочитали книгу до этого места, то могли убедиться, что во многом люди уступают своим соседям по планете. Когда же речь заходит о поисках подходящего «типажа» для имитации какого-либо природного или искусственно организованного процесса, человек вполне может служить своей собственной моделью.

Так, например, во время испытаний автомобилей и **средств безопасности** при езде нет нужды искать какого-либо зверя, который бы «подсказал», что необходимо в этом случае предпринять. Люди создают биомеханическую модель, снимая мерки для нее с самих себя. (Так же, как портные используют манекены, чтобы посмотреть, хорошо ли будет сидеть одежда.)

Как ни старайся, но сделать с помощью регулировки движение на дорогах совсем безопасным нельзя. Всех ситуаций не предусмотреть, и поэтому разработчики автомобилей всячески пытаются обезопасить своих пассажиров. Вот для этого они и прибегают к советам специалистов по биомеханике.

Например, фирма «Дженерал Моторс» спроектировала самовыравнивающееся рулевое колесо и ударопоглощающую рулевую колонку. Чтобы создать это оборудование, потребовались долгие годы исследований особенностей столкновения твердых предметов с тканями человека. После многих экспериментов и обработки данных о реальных авариях была создана биомеханическая модель грудной клетки человека. (На рисунке пружинами отображены упругие свойства наших тканей, а значками в виде кнопок – воздушные амортизаторы, которыми служат легкие.) Подобие этой модели реального человека и дало возможность разработать устройства, снижающие, а то и вообще исключаящие травматизм во время аварий.

Закончить этот рассказ, а с ним и главу хотелось бы интересным высказыванием великого ученого Константина Эдуардовича Циолковского, который, размышляя над обеспечением безопасности и комфорта обитателей межпланетных кораблей, предлагал помещать их в жидкость. «Природа давно пользуется этим приемом, – писал он, – погружая зародыш животных, их мозги и другие слабые части в жидкость. Так она предохраняет их от всяких повреждений».

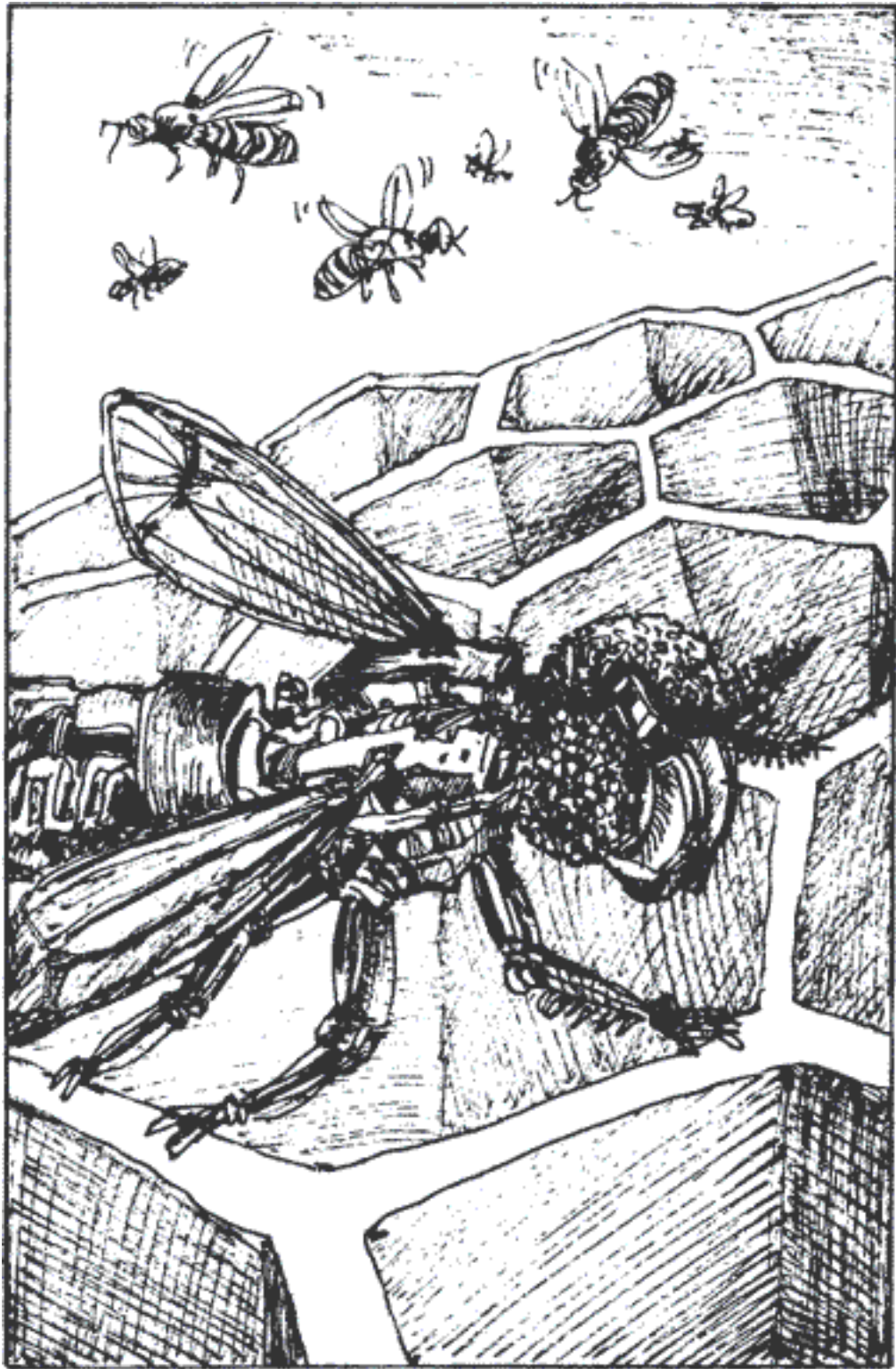


Хотелось бы надеяться, что в жидкости космонавт легче перенесет значительные перегрузки, чем в специальном кресле. И хотя это изобретение природы еще ждет своего повторения человеком, важно подчеркнуть, что, видимо, и в космосе пригодятся ее подсказки.

Биоархитектура

*Скорлупа куполов, позвоночники колоколен.
Колоннады, раскинувшей члены, покой и нега.*

И. Бродский



Почему так часто поэты и писатели прибегали к сравнению архитектурных шедевров, созданных человеком, с творениями окружающей нас природы? Не потому ли, что своими формами гениальные творения архитекторов вызывают в нас ощущения красоты и целесообразности, присущие естественным постройкам?



Действительно, колонны древних храмов похожи на тянущиеся вверх деревья, купола и перекрытия сходны очертаниями с раковинами, листьями и даже овалом яичной скорлупы. А вот купол московского планетария, изображенный на рисунке сверху, архитекторы уподобили пасхальному яйцу.

Природная гармония порой вызывает и обратные сравнения. Например, Н. Гумилеву принадлежат такие строки:

Спокойно маленькое озеро,
Как чашка, полная водой.

Бамбук совсем похож на хижины,
Деревья – словно море крыш.

А скалы острые, как пагоды,
Возносятся среди цветов.

Мне думать весело, что вечная
Природа учится у нас.

Так кто же у кого учится? Читайте – и решайте сами.

Что-то природа подолгу выращивает, незаметно подгоняя одну деталь к другой, а какие-то сооружения буквально на наших глазах возводят насекомые, птицы и животные.

Необыкновенно разнообразие птичьих гнезд; удивительны по своей сложности и прочности постройки бобров – их плотины могут выдержать вес всадника на коне; термиты сооружают «замки» высотой до семи метров, да такие крепкие, что о них приходят почесаться слоны. Велик природный инстинкт строительства – ведь необходимо располагаться на ночлег, а то и укладываться на долгое время в спячку, надо где-то хранить запасы продовольствия, укрываться от врагов. А главное – иметь надежное и удобное место для выведения потомства.

Вот и появляются гнезда, шалаши, норы и берлоги. Тысячи лет всё живое хранит наследственные программы – так сказать, проекты, в точном соответствии с которыми сооружают жилища новые поколения. Муравьи строят свои дома так же, как строили их предки сто миллионов лет назад. Маленький бобренок с рождения знает, как без риска для себя валить деревья и возводить плотины.

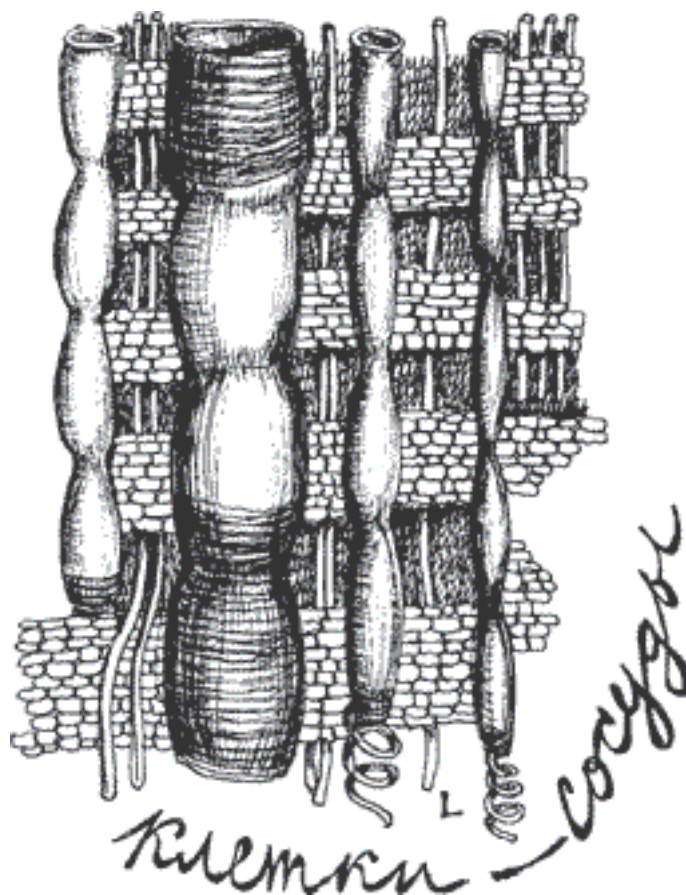
Но более развитым животным без обучения не обойтись. Например, если шимпанзе не видел, как строят гнезда родители, он вырастет никудышным «зодчим». Человеку же и подавно требуется долго учиться, чтобы стать строителем или архитектором.

Однако немалую помощь в этом нам может оказать природа. Неудивительно, что в бионике сложилось даже целое направление, называемое архитектурной бионикой.

Растения и земное притяжение

Как ведут себя в условиях тяготения растения? Что помогает им строить себя – расти? Реагируют ли они на гравитацию аналогично животным? Может быть, у них тоже есть подобие сердца, которое гонит по их организму питательные соки?

Вопросы сходства и различия внутреннего устройства растений и животных волновали исследователей давно. И пока они не были вооружены достаточно точными приборами, на эту тему оставалось лишь фантазировать. Когда же появились микроскопы с большим увеличением, удалось разглядеть, что в стволах (стеблях) растений находятся сосуды, по которым снизу вверх перемещается живительная влага, насыщенная необходимыми для питания и роста растений веществами, – это показано на рисунке.



Но как высоко она может подняться, преодолевая земное тяготение? Ведь даже поршневым насосом воду невозможно поднять на высоту более десяти с небольшим метров. Правда, сосудики растений очень тонкие. В них жидкость может подниматься значительно выше. Такие сосуды или трубки с очень узким каналом называют **капиллярами**.

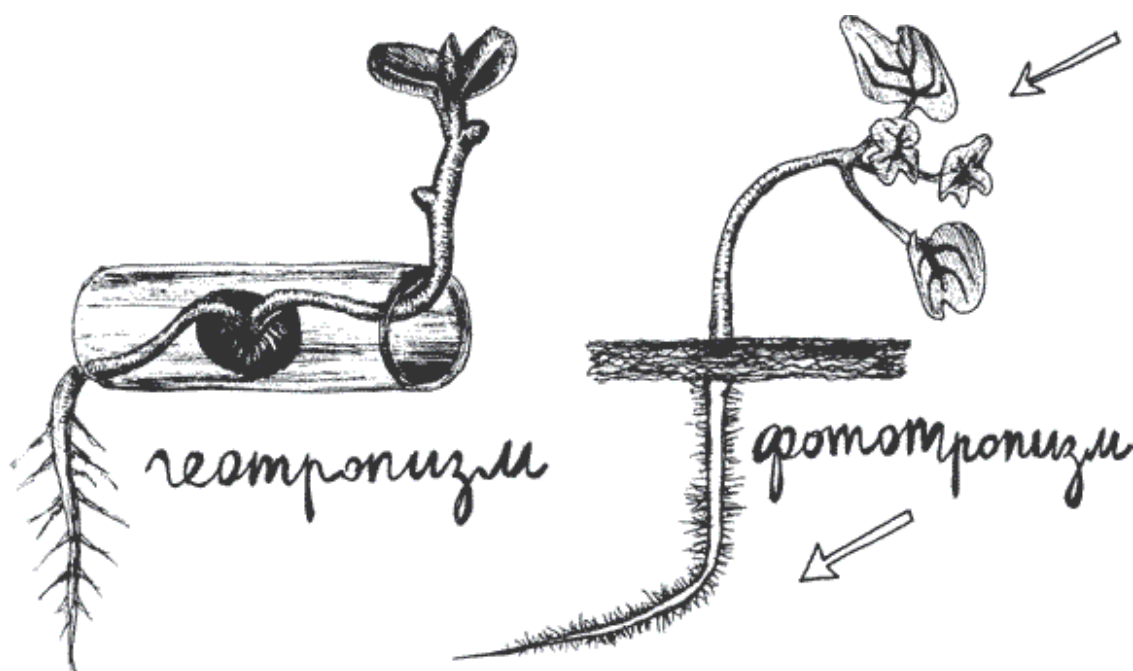
Однако только капиллярными силами не объяснить, каким образом поднимаются вытягиваемые из земли вещества к вершинам таких деревьев-гигантов, как эвкалипт или секвойя. Ведь здесь разговор идет уже о более чем сотне метров!

Лишь в XIX веке было обнаружено явление, названное **осмосом**. Им объясняется многое из происходящего с **клетками**. За счет осмоса внутриклеточная жидкость находится под большим давлением, чем жидкость снаружи. Это явление, кстати, является причиной упругости листьев растений – они вянут, когда давление внутри клетки падает и она «сжжимается».

Осмоз – это односторонний переход воды через клеточную **мембрану**, которая свободно пропускает воду, но не выпускает из клетки молекулы растворенных солей или сахаров. Вода движется через такую мембрану в сторону большей концентрации раствора.

В растительном организме концентрация внутриклеточных растворов возрастает от корней к стеблям и листьям. Такая передача от клетки к клетке «эстафеты» концентраций и обеспечивает постепенный подъем жидкости по стволу дерева через тонкие каналы – «скелеты» омертвевших клеток. Похожим образом, по уровням, происходит подача воды в небоскребах.

Биологами были проведены интересные опыты, подтверждающие схожесть реакций растений на земное тяготение и освещение. Верхушка растения стремится ввысь и ориентируется на свет, корень же растет вниз, а в присутствии одностороннего источника света изгибается в сторону тени. Эти явления получили названия **«геотропизм»** и **«фототропизм»**. Таким образом растение старается обеспечить себя светом и теплом вверху и достичь источника воды и питательных веществ внизу.

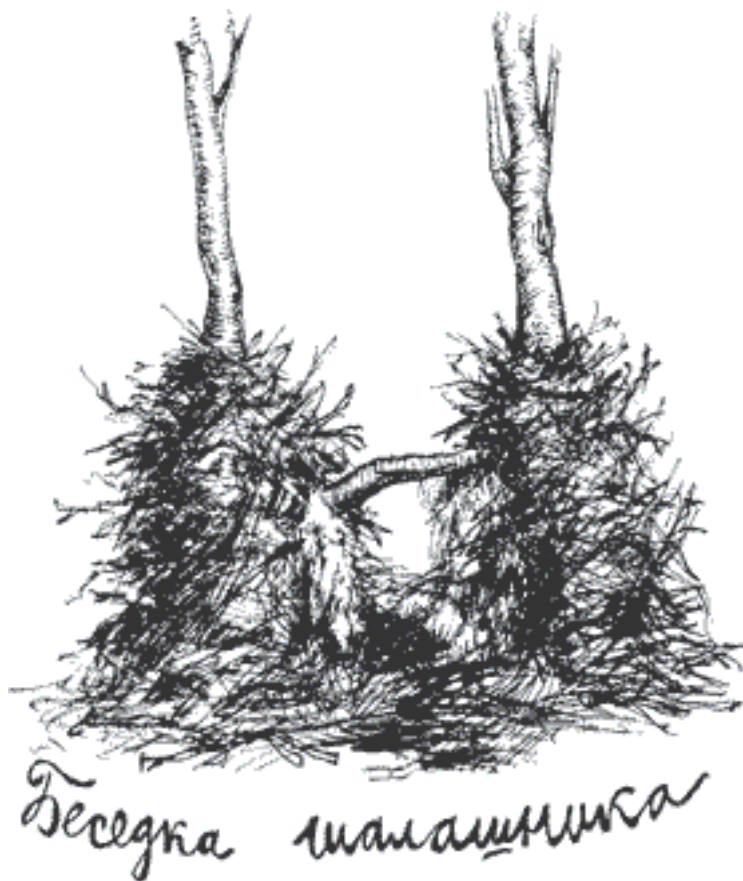


Великий биолог **Ч. Дарвин** писал: «В растении нет структуры, более замечательной по своим функциям, чем кончик корня». Прошло более ста лет, но отнюдь еще не все ясно в механизмах описанного поведения растений. А это важно не только людям, постоянно живущим на Земле, но и космическим путешественникам, желающим выращивать урожай в условиях невесомости. До сих пор неясно, например, как растения могут нормально расти, не «чувствуя» тяготения?

Кто лучший строитель шалашей?

Одним из самых древних жилищ, соорудившихся человеком, были шалаши. Не исключено, что природа при этом впервые подсказывала людям, как их возводить: хороший пример подавали гнезда птиц, которые они строили на деревьях, а зачастую и на земле. Ведь это только кажется, что сухие веточки, травинки, листья – ненадежный строительный материал. Соединенные вместе, сплетенные между собой, они образуют весьма прочный каркас. А если такое сооружение проконопатить, утеплить мхом, устлать перьями и пухом, то получится довольно удобное жилище.

И сегодня можно наблюдать, как строит свои брачные сооружения птица, которую так и называют – **шалашник**. Каких только разновидностей этих построек не существует! Мало того, что шалашники кропотливо выкладывая веточку к веточке, создают гнезда-шалашы различных форм, они еще и украшают их раковинами улиток и расписывают соком ягод с помощью кисточки из мочалки. Как считают ученые, это необходимо самцам (а только они занимаются подобным строительством) для привлечения самок. У кого самый красивый и надежный шалаш, тот, скорее всего, хороший «хозяин», тому и быть главой будущего семейства.



Выкладывая разнообразными предметами площадку перед выстроенной «беседкой», шалашники оказали помощь... археологам и палеонтологам. Так, у одного шалаша ученые обнаружили свыше ста пятидесяти костей млекопитающих, раковины доисторических моллюсков и множество остатков материальной культуры древнего человека – даже каменные орудия труда!

Возможно, в глинистом обрыве у реки вам приходилось видеть небольшие пещерки – гнезда береговых ласточек. В лесу найти жилища птиц сложнее, – они обычно расположены в укромных местах. Но если набраться терпения и долго наблюдать за пернатыми, то можно найти и служащие им жилищами дупла, и висячие домики, и даже земляные норы.

Наш далекий предок был намного ближе к природе, и ему было нетрудно находить жилища птиц, например, когда он выслеживал их во время охоты или хотел полакомиться их яйцами. Подмечая особенности уже построенных гнезд и наблюдая за их отделкой, он наверняка запоминал инстинктивные «трудовые навыки» птиц и перенимал их, чтобы затем использовать для своих нужд.

Но учили его не только птицы...

В чем загадка паутины?

Гуляя в лесу или заходя в какое-нибудь заброшенное помещение, мы нередко натываемся на **паутину**. Ощущение этих липких нитей вызывает у нас желание как можно быстрее стряхнуть их с себя. Но ведь это – прекрасный строительный материал, которым порой даже птицы «цементируют» гнезда. А сама паутина – истинное произведение архитектурного искусства! Постарайтесь понаблюдать за растянутыми между кустами или в углах подвалов паутинами, а если повезет, за процессом их сооружения, когда паучок мастерски создает узор своей ловчей сети.

Очевидно, что паутина – это прежде всего средство, с помощью которого паук охотится. Поразительным образом природа заложила в него программу создания довольно сложных конструкций. Более того, для нитей, выполняющих разные функции, паук вырабатывает различные виды шелка. Одно дело – сердцевинное волокно ловчей спирали, другое – сигнальная нить, третье – нить для яйцевого кокона, четвертое – для обматывания добычи и так далее.

Многие паучьи «конструкции» буквально один к одному были использованы архитекторами при проектировании перекрытий большой площади. Возможно, вы видели похожее сооружение над огромным современным стадионом. Напоминает паутину и переплетение троп **подвесных мостов**. Но дело еще и в другом.



Почему паутинки обладают столь большой эластичностью? Почему, заметно удлиняясь, нити не рвутся, а выдерживают давление ветра, натяжение от движения самого паука во время плетения сети или когда он бежит к запутавшемуся насекомому?

Оказывается, сухой шелк – основа нити – довольно жесткий материал, плохо поддающийся растяжению. Но в момент выделения **шелковая нить** обволакивается вязкой жидкостью, вырабатываемой пауком. Затем эта жидкость впитывает атмосферную влагу и собирается в мельчайшие капельки. Поверхностное натяжение капелек заставляет шелковое волокно скручиваться внутри них в «мотки». Растягивая нить, вы словно разматываете эти моточки, поэтому нить и может без провисания в несколько раз менять свою длину. Недаром в Индонезии из паутины до сих пор делают рыболовные лески.

Совсем недавно, в 2017 году, ученым удалось создать искусственную паутину, не уступающую по своим свойствам настоящей. Волокно из гидрогеля, состоящего из воды, оксида кремния и целлюлозы, вытягивали в тончайшие нити и давали подсохнуть. Эти нити выдерживали механическое напряжение в 100–150 мегапаскалей и были прочнее вискозы, искусственного шелка и некоторых сортов стали. А еще они могли растворяться в воде, подобно настоящей паутине.

Разработчики надеются использовать эти свойства в производстве суперпрочных тканей.

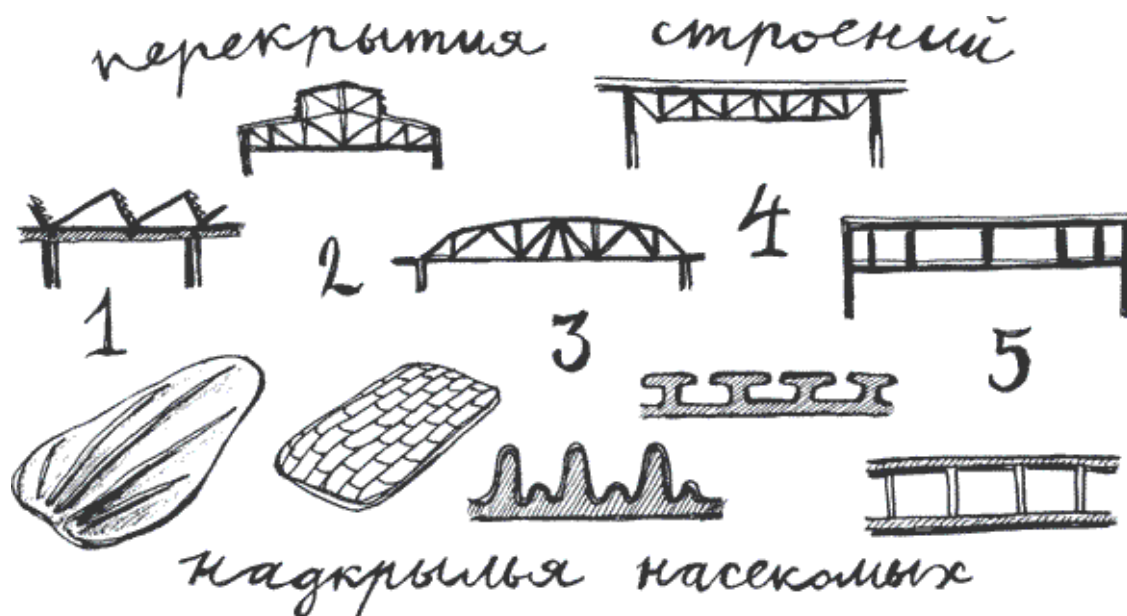
Подсказки жуков и водорослей

Порой человек умудряется очень быстро пройти путь, на который природа потратила миллионы лет. Особенно интересно сравнить результаты, когда инженеру или конструктору не приходило в голову с ней советоваться.

Взгляните на картинку, где показано, как эволюционировало искусство перекрытия сооружений, и как менялись с течением времени строение и форма жестких надкрылий жуков.

По рисункам в нижнем ряду (слева направо) заметно, что первоначально вдоль надкрылья располагались продолговатые трубочки. Затем они вытягивались, число их росло, потом уменьшалось, и сами они словно подрастали, превращаясь в то, что инженеры называют **ребрами жесткости**.

Еще позже эти ребра расширились в верхних своих частях, которые в дальнейшем сливались. В итоге получилась так называемая рамная конструкция с вертикальными колонками-перемычками. Это довольно легкое и весьма прочное покрытие. Цель, которую «ставила» перед собой природа, была достигнута.



Если же проследить по рисункам в верхнем ряду за различными вариантами конструкций, создаваемых человеком, то, разумеется, полного совпадения не обнаружится. Путь, по которому шли конструкторы, изобилует находками и неудачами. Но развитие техники привело, в конце концов, к тому же результату, которого достигла природа.

Не всегда, конечно, схожи пути развития конструкторской мысли человека и «инженерных» задумок природы. Однако, если ставятся одинаковые цели, решения удивительным образом копируют друг друга.

Когда человек выясняет, как ту или иную архитектурную проблему пыталась разрешить природа, он часто обращается к ней за советом. Интересен пример из практики одного отечественного изобретателя. Наблюдая за морским прибоем, он обнаружил, что голые камни на береговой линии испещрены ямками и царапинами, а валуны, покрытые водорослями или мхом, почти не разрушаются от ударов волн. Это привело его к изобретению защитного слоя, содержащего упругие стержни, волокна или пластинки для бетонных гидротехнических сооружений.

Не хотите ли пожить в улье?

Удивителен подарок природы – мед. Вкусный, душистый, сладкий, полезный... Но не менее удивительны и те, кто его производят. Много занимательного можно рассказать о пчелах, однако сейчас для нас наиболее важно их архитектурное мастерство.

Конечно, вы видели, а может быть, даже держали в руках **соты** – эти маленькие пчелиные домики. Строят их насекомые и для жилья, и для хранения меда, и для выведения потомства. А материал, из которого лепятся соты, пчелы изготавливают сами, выделяя вещество, которое после растирания челюстями и смачивания пчелиной слюной превращается в светлый и мягкий воск.

Сначала пчелы возводят в улье опорную стенку, затем на ней «моделируют» соты. Поначалу круглые ячейки в стене пчелы выскабливают изнутри под углом шестьдесят градусов. Именно такой угол обеспечивает затем сотам правильную шестигранную форму и отменную крепость.



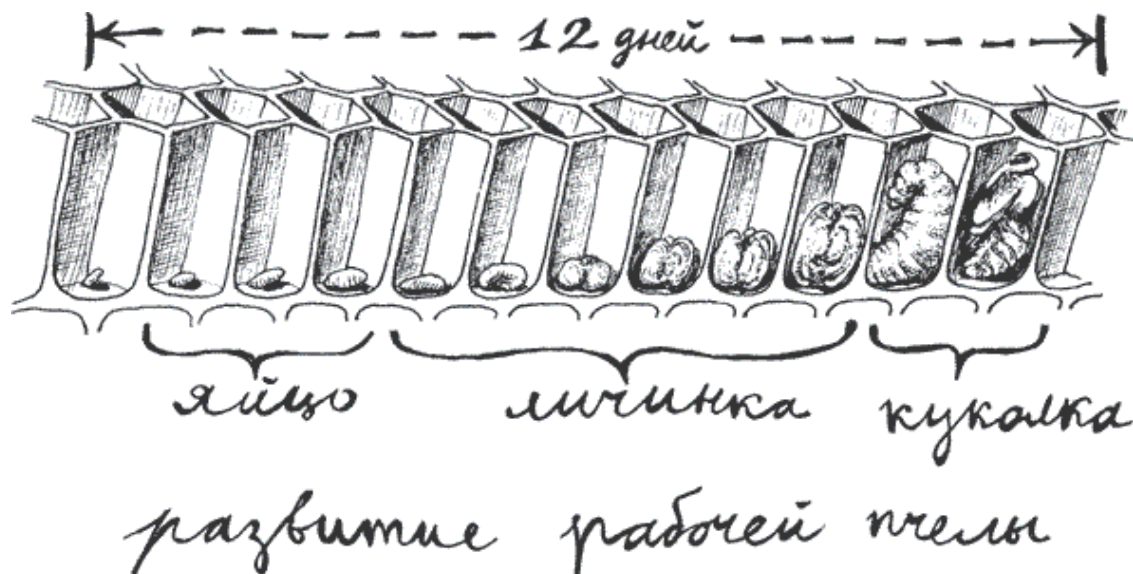
Аристотель (384–322 до н.э.) – древнегреческий философ. Создал первую классификацию животных, определил пять основных типов чувств: зрение, осязание, обоняние, слух и вкус. Ему принадлежат сочинения «Описание животных» и «О возникновении животных». Считал, что научному объяснению всегда должно предшествовать свободное от предвзятости наблюдение.

Замечено это было еще в древности, например, **Аристотелем**, писавшим, что пчелиный улей настолько прочен и тверд, что его трудно разрушить даже острой палкой. Однако долгое время было неясно, почему пчелы выбрали для улья именно такую форму. Давайте попробуем воспроизвести ход рассуждений исследователей, пытавшихся разгадать эту загадку. Очевидно, что пчелам требовалось найти такое решение, чтобы и домики были крепкими, и разумно использовалось их пространство.

Из отложенных в соты яиц в течение нескольких дней развиваются куколки. Просторней всего они чувствовали бы себя в помещении округлой формы (вроде цилиндрика). Но тогда

между домиками оставалось бы много свободного места, да и сами домики надо было бы строить по отдельности.

Ни квадраты, ни равносторонние треугольники, заложенные в основание ячейки, не подходят для достижения поставленной цели, поскольку куколка находилась бы в середине ячейки, оставляя пустыми ее углы.



После долгих, продолжавшихся, возможно, миллионы лет проб пчелы выбрали шестиугольник. А человек своими расчетами подтвердил, что это идеальная форма для наиболее полного использования площади. Согласитесь, что контур шестиугольника близок к кругу и почти весь объем ячейки заполняется куколкой, а общие стенки домиков ведут к большой экономии строительного материала – воска.

Архитекторы и строители уже убедились, насколько выгодны такие ячеистые элементы для сборных конструкций, и активно их применяют. Появились сотообразные плотины, элеваторы, гостиницы, жилые дома...

Почему прочны кости?

Достигнув в строительстве зданий высокого мастерства, люди, тем не менее, долгое время не рисковали строить высотные дома. Ведь строительные материалы были не настолько прочны, чтобы выдерживать огромные нагрузки, возникающие при возведении небоскребов.

К тому, о чем мы говорили ранее, обсуждая, на какую высоту поднимаются в деревьях соки, надо добавить, что ограничения на рост растений накладывает и их вес. Дерево циклопических размеров раздавит само себя.

Проблема, однако, заключается не только в прочности материала, но и в способах соединения изготовленных из него деталей сооружения. Скажем, из легких и длинных деревянных бревен можно соорудить каркасы различной формы, а вот из камня нет смысла вырубать длинную перекладину – при испытываемых ею нагрузках от собственного веса такое его применение будет совсем неоправданным.

Использование металла в строительстве довольно быстро привело к появлению так называемых **ажурных конструкций**. Иными словами, монтировался «скелет» здания, а уже к нему крепились остальные элементы – стены, оконные и дверные блоки, лестницы и прочее.

Сказав слово «**скелет**», мы не просто прибегли к наглядной аналогии. Не только медикам и физиологам известно, какой прочностью обладают составляющие его кости. Например, бедренная кость человека выдерживает нагрузку до полутора тонн (это вес автомобиля). Конечно, хорошо, что природа «сооружает» нас с таким запасом прочности. Но как ей это удастся?

Сотни миллионов лет она словно ставила опыт за опытом, отрабатывая жизнеспособные «конструкции». В последние десятилетия были найдены останки нескольких **гигантских древних ящеров**. Сначала – сеймозавра («сотрясателя земли»), весившего около восьмидесяти тонн. Позже – аргентинозавра ростом свыше тридцати метров и весом более 100 тонн. И маменчизавра, вес которого доходил до 120 тонн. Какие же прочные им были нужны скелеты!

Исследование костей показывает, что прочность их строения определяется в том числе и своеобразным распределением составляющих их тканей. Они выстилаются таким образом, что разносторонние – и с торцов, и с боков – нагрузки вызывают прежде всего сжатие или растяжение костей, а не их изгиб. Для сравнения вспомните: как легче сломать палку – вдоль или поперек? К тому же основная масса костей сосредоточена в их внешней части, а внутри они пористы, практически пусты. Особенно это заметно у птиц.



Такое созданное природой распределение материала удивительным образом совпадает с инженерными находками человека. Например, люди уже давно поняли, что столбы и опоры не обязательно делать сплошными, можно вполне обойтись трубами. В конструкциях различных металлических башен порой можно обнаружить буквальное повторение конструкции костей. Таково, например, устройство знаменитой **Эйфелевой башни**. А вот выяснилось это чуть ли не через сто лет после ее создания.

Так что теперь при постройке высотных сооружений люди уже намеренно стремятся заимствовать решения, найденные и опробованные природой.

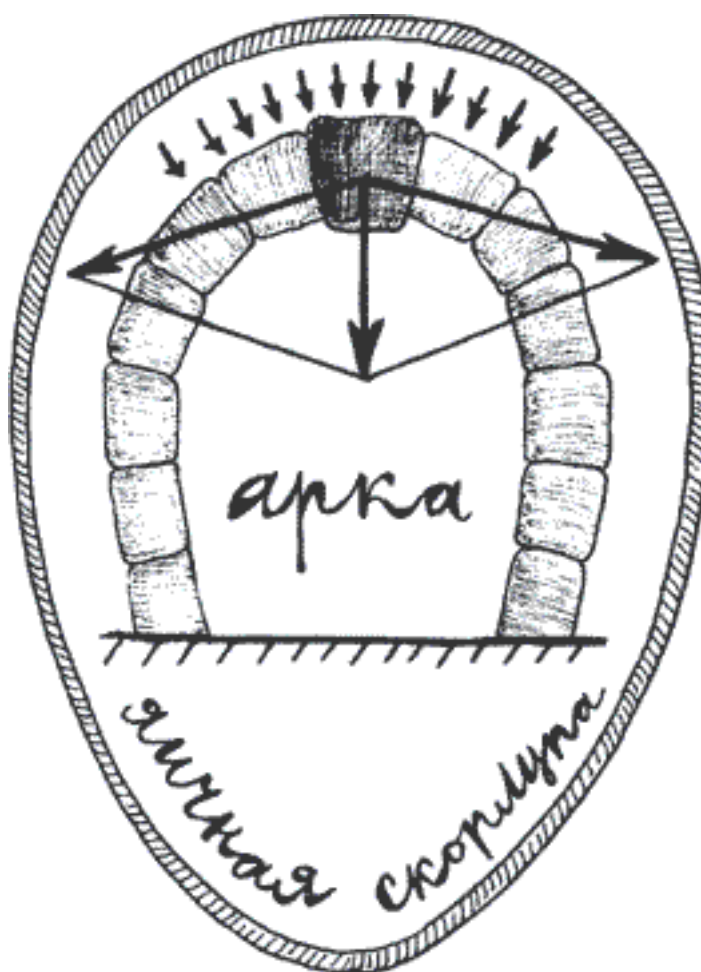
Чья скорлупа крепче?

Помните выражение «не стоит выеденного **яйца**»? В этих словах кроется пренебрежительное отношение к яичной **скорлупе**.

А ведь это не что иное, как пример чудесной природной конструкции. Толщина скорлупы куриного яйца – доли миллиметра, но попробуйте раздавить его, сжав ладонями с концов. Не так-то легко, правда?

Недаром свое потомство «заклучали» в яйца не только птицы, но и черепахи, змеи, крокодилы и даже громадные динозавры. Примером прочности может служить скорлупа страусиного яйца, выдерживающего груз в 105 килограммов.

В чем причина прочности яичной скорлупы? Главным образом в ее геометрической форме. На рисунке показано, что при внешнем давлении на скорлупу усилие передается таким образом, что сжатие скорлупы происходит в направлении, почти перпендикулярном силе. Иными словами, давление воспринимается не отдельно каким-либо участком скорлупы, а распределяется по всей ее поверхности. Поэтому сидящая на яйцах курица не расплющивает их, но в то же время удары вылупляющегося птенца изнутри сравнительно легко разрушают его обитель.



Скорлупа куриного яйца состоит из семи оболочек, причем они не расслаиваются даже при резких перепадах температуры и влажности. Это объясняется тем, что хотя слои не одинаковы по составу, некоторые их физические свойства весьма близки. Важный элемент скорлупы

– тонкая внутренняя пленка, порой мешающаяся нам добраться во время еды до сердцевины яйца.

Эта пленка в свое время здорово помогла строителям. Они возводили театр, крыша которого должна была иметь форму огромной яичной скорлупы. Во время строительства по крыше пошли трещины. Что же здесь упустили проектировщики? Или природа «дала маху»?

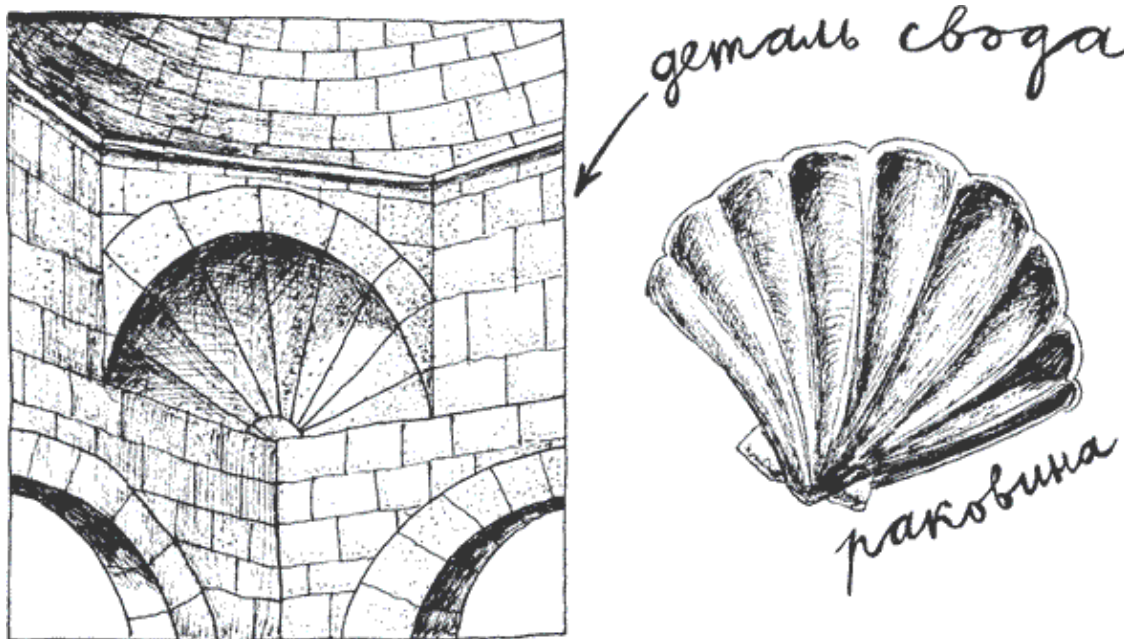
Изучив скорлупу более тщательно, заметили, что к ней «крепится» изнутри тонкая эластичная пленка, создающая предварительное напряжение, как бы стягивая всю конструкцию скорлупы. Выход из сложного положения был найден: крышу снабдили подобной пленкой, и театр благополучно достроили.

Теперь уже не вызывают удивления ни давно используемые **арочные конструкции**, ни сравнительно недавно вошедшие в обиход строителей гигантские сплошные своды, напоминающие формой яйцо.

Но скорлупа – всего лишь один из образцов прочных природных оболочек.

Чем хороши складки?

Кроме куриного яйца, к естественным **оболочечным конструкциям** относятся, как упоминалось, и яйца других птиц, а также земноводных. Сюда же следует зачислить и твердые оболочки орехов, панцири черепах, крабов, раковины моллюсков. Да и многие насекомые могли бы похвастать крепостью своей **кутикулы** – так называется их внешний скелет.



Однако все это гладкие поверхности. Но в природе встречаются и обладающие большой прочностью оболочки несколько иной формы. Например, некоторые раковины напоминают развернутый складчатый веер. Эту форму не обошли своим вниманием архитекторы, издавна используя ее как деталь свода. Подобная форма представляет собой набор соединенных между собой маленьких выпуклых поверхностей, даже по отдельности выдерживающих, как та же скорлупа, большие внешние воздействия.

Чем же хороши складки? Обычный бумажный лист легко гнется даже под своим весом. Однако если мы сложим лист гармошкой, его прочность возрастет. Даже просто согнутый пополам (в виде крыши домика) лист сможет выдержать большие, чем плоский лист бумаги, нагрузки. Стоит ли говорить о том, насколько жестче он станет при сворачивании в трубочку.

Хороший пример, дающий почувствовать изменение жесткости конструкции, – «охота» на мух. Вы хотите прихлопнуть непрошеную назойливую гостью, а под рукой нет ничего, кроме газеты. Что вы предпримете? Не будете же шлепать развернутым листом! Такой удар насекомое и не почувствует. Невольно руки сами складывают или скручивают газету, – теперь уж мухе не поздоровится.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.