

Бионика

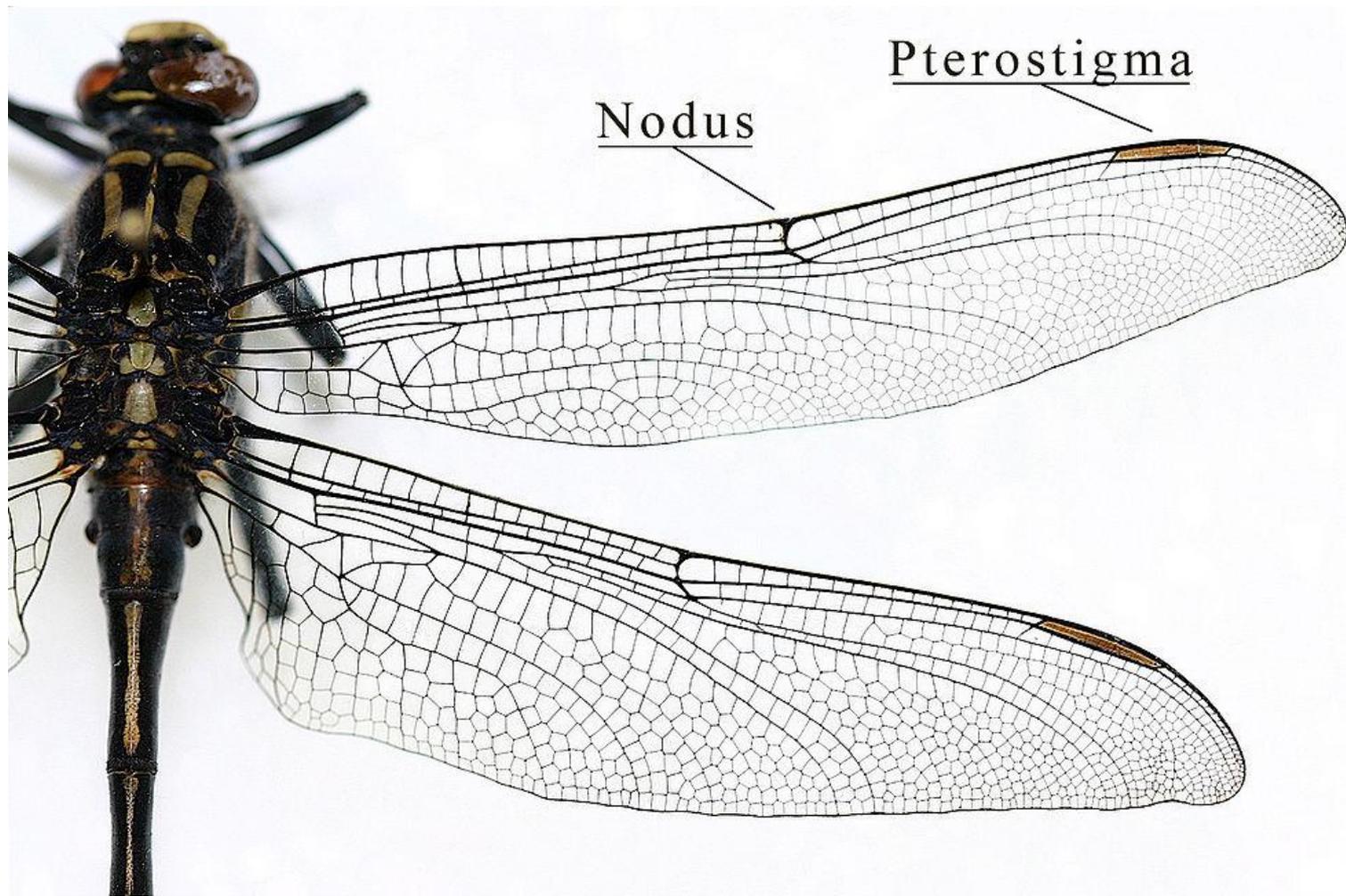
Бионика это наука, занимающаяся использованием биологических процессов и методов для решения инженерных задач. Также ее можно определить как учение о методах создания технических систем, характеристики которых приближаются к характеристикам живых организмов. Проще говоря, бионика – это соединение биологии и техники. Бионика как область науки смежна с биологией, физикой, химией, причастна к электронике, навигации, связи и многими другими отраслями науки и техники тонких технологий.

Содержание

1. Применение бионики для создания технических систем
2. Применение бионики для создания технических устройств
3. Применение бионики для создания технических приспособлений
4. Применение бионики для создания приборов
5. Применение бионики для создания новых материалов
6. Применение бионики для строительства сооружений
7. Другое применение бионики

Применение бионики для создания технических систем

**Техническая система это
совокупность
взаимосвязанных
материальных элементов,
предназначенная для
повышения эффективности
деятельности человека.**



Ее частным случаем является самолет – техническая система, обеспечивающая выполнение функции «транспортировка человека и/или груза в атмосфере». Через три десятилетия после появления самолетов (1903 г.) авиастроение столкнулось с явлением флаттера – внезапно и бурно возникающей на определенной скорости вибрации крыльев. Из-за этих вибраций самолет разваливался в воздухе за несколько секунд. Решение, предложенное учеными, конструктивно соответствует принципу строения крыла стрекозы, у которой на концах передней кромки крыльев имеется хитиновое утолщение – птеростигма, гасящая вредные колебания крыла. Помимо стрекоз птеростигма присутствует и у других групп насекомых: перепончатокрылых (осы, пчёлы, муравьи, пилильщики), сетчатокрылых и других.



Стрекозы легко поднимают в воздух груз, в пятнадцать раз превышающий их собственный вес. Причина этого кроется в специфической кинематике: у стрекоз передние и задние крылья работают в противофазе (фазовый сдвиг приблизительно равен половине цикла взмаха), тогда как остальные насекомые «одномоторные»: у них передние и задние крылья «сцеплены».



Жуки-бомбардиры получили свое название благодаря своеобразному защитному механизму. Они способны прицельно выстреливать из желёз в задней части брюшка саморазогревающейся смесью химических веществ. Температура смеси в момент выстрела достигает $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, а её выброс сопровождается громким звуком. Сейчас биологи совместно со специалистами в области термодинамики стремятся скопировать у жуков принцип их двигателей внутреннего сгорания, чтобы таким образом разрешить проблему газового питания турбин самолета

Применение бионики для создания технических устройств

Техническое устройство –
это составная часть
технической системы,
единица промышленной
производства.

Наиболее широко бионика используется при конструировании роботов - автоматических устройств, действующих по заранее заложенной программе. Роботы, получая информацию о внешнем мире от датчиков (аналогов органов чувств живых организмов), самостоятельно осуществляют производственные и иные операции, обычно выполняемые человеком.

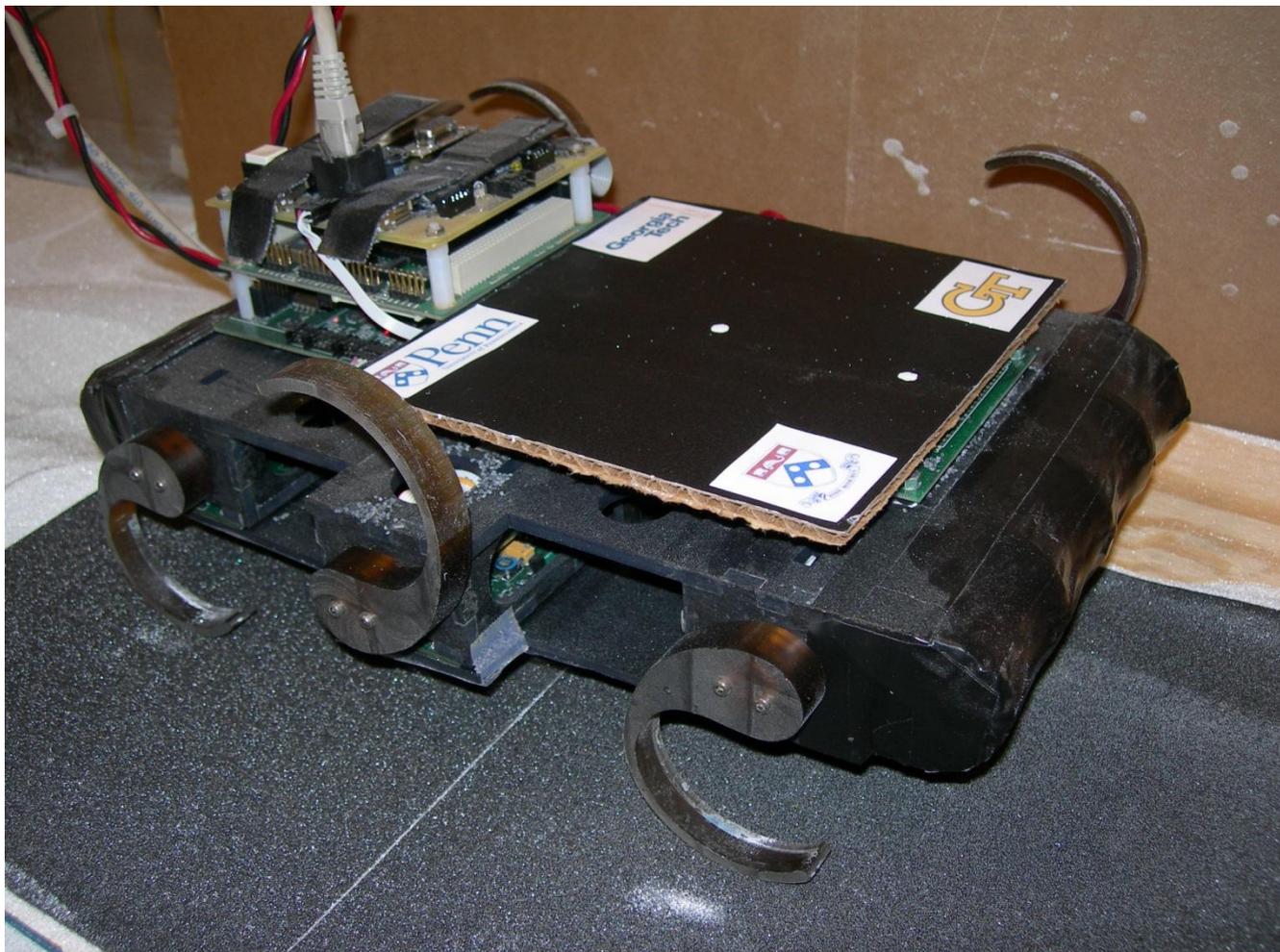


Широко известен робот RHex, созданный известной робототехнической компанией Boston Dynamics. Это шестиногий, способный передвигаться по разным типам местности на скорости, превышающей 5 длин тела в секунду (2,7 м/с), забираться по склонам крутизной 45 градусов, плавать и подниматься по ступенькам.



Прототипом этого робота явился дисковидный таракан, обитающий в странах Центральной Америки.

Строение его стоп позволяет при движении по неровной поверхности с легкостью преодолевать препятствия и передвигаться по непривычным поверхностям с привычной скоростью. Кроме того, лапки таракана покрыты маленькими иголочками, которые легко сгибаются в одном направлении, чтобы насекомое могло вытащить лапку, которая застряла между неровностями, а в противоположном направлении эти иголочки не сгибаются, чтобы лапка лишней раз никуда не проваливалась при беге.



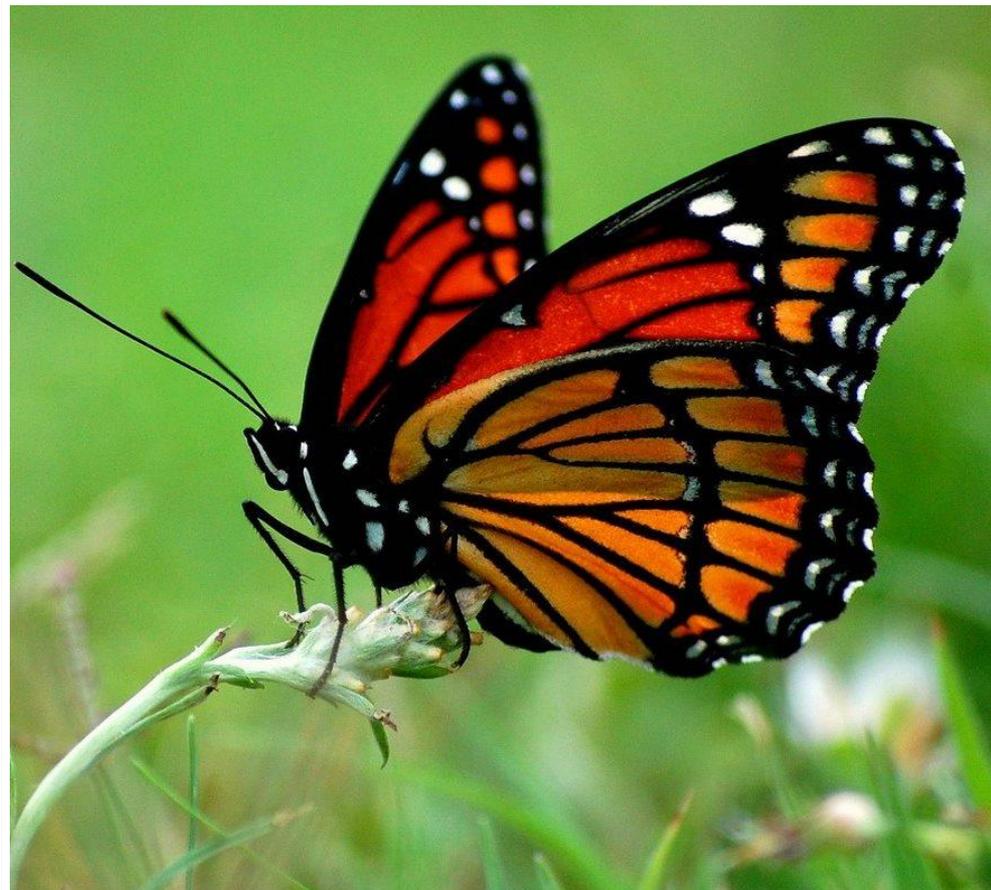
Ученые из Технологического института Джорджии создали модель робота SandBot для движения по песку. Это шестиногий тараканоподобный робот, имеющий длину 30 см и вес 2,3 кг. Робот перенял от таракана «триногохождение». Поскольку треножник – устойчивая конструкция, он постоянно уверенно стоит на ногах. Сами «лапы» – это С-образные дуги круга, которые, однако, вращаются не вокруг своего центра кривизны, а вокруг «набалдашника» на верхнем кончике контура буквы «С». В любой момент робот опирается на три «лапы» – например, переднюю и заднюю с левой стороны тела и среднюю – с правой. Затем положение лап меняется: благодаря эксцентрическому положению центра вращения стоявшие дуги поднимаются, а висевшие в воздухе опускаются, и теперь справа оказывается две опоры, а слева одна. Робот SandBot способен развивать по глубокому песку скорость до 0,3 м/с



Еще одним тараканом, внесшим вклад в робототехнику, является пустынный таракан. Он часто встречается в песчаных дюнах пустыни Колорадо. Было замечено, что скорость перемещения его конечностей очень неравномерна: пока лапка касается песка, она двигается чрезвычайно медленно и осторожно, а как только лапка поднимается в воздух – скорость резко возрастает.



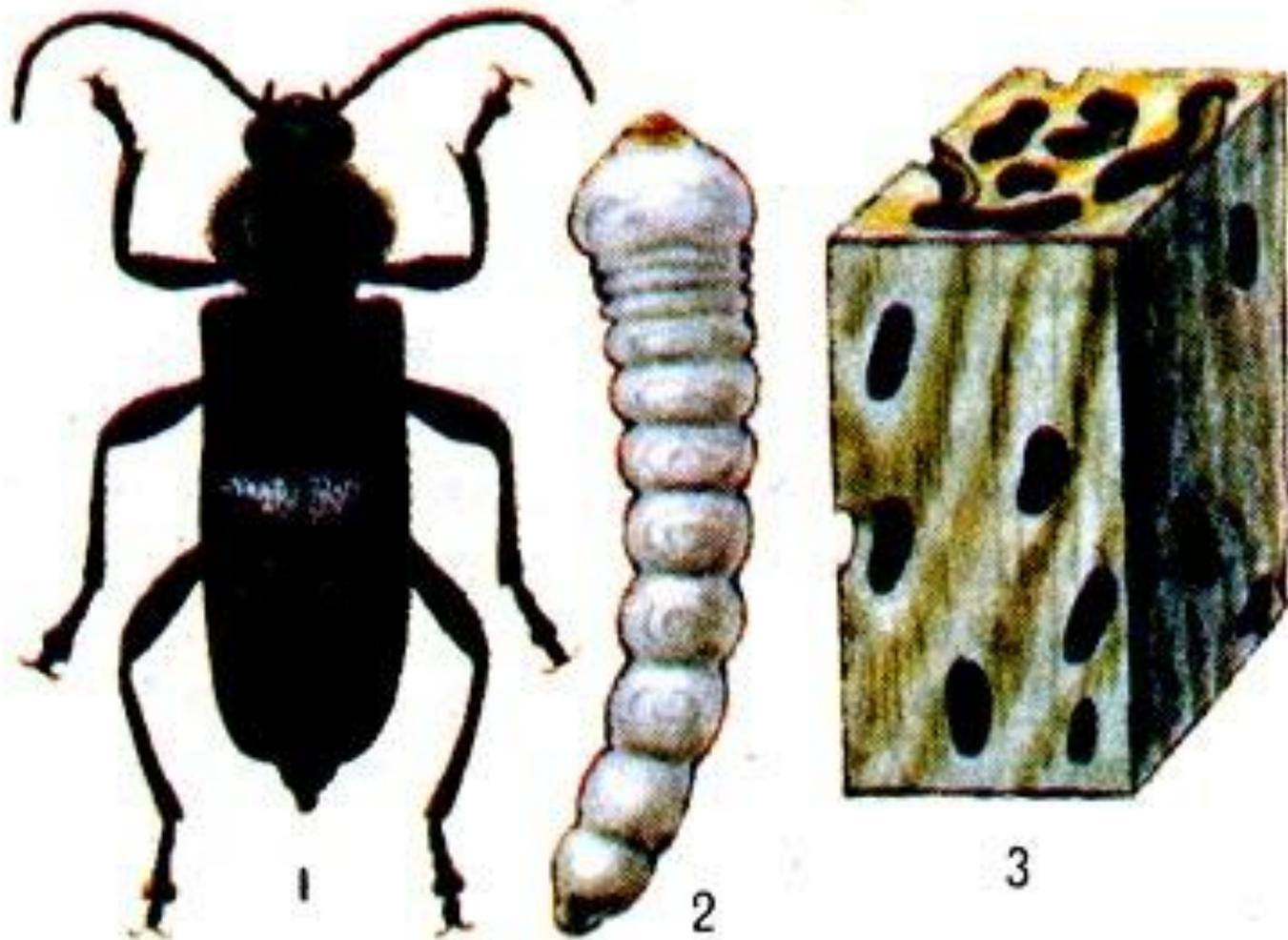
Израильские инженеры создали миниатюрного робота под названием TAUB, способного прыгать как кузнечик. Он весит менее 30 граммов и копирует кинематику ног кузнечика. Они сначала сгибаются, а затем запираются в согнутом положении и резко высвобождают энергию, выстреливая насекомое, как из катапульты. Робот TAUB не является точной копией кузнечика, но для прыжков использует те же принципы. Ноги робота – жесткие стержни с пружинами из стальной проволоки. Он способен прыгать на высоту 3,3 м и в длину на 1,4 метра.



Немецкой компанией Festo созданы ультра-легкие бионические бабочки дроны eMotionButterflies. Они весят лишь 32 г, их мягкие, эластичные крылья имеют размах 50 см. Они крепятся к почти невесомому каркасу из тонких графитовых стержней. Бабочка машет крыльями 1-2 раза в секунду и может летать около 3 минут. Максимальная скорость полета достигает 2.5 м/с. У каждой бабочки в корпус встроены инфракрасные датчики, позволяющие осуществлять двустороннюю связь между роботами и центральной системой управления в виде головного компьютера.



При разработке роботов у насекомых заимствуют не только двигательные функции. Например, муравьи-бегунки, обитающие в пустынях и степях, при поисках пищи исследуют местность зигзагами, но затем возвращаются в свое гнездо практически по прямой линии. Их рекорд – 592 м зигзагообразных поисков и всего 140 м обратного пути. При оценке расстояния муравьи, используют информацию о пройденном расстоянии от своих рецепторов, а в навигации им помогает солнечный компас – зрительные клетки, определяющие, в каком направлении поляризуется свет. Эта информация позволяет им определять свое местоположение по отношению к солнцу даже в пасмурную погоду. Сотрудники университета в Цюрихе скопировали способ навигации муравьев и применили его в мобильном роботе Сахабот 2 вместо обычных навигационных инструментов, вроде GPS.



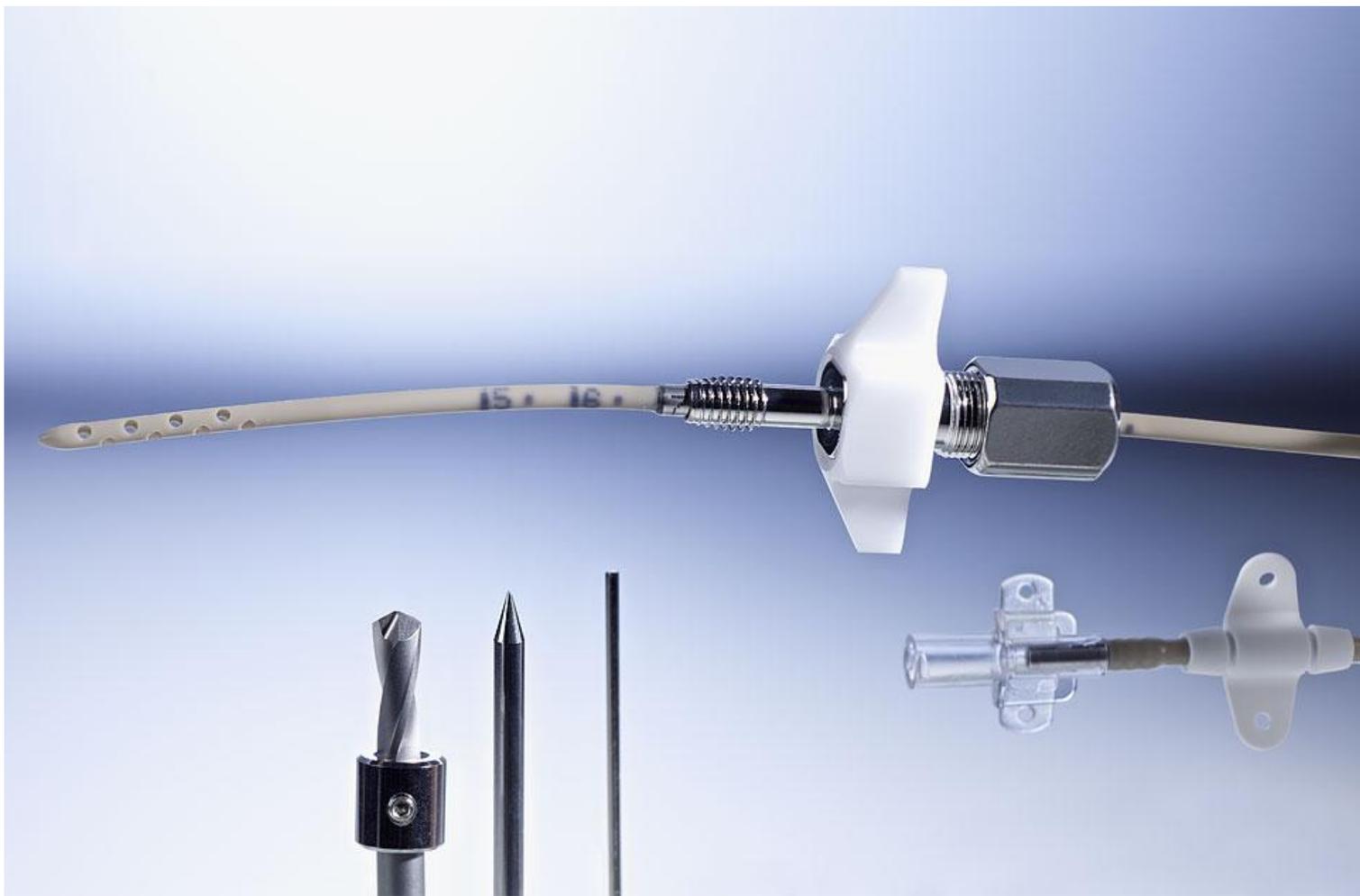
Показаны жук-усач, его личинка и прогрызенные отверстия в древесине. С-образная форма челюстей личинки усача *Ergates spiculatus*, позволяет ей легко прогрызать себе путь как вдоль, так и поперек древесных волокон,



Изобретатель пильной цепи чипперного (серповидного) типа Джозеф Кокс будучи лесорубом в штате Орегон (США), во время перерыва в работе, обратил внимание на личинку усача. В 1930-годы он перенес идею на металл и изобрел первую крючковую пильную цепь. До сих пор большинство выпускаемых в мире пильных цепей базируется на этом изобретении Джозефа Кокса.



Изучение яйцекладов ос *Apocryta westwoodi*, которые откладывают свои яйца в личинок опыляющих инжир ос агаонид, показало, что кончики яйцекладов покрыты слоем цинка, вследствие чего его твердость соответствует твердости цемента, используемого в зубопротезировании. Механизм проникновения яйцеклада в древесину оказался следующим. Яйцеклад состоит из двух створок. Каждая из них покрыта зубцами, направление которых противоположно движению яйцеклада. Когда зубцы одной створки вонзаются в толщу дерева, другая створка продвигается вперед. Потом эта створка упирается зубцами в стенку хода, а первая продвигается. Благодаря такому быстрому движению, при котором створки поочередно двигаются вперед и закрепляются в древесине, яйцеклад выпиливает в лубе сосны ровный без изгибов и изломов канал глубиной до 20 миллиметров



На основе строения яйцеклада ос был создан нейрохирургический зонд, функционирующий по принципу движения яйцеклада. Силиконовый наконечник этого зонда состоит из двух подвижных частей с микроскопическими зубцами. Это позволяет ему проникать глубоко в ткани мозга, минимально их повреждая. В отличие от обычных жестких хирургических зондов, гибкий зонд с таким наконечником способен проникать через ткани наиболее безопасным для пациента путем, обходя зоны риска, например, при операциях на головном мозге

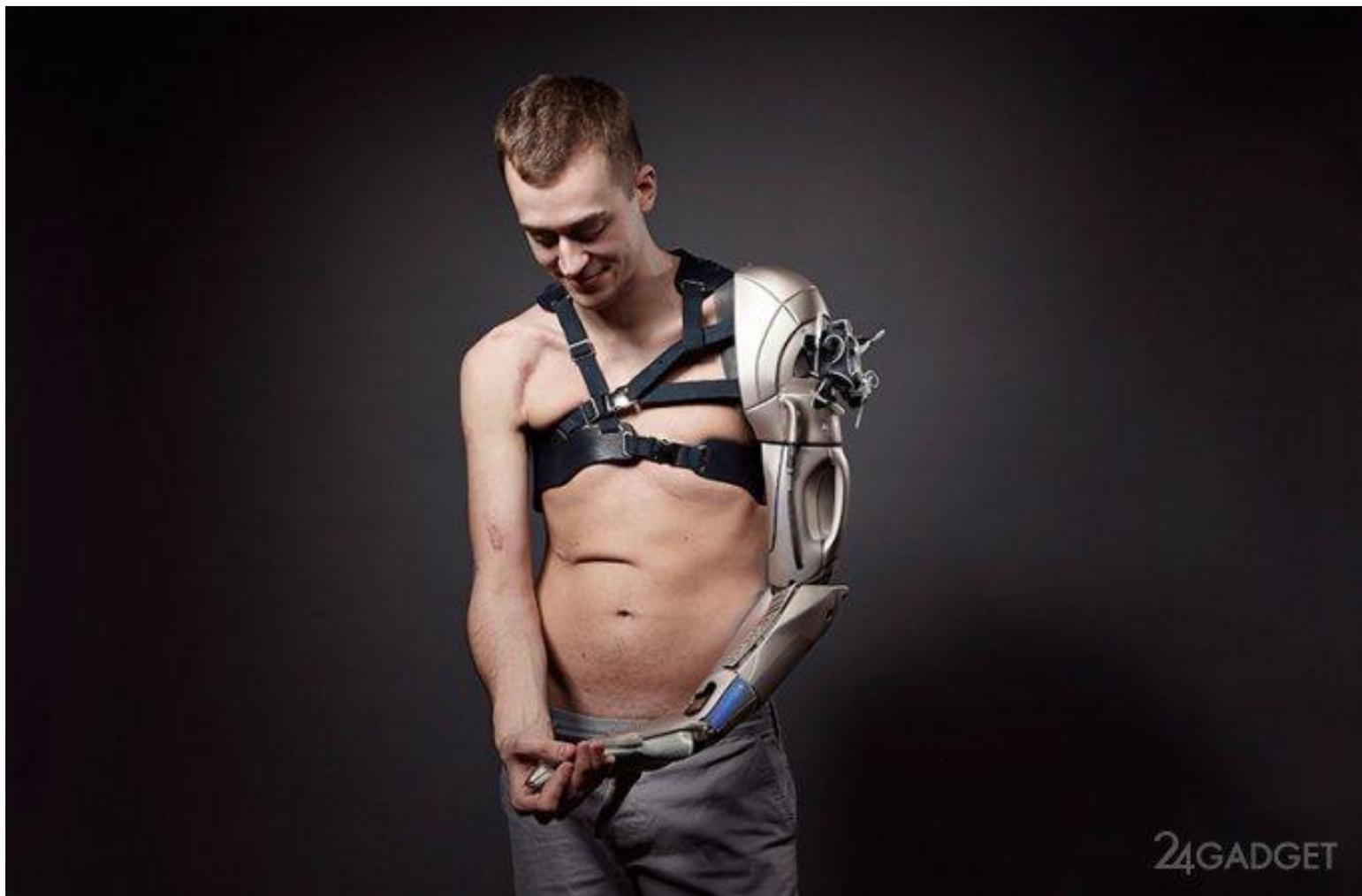


Осы-аммофилы снабжены мощным «отбойным молотком», с помощью которого она роют норки для гнезд. Это удобное устройство включает в себя небольшой воздушный мешочек, расположенный в груди насекомого, для создания пневматического эффекта. Начиная работу, оса активно машет крыльями. Их колебания, попеременно сжимая мешочек, посылают порции воздуха по каналам - «шлангам» к основанию челюстей. Те начинают интенсивно вибрировать. И тогда, стоит осе прикоснуться ими к камешку, плотно спаянному глиной, как он отлетает в сторону.

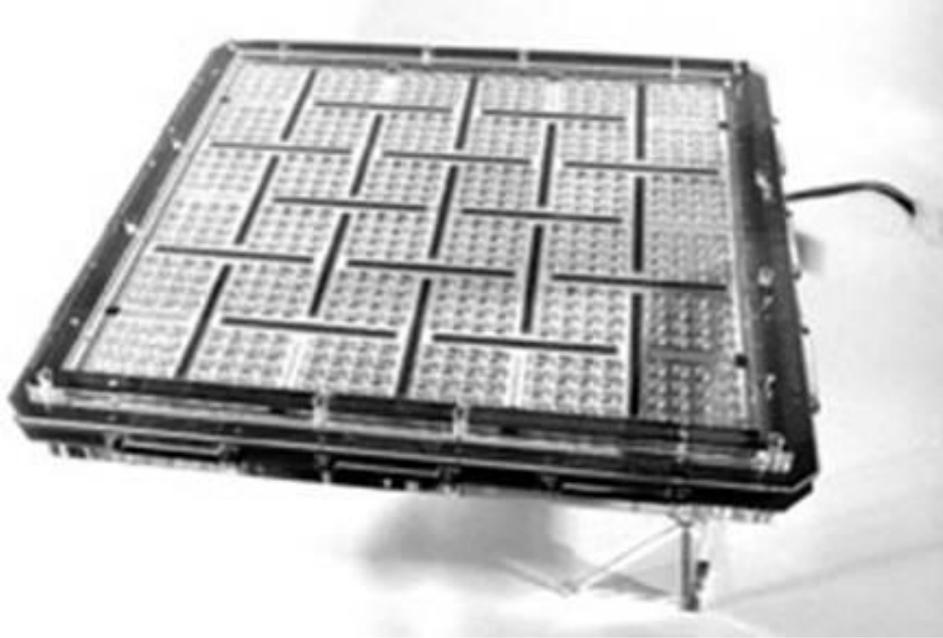
Водяной паук-серебрянка - единственный среди пауков, который ведет полностью водный образ жизни. Однако легкие этого паука не позволяют ему дышать кислородом под водой — в пруду, где он живет. Серебрянка вынужден ткать своеобразный «водолазный колокол из шелка» раструбом вниз и наполнять его воздухом, многократно поднимаясь на поверхность воды. Чтобы забрать воздух, он поворачивается головой вниз и использует свои лапки для захвата малюсеньких шариков воздуха, который застревает на миллионе волосков, покрывающих их. Каждый раз он переносит немного воздуха в свое жилище и притом остается совершенно сухим после этого путешествия благодаря своему воздушному манто.



Аппарат для погружения Карла Линнея (1797 год) и паук-серебрянка.



В медицине широко используются установка бионических протезов. Их основной принцип заключен в том, что нервы, когда-то отвечавшие за уже ампутированную ногу или руку, соединяются с оставшимися на конечности мышечными тканями. Они-то и передают сигналы на протезные электронные датчики. После того как у человека удалили конечность, в его теле остаются нервы, отвечающие за двигательную активность. Врачи с помощью сложной хирургической операции соединяют их с зонами наиболее крупных мышц. Двадцатилетнему инвалиду из Великобритании Джеймсу Янгу был установлен бионический протез руки. Бионическая рука весит 4.7 кг и работает от встроенного аккумулятора. Управление протезом осуществляется с помощью многочисленных сенсоров, которые реагируют на напряжение конкретных мышц плеча.



В октябре 2003 г. в исследовательском центре Хегох в Пало Альто разработали новую технологию подающего механизма для копиров и принтеров. В устройстве AirJet разработчики скопировали поведение стаи термитов, где каждый термит принимает независимые решения, но при этом стая движется к общей цели, например, построению гнезда.

Применение бионики для создания технических приспособлений

Техническое
приспособление это
вспомогательное
техническое устройство



Довольно простым примером проявления бионики является изобретение шарниров. Всем знакомое крепление, основанное на принципе вращения одной части конструкции вокруг другой. Такой принцип используют морские ракушки, для того чтобы управлять двумя своими створками и по надобности открывать их или закрывать. Тихоокеанские сердцевидки-великаны достигают размеров 15-20 см. Шарнирный принцип в соединении их ракушек хорошо просматривается невооружённым взглядом.



Квакши это древесные лягушки. Их характерной чертой является наличие на кончиках пальцев своеобразных дисков-присосок, выделяющих при надавливании клейкую лимфу. Мышцы пальцев уплощают диски, вытесняя из-под них воздух, за счёт чего происходит прилипание лягушки к любым поверхностям. Присасывающая сила дисков настолько велика, что квакши без усилий могут держаться даже на гладких вертикальных поверхностях (например, на стекле террариума) или вверх брюхом. Показана квакша на стекле. Обувь мойщиков небоскребов сделана по подобному принципу.

免钻免钉

取用顺手



Осьминог имеет восемь длинных щупалец — «рук», каждая из которых имеет от одного до трёх рядов присосок. На всех восьми щупальцах взрослого осьминога их около 2000, каждая из которых обладает держащей силой около 100 г.

Присоски необходимы осьминогу для тесного контакта со своими жертвами. Всевозможные присоски, используемые в быту, сконструированы по принципу присосок осьминога.



Есть масса других примеров технических приспособлений, сконструированных на основе природных прототипов. Например, грейферный экскаватор и лапа скопы - крупной хищной птицы (длина 55—58 см, размах крыльев 145—170 см), питающейся рыбой.



Клещи и личинка муравьиного льва, питающаяся муравьями, пауками и другими насекомыми.



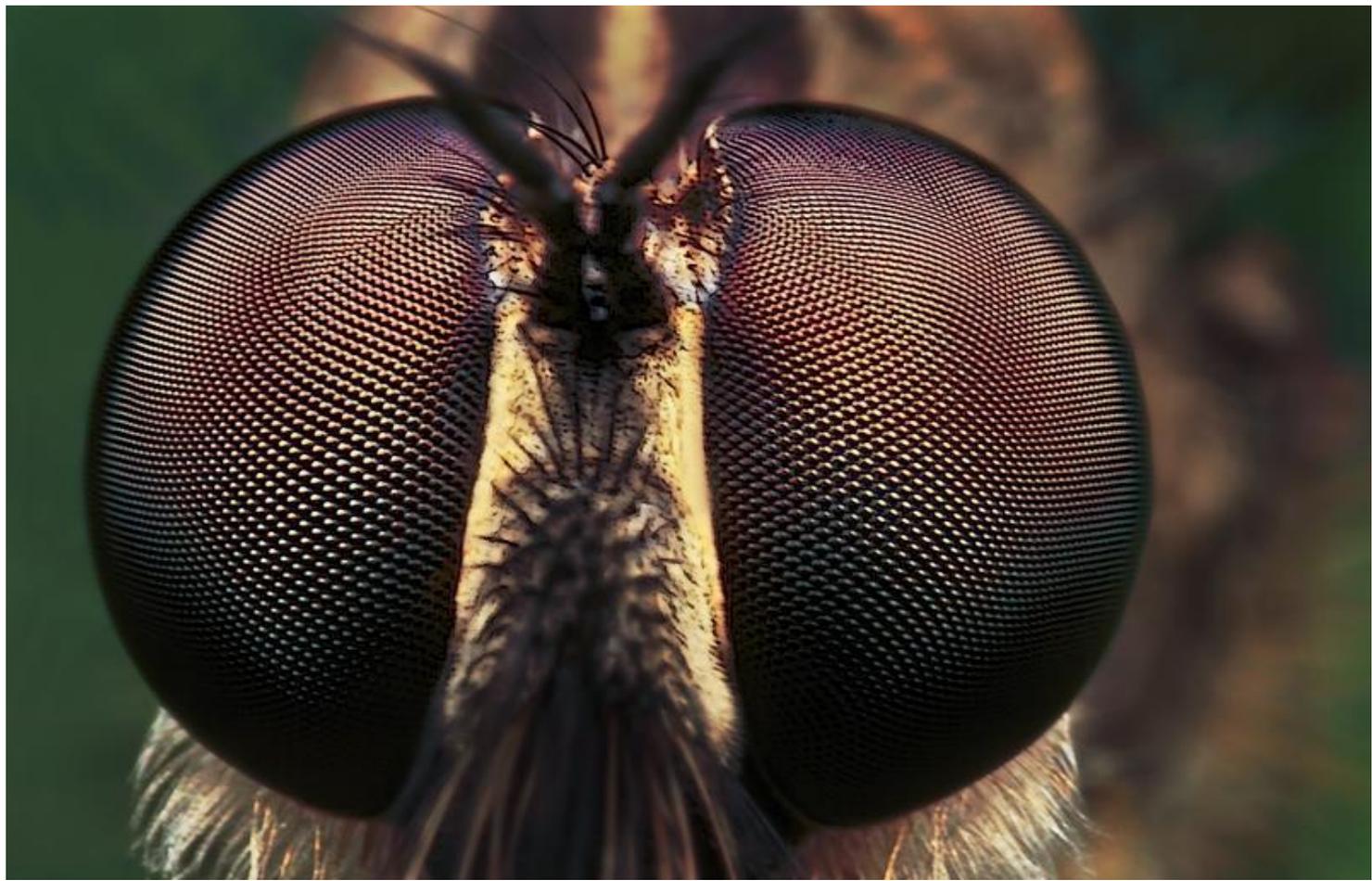
Операционные ножницы и клюв веретенника, болотной птицы, питающейся водными насекомыми.

Применение бионики для создания приборов

Приборы - это аппараты, предназначенные для управления машинами, устройствами, для регулирования технологических процессов, вычислений и т.п. Их широко распространенными видами являются **датчики** (чувствительные элементы, приемники, преобразующие параметры среды в пригодный для технического использования сигнал, обычно электрический) и **анализаторы** (устройства для определения состава и свойств каких-либо веществ).

Взаимодействие любых живых существ с окружающим их миром происходит с помощью органов чувств. Если взять человека, то этих чувств пять: глаза (орган зрения), уши (орган слуха), нос (орган обоняния), кожа (орган осязания), язык (орган вкуса). Каждый из органов чувств реагирует на определённые раздражители окружающей среды. Одни могут воспринимать раздражения на расстоянии (например, органы зрения, слуха, обоняния); другие органы (вкусовые и осязания) — лишь при непосредственном контакте.

У многих животных имеются различные датчики-анализаторы, преобразующие энергию внешних стимулов (тепловую, световую, механическую) в энергию нервных импульсов. По миниатюрности и чувствительности эти анализаторы пока далеко превосходят свои технические аналоги. В таких случаях целесообразно «взять на вооружение» способности животных, используя методы фиксации ими раздражителей в конструкции различных приборов.



Фасеточные глаза насекомых состоят из множества (иногда тысяч) особых структурных единиц — омматидиев, имеющих вид узких, сильно вытянутых конусов, сходящихся своими вершинами в глубине глаза, а своими основаниями образующих его сетчатую поверхность. Каждый омматидий имеет крайне ограниченный угол зрения и «видит» лишь тот крошечный участок находящегося перед глазами предмета, на который направлено продолжение оси данного омматидия; но поскольку омматидии тесно прилегают друг к другу, а их оси расходятся лучеобразно, то сложный глаз охватывает предмет в целом. У фасеточных глаз большой угол обзора (достигающий почти 360° у отдельных видов, за исключением мертвой точки прямо позади тела). Исследователи пытаются поставить фасеточные глаза на службу современным технологиям, изобретая разнообразные датчики. Показан глаз мухи.



На основе изучения фасеточного глаза мухи был создан прибор для определения скорости летящих самолетов. Глаза мухи позволяют ей видеть не одно, а множество изображений какого либо предмета. Когда этот предмет движется, он как бы переходит из одного изображения в другое, что, в свою очередь, дает возможность с большой точностью определять скорость его перемещения. Ключевая роль здесь принадлежит нейронам – детекторам движения. Они оценивают относительную скорость прохождения по сетчатке объектов, находящихся вокруг. Прибор, работающий по принципу устройства глаз этого насекомого, получил название «глаз мухи».



Устройство уха тюленя подсказало идею изобретения гидрофона.



Во время первой мировой войны английский флот нес огромные потери из-за германских подводных лодок. Необходимо было научиться их обнаруживать и выслеживать. Для этой цели создали специальные приборы — гидрофоны. Эти приборы должны были находить подводные лодки противника по шуму гребных винтов. Их установили на кораблях, но во время хода корабля движение воды у приемного отверстия гидрофона создавало шум, который заглушал шум подводной лодки. Физик Роберт Вуд предложил инженерам поучиться... у тюленей, которые хорошо слышат при движении в воде. В итоге приемному отверстию гидрофона придали форму ушной раковины тюленя, и гидрофоны стали "слышать" даже на полном ходу корабля.



Исследования анализаторных систем животных показывают, что они намного превосходят существующие технические устройства. Например, термочувствительный орган гремучей змеи различает изменения температуры в 0,001 градуса;



Электрические скаты известны своей способностью производить электрический заряд, напряжение которого (в зависимости от вида) колеблется от 8 до 220 вольт. Скаты используют его в обороне и могут оглушить добычу или врага. Они обитают в тропических и субтропических водах всех океанов. Электрический орган рыб (скатов, электрических угрей) воспринимает потенциалы в 0,01 микровольта.



Многие живые организмы имеют такие анализаторные системы, которых нет у человека. Например, у кузнечиков на 12-м членике усиков есть бугорок, воспринимающий инфракрасное излучение.



Устройство, воспринимающее радиоактивное излучение, имеют улитки, муравьи и термиты.



Впервые ученые заметили, что птицы чувствительны к магнитному полю Земли, в конце XIX века. Позже произошли две мировые войны, в ходе которых для доставки важных сообщений активно использовали почтовых голубей. За время Второй мировой войны союзники доставили на европейский континент 16?000 почтовых птиц. Лишь 1% сообщений, отправленных с голубями, были зашифрованы — птицы настолько точно находили своих адресатов, что в дополнительных мерах осторожности не было необходимости.



Многие животные воспринимают инфра- и ультразвуковые колебания: совы, летучие мыши, дельфины, киты, большинство насекомых и т. д.



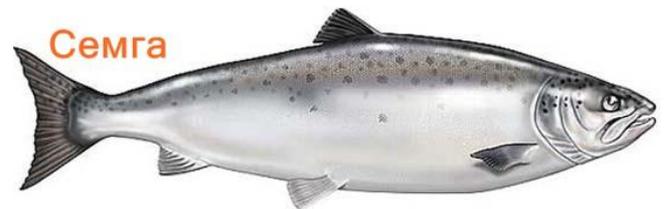
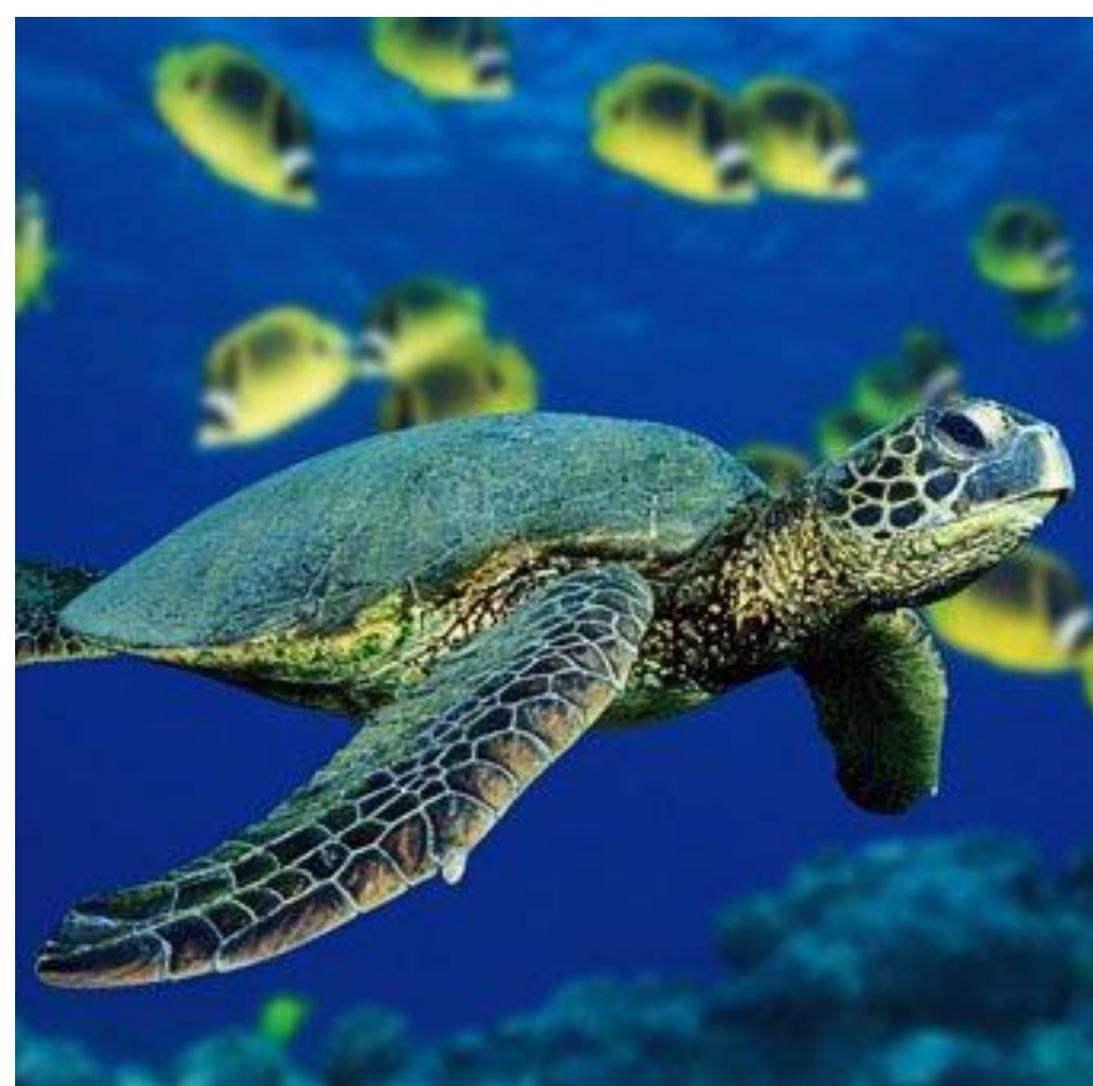
Глаза пчелы реагируют на ультрафиолетовый свет, таракана — на инфракрасный



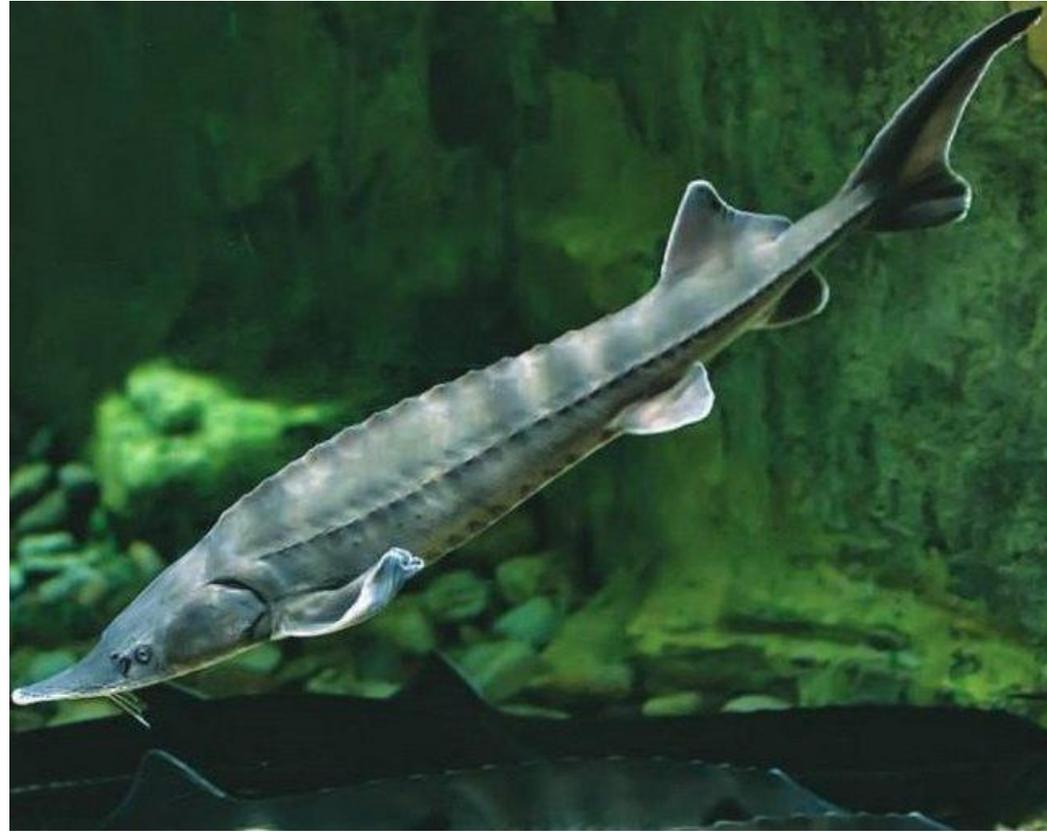
Есть еще многие системы ориентации в пространстве, устройство которых пока не изучено: пчелы и осы хорошо ориентируются по солнцу.



Самцы бабочек (например, **ночной павлиний глаз** - слева, **бражник мертвая голова** - справа) отыскивают самку на расстоянии 10 км.



Морские черепахи и многие рыбы (угри, осетры, лососи) уплывают на несколько тысяч километров от родных берегов и безошибочно возвращаются для кладки яиц и нереста к тому же самому месту, откуда сами начали свой жизненный путь. Предполагается, что у них есть две системы ориентации — дальняя, по звездам и солнцу, и ближняя — по запаху (химизм прибрежных вод).



Угри живут в реках и озерах, могут переползать по земле в другие водоемы. Размножаются в океане. Нерестятся в районе Атлантического океана, между Бермудскими и Багамскими островами (Саргассовое море). Большая часть видов осетровых – также проходные рыбы, входящие весной из морей в реки для нереста. Некоторые виды - пресноводные, живущие в реках или входящие в реки для нереста из озёр, в которых обычно живут. Все эти виды возвращаются для нереста в места, где они появились на свет.



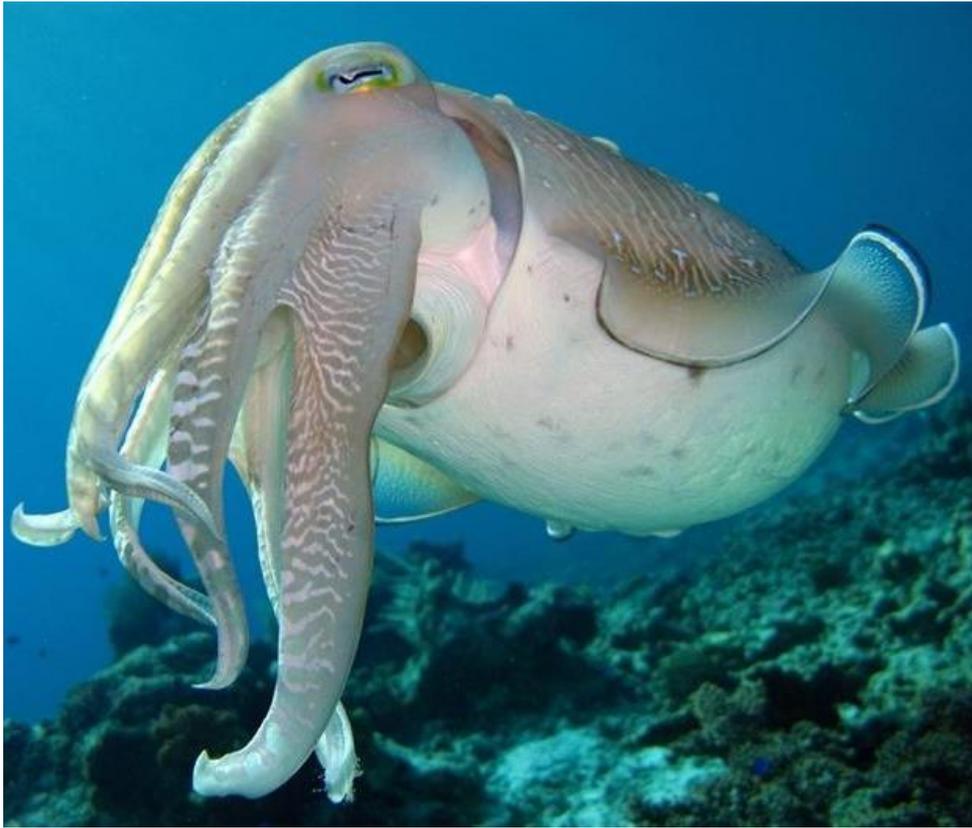
Жужжальца мух это видоизменённые крылья. При полёте насекомого жужжальца вибрируют в противофазе крыльям. Они предназначены для регистрации вращения тела насекомого в процессе полета. Во время полёта жужжальца определяют отклонение от горизонтального положения и при утрате жужжалец насекомые теряют способность к полёту и удержанию равновесия. Характерный звук летящей мухи или комара возникает благодаря вибрирующим жужжальцам.



На принципе жужжальца был создан прибор гиротрон, применяемый в скоростных самолётах и ракетах для определения действительных углов отклонения от заданной траектории полета.



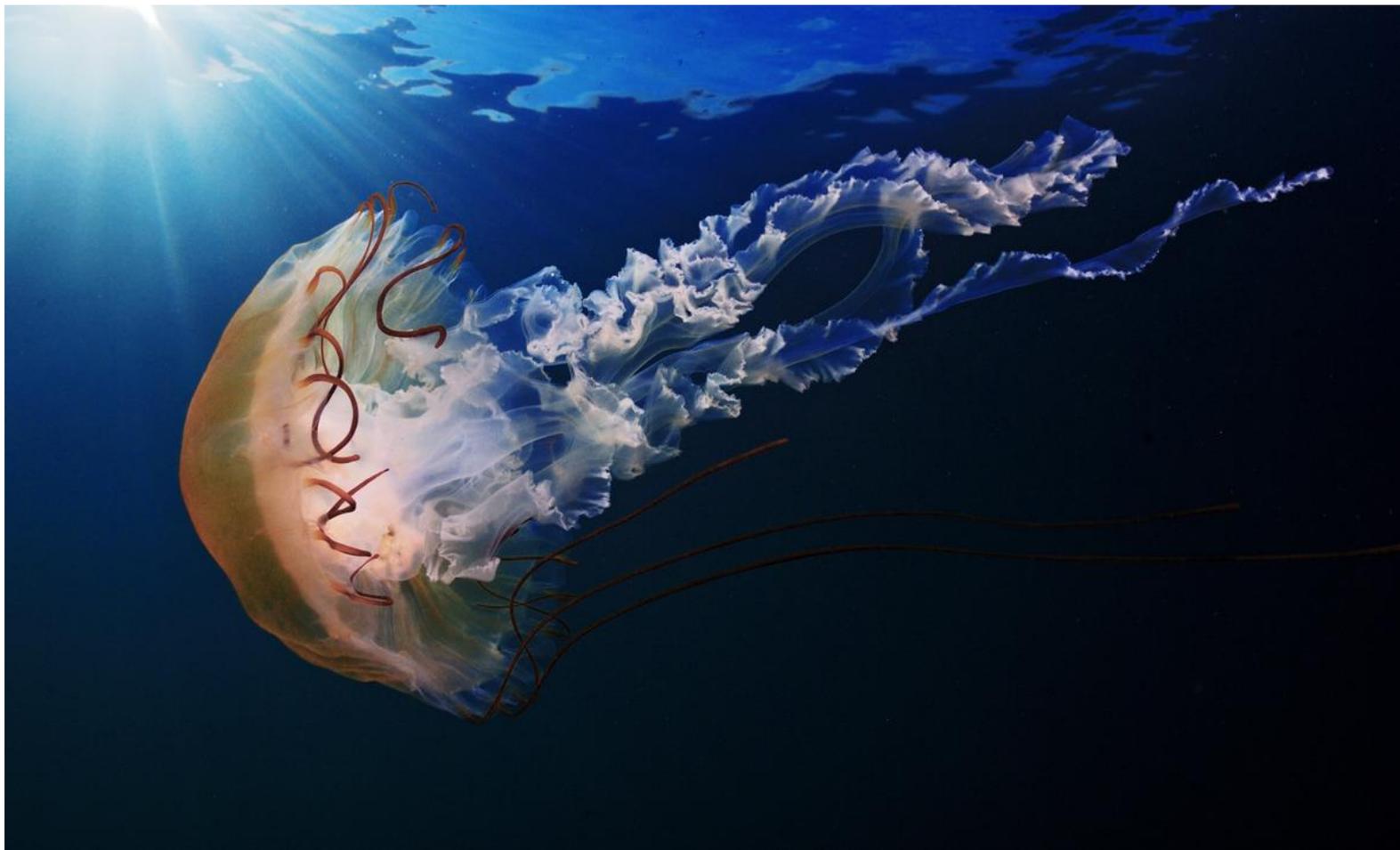
Реактивное движение, используемое в самолетах, ракетах и космических снарядах, свойственно также головоногим моллюскам – осьминогам, кальмарам, каракатицам. Наибольший интерес для техники представляет реактивный движитель кальмара. Мышечная ткань – мантия окружает тело моллюска со всех сторон, объем ее составляет почти половину объема его тела. При реактивном способе плавания животное засасывает воду внутрь мантийной полости через мантийную щель. Движение кальмара создается за счёт выбрасывания струи воды через узкое сопло (воронку). Оно снабжено специальным клапаном, и мышцы могут его поворачивать, чем достигается изменение направление движения.



Такие головоногие моллюски как – осьминоги, и каракатицы также используют реактивное движение.



Водомёт - судовой движитель, у которого сила, движущая судно, создается выталкиваемой из него струей воды. Инженеры создали движитель, подобный движителю кальмара: это водомёт, действующий при помощи обычного бензинового или дизельного двигателя. Они особенно удобны на реках с перекатами и мелями.



Многие растения и животные обладают способностью «чувствовать» некоторые явления природы и её воздействие, которые человек даже не замечает. Так, задолго до начала шторма медузы спешат укрыться в безопасном месте. Оказывается, сигналом к этому служат инфразвуки частотой 3-13 Гц, возникающие от трения волн о воздух. Интенсивные инфразвуковые колебания, образующиеся над поверхностью моря при сильном ветре в результате вихревых процессов у гребней волн, распространяются быстрее штормового фронта. Медузы воспринимают эти колебания. В результате изучения данного явления был сконструирован прибор, позволяющий определить направление шторма и силу задолго до его начала (примерно за 15 часов).

Применение бионики для создания новых материалов

Материалы - это вещества или смеси веществ, из которых изготавливается продукция



В пустыне Намиб (Южная Африка) обитает такой жук. Это одно из наиболее сухих мест на земном шаре, выпадает только 1,4 см дождя в год. Однако этот жук там живет, добывая влагу из утренних туманов.

В южноафриканской пустыне Намиб обитают жуки *Onymacris unguicularis*. Они обладают способностью собирать влагу из тумана, приносимого по утрам ветром с моря вглубь пустыни. Для этого жуки забираются на гребни высоких дюн, поднимают брюшко кверху по направлению к ветру и опускают голову вниз. В таком положении, они ожидают, пока туман осядет на выступах надкрыльев и стечет по центральному желобку вдоль шва надкрыльев к ротовым органам. Получаемая таким образом влага составляет до 40 % веса тела.

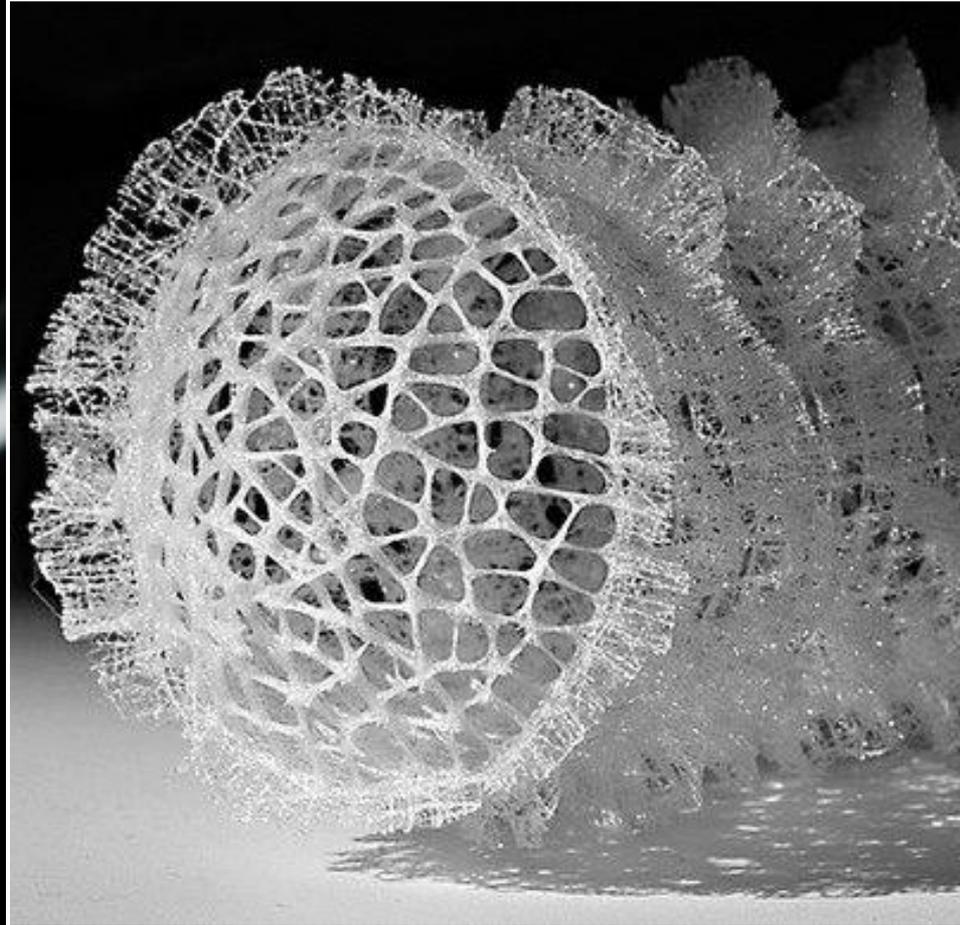
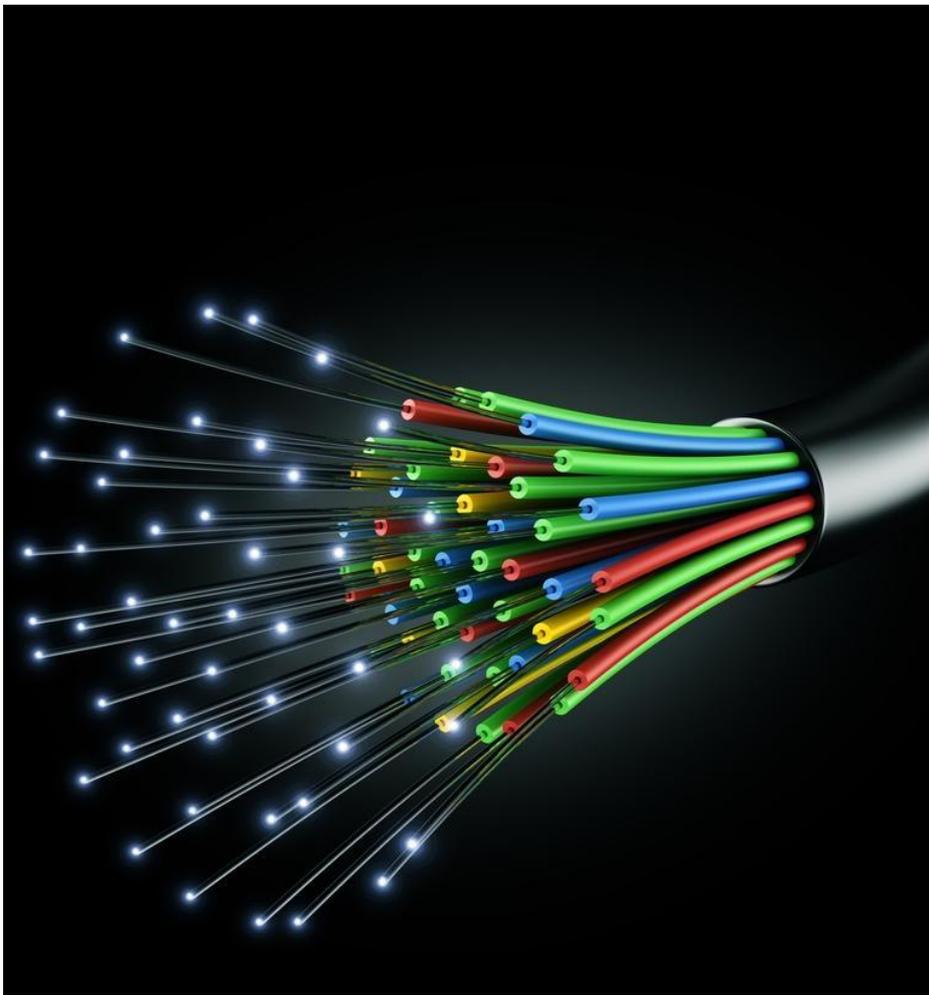
Почему надкрылья жука задерживают капли воды и позволяют им быстро стекать, а не испаряться или уноситься с ветром? При использовании электронного микроскопа было обнаружено, что шероховатые крылышки жука усыпаны маленькими бугорками, плоские верхушки которых покрыты неким гидрофильным веществом. А склоны этих бугорков изобилуют микроскопическими канальцами, покрытыми водоотталкивающим воском. Поэтому мельчайшие капельки воды, попадая на бугорки вследствие электростатического притяжения к гидрофильному веществу, не испаряются и не уносятся ветром. По достижении капель определенного размера, она вследствие гравитации катится жуку в рот благодаря водоотталкивающим скатам бугорков.

Возник вопрос, а нельзя ли создать материал, напоминающий надкрылья этого жука? Проблема была решена следующим образом. Стеклянную поверхность покрыли очень маленькими стеклянными шариками, умащенными воском, и нанесли на верхушки получившихся бугорков спирт, обеспечивающий гидрофильность. В результате независимо от температуры поверхности на ней легко собирается роса, причем очень эффективно. Позднее была создана текстильная ткань с подобными свойствами.



Изучение гидродинамических особенностей строения китов и дельфинов помогло создать особую обшивку торпед и подводной части кораблей, которая обеспечивает повышение скорости на 20–25% при той же мощности двигателя. Называется эта обшивка ламинфло и, аналогично коже дельфина, она не смачивается и имеет эластично-упругую структуру, что устраняет турбулентные завихрения.





Исследователи из Bell Labs обнаружили, что в глубоководных морских губках содержится оптоволокно, по свойствам очень близкое к самым современным образцам волокон, используемых в телекоммуникационных сетях. Ученые были поражены тем, насколько близкими оказались структуры природных оптических волокон к тем образцам, что разрабатывались в лабораториях.



«Кожа без жертв» (Victimless Leather) - так назвали свою программу учёные из Университета Западной Австралии. В рамках программы они вырастили... сюртучок из живой человеческой кожи. Смысл программы состоит в том, чтобы научиться выращивать кожу для производства одежды и кожгалантереи.

Применение бионики для строительства сооружений

**Сооружения - объекты,
возникшие в результате
целенаправленной
строительной деятельности
человека**



Показаны термитники в Африке

Надземные части термитников создаются из песка, глины, переработанной целлюлозы и т.д., скреплённых слюной рабочих-термитов. Термитник надстраивается постоянно, пока жива колония обитающих в нем термитов. Самый крупный известный термитник имеет высоту 12,8 м. Наружные стены термитника водонепроницаемые для предотвращения затопления тропическими ливнями. Они достигают толщины 20 - 30 см, но имеют небольшие отверстия для вентиляции. Внутреннее пространство конуса пронизано большим количеством ходов, выполняющих функцию водоснабжения, водоотведения и вентиляции, воздух здесь увлажняется и охлаждается, поскольку термиты и особенно яйцекладущая самка очень чувствительны к влажности воздуха.

Термиты чётко ориентируют положение своих строящихся «небоскрёбов» по сторонам света. Восточные и западные «фасады» их «зданий» более широкие, слабые лучи утреннего и вечернего Солнца лишь незначительно прогревают «постройку». Узкая поверхность термитника всегда ориентирована на жаркое полуденное Солнце.

Вертикальные и боковые вентиляционные шахты и проходы «спроектированы» так, чтобы наилучшим образом ловить освежающие ветры и избавляться от излишков тепла. Проходы, в которые начинает задуть знойный ветер термитами временно блокируются.



Торговый центр Eastgate в Хараре (Зимбабве)

Первым зданием, при строительстве которого использовались строительные технологии термитов, можно назвать торговый центр Eastgate в Хараре (Зимбабве). Пассивная система вентиляции обеспечивает комфортные условия в здании при минимальном количестве затрачиваемой электроэнергии.

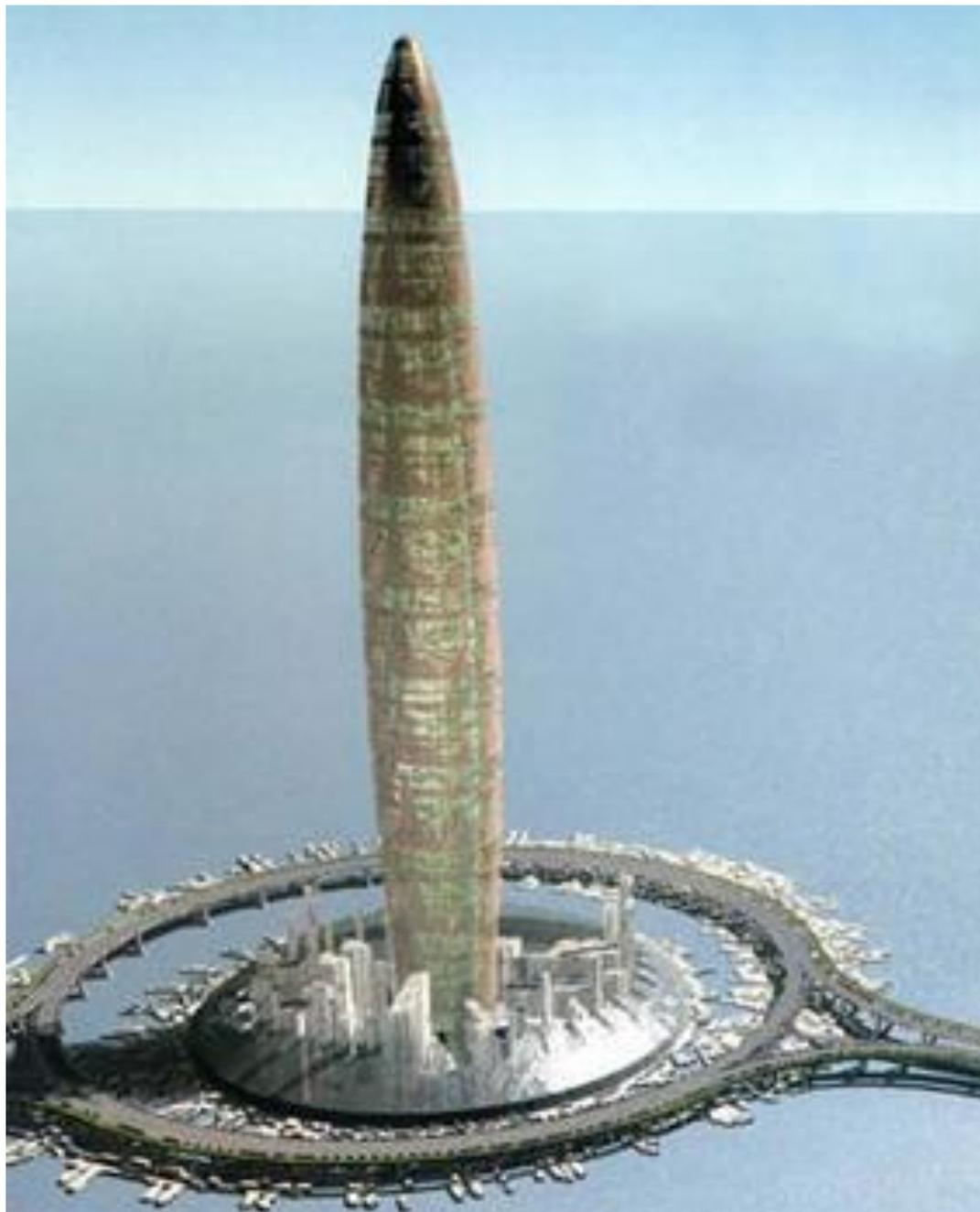
Эффективность этих технологий настолько высока, что торговый комплекс Истгейт не требует использования кондиционеров. Это позволило избежать затрат в 3.5 млн долларов США, которые потребовались бы на покупку оборудования для кондиционирования воздуха.

Соответственно это снизило расход электроэнергии.

Торговый центр использует лишь 35% энергии, необходимой для регулирования температуры, по сравнению с другими зданиями аналогичного размера, Стоимость аренды в нем на 20% ниже, чем в близлежащих зданиях



Зеленая часть кипариса состоит из мелких чешуйчатых мембран, сквозь которые проходит ветер любой силы, а он и не шелохнётся. Его корневая система заглублена всего на 50 сантиметров, но невероятно разветвлена и по своему строению напоминает губку. С каждым новым сантиметром ствола появляется, уходя чуть в сторону от уже существующего, новый отросток корня. Выкорчевать или свалить кипарис чрезвычайно сложно.



По принципу кипариса проектируется бионическая башня в Шанхае. Ее высота - 1,228 метров, она будет иметь 300 этажей и общую площадь - 2 миллиона квадратных метров. Диаметр башни, который имеет форму кипариса, в самой широкой точке - 166 на 133 метра, у основания - 133 на 100. Город будет покоиться на искусственном плоском острове, помещённом в искусственное же озеро. Искусственный остров у основания будет в 1 км в диаметре, а озеро призвано амортизировать подземные толчки. Всего же в башне будет 12 вертикальных кварталов, в среднем по 80 метров в высоту каждый, а между ними - перекрытия-сдержки, которые станут своеобразной несущей конструкцией для каждого очередного уровневых кварталов.



Антони Пласид Гильем Гауди-и-Корнеет (1852-1926) — каталонский архитектор, который первым стал применять принципы бионики в архитектуре. Например, в сооруженном им доме Мила, нет ни одного прямого угла, а окна и балконы напоминают вырубленные пещеры. Крышу этого дома украшают каменные цветы. Кстати, на крыше дома происходит часть действия одного из наиболее знаменитых фильмов великого итальянского кинорежиссёра Микеланджело Антониони «Профессия: репортер» (1975).



Сантьяго Калатрава (родился в 1951 г.) – это один из наиболее выдающихся архитекторов и инженеров нашего времени, который продолжил и развил традиции «бионического» направления в мировой архитектуре. Многие спроектированные им здания и сооружения имеют природные прототипы.



Музей науки в Валенсии (Испания) разместился на участке площадью около 4,5 га. Его объем строится на ритмичном чередовании несущих конструкций, которые в своей совокупности напоминают скелет кита, объединенный стеклянной плоскостью. Это обеспечило оптимальное освещение внутреннего пространства музея. В качестве прообраза для конструктивной системы и внешнего облика Музея науки Калатрава выбрал скелет синего кита, блювала (*Balaenoptera musculus*). Здание великолепно как с позиций зрительного восприятия, так и по своим «органическим» пропорциям, оптимальной схеме функционального зонирования.



Стебли злаковых растений способны выдерживать большие нагрузки и при этом не ломаться под тяжестью соцветия. В большинстве случаев в строении стебля хорошо выделяются узлы (вздутия в местах прикрепления листьев) и междоузлия (участки между ними). Механическая ткань, расположенная по периферии стебля, обеспечивает высокую прочность на изгиб. Фабричные трубы сделаны аналогичным образом. Продольная арматура, используемая в них, сходна со склеренхимными тяжами в стебле. Стальные кольца жёсткости – междоузлия. Тонкая кожица с внешней стороны стебля – это аналог спиральной арматуры в строении труб.



Долгое время ходили слухи, что Эйфелева башня построена по чертежам неизвестного арабского инженера. Позже была выявлена полная её аналогия со строением большой берцовой кости человека. расположение ажурных перекладин Эйфелевой башни соответствует строению губчатого вещества головок трубчатых костей.

Другое применение бионики



В 1920 г. Рауль Франсе создал солонку прообразом послужила коробочка макового цветка



Жорж де Местраль привык после прогулки с собакой снимать с её шерсти головки репейника. Однажды он рассмотрел их под микроскопом, благодаря которому увидел крохотные крючки, с их помощью головки цепляются за шерсть собак. Так у де Местраля появилась идея застёжки-липучки. На её реализацию у инженера ушли годы проб и ошибок, в результате которых изобретатель понял, что липучки лучше всего делать из нейлона. В 1955 г. он смог наконец запатентовать своё изобретение (идея изобретения пришла в 1941 г.).



Достоверно неизвестно, знал ли об этом изобретатель первой в мире застежки-молнии, но принцип «зиппера» уже миллионы лет используют птицы для того, чтобы «латать» свои перышки. Наверняка у многих из вас в детстве было подобранное на улице перо какой-нибудь птицы. И мало кто мог устоять перед соблазном проткнуть его, а потом как ни в чем не бывало погладить двумя пальцами: перо на глазах становилось целым. Так вот птицы, как и производители джинсов и курток, используют микро-крючки для создания гладкой и легко восстанавливающейся поверхности.



Нередко требуется что-то склеить под водой. Личинки многих ручейников делают свои домики путем склеивания песчинок, маленьких камешков, кусочков листьев и веточек и т.д. Группа сотрудников Университета штата Аризона (США) исследовала липкую паутину этих насекомых и установила ее химический состав. Сейчас проводятся работы по созданию такого клея.

В авиации и космонавтике огромное значение имеют противоперегрузочные комбинезоны, предназначенные для повышения устойчивости организма к воздействию перегрузок. Необходимость в них возникла еще в годы Второй мировой войны. У пилотов-истребителей отмечались визуальные проблемы сразу после ускорения во время преследования вражеского самолета. У них возникало выпадение зрительной картинки, так как стремительная переборка крови в нижнюю часть их тела приводила к кислородной недостаточности мозга. Первый противоперегрузочный комбинезон с воздушной подушкой был разработан в Канаде в университете г. Торонто.

Однако в современной сверхзвуковой авиации с ее резко возросшими перегрузками такой комбинезон бесполезен. Выход из положения подсказали стрекозы – единственные насекомые, способные выдерживать перегрузку до 30 g. Объясняется это тем, что органы стрекозы имеют одну особенность: они «плавают» в гемолимфе насекомого, которая циркулирует без вен и артерий.

Сердце стрекозы имеет форму трубки и постоянно приводит в движение, окружающую его и другие органы – они вместе противостоят молниеносным изменениям скорости.

В 1987 г. внимание на это обратил швейцарский военный летчик Андреас Рейнхард. Он решил создать противоперегрузочный комбинезон, функционирующий по такому же принципу. Однако практическая реализация замысла затянулась на многие годы, потому что надо было найти подходящие материалы. В 1996 г. он основал компанию Life Support Systems, а в начале 2000-х годов этой компанией в сотрудничестве с германской компанией Autoflug был выпущен противоперегрузочный комбинезон.



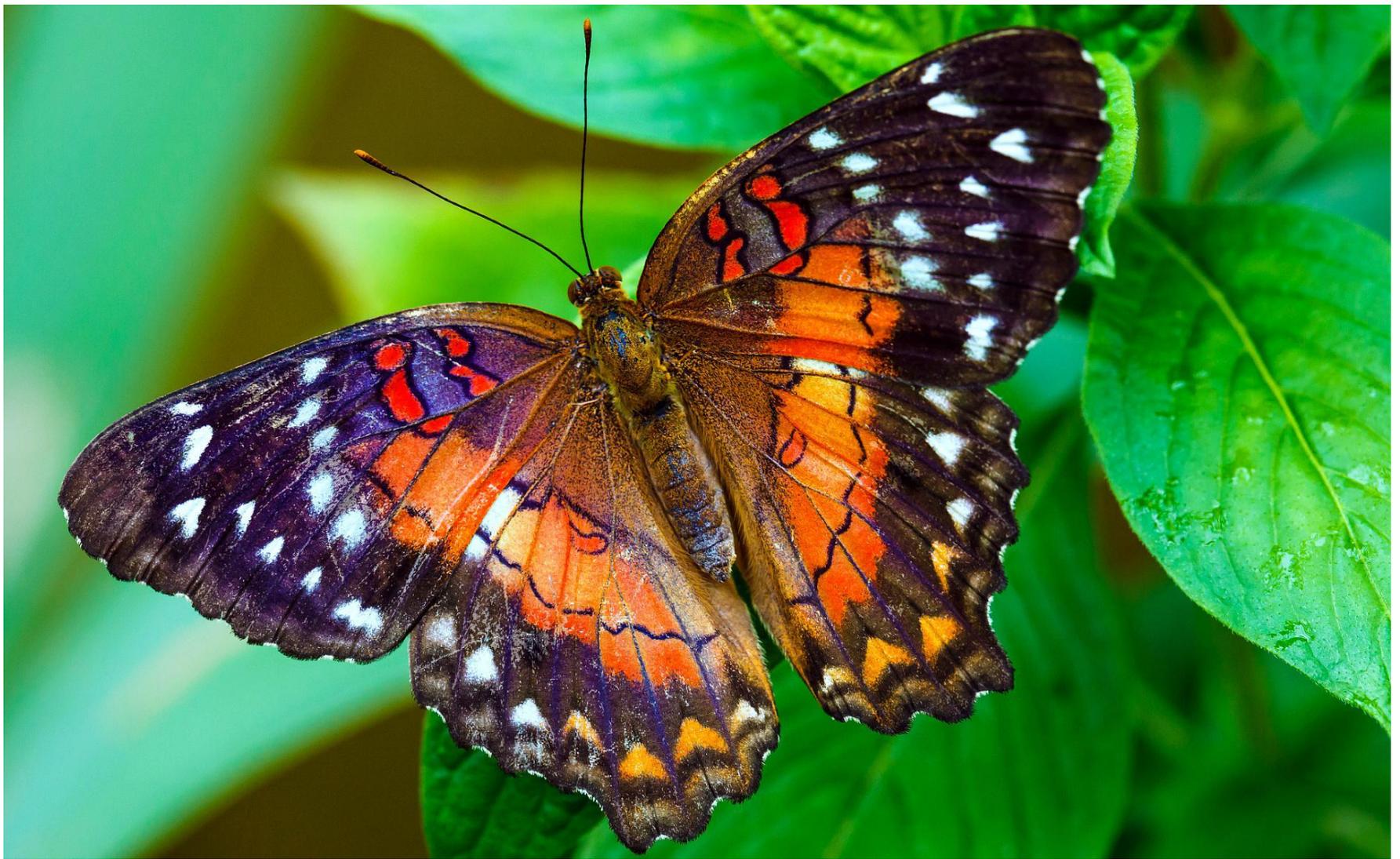
На недеформируемом комбинезоне были размещены маленькие наполненные водой полоски, идущие от плеч до лодыжек. В момент значительного ускорения вода в этих полосках перемещалась по направлению к ногам, оказывая контрэффект давлению на все части тела и перенаправляя кровь вверх, к мозгу. Кроме того, этот комбинезон с запасом воды 2 литра решить проблему питьевой воды в случае экстренного катапультирования. Слово LIBELLE в названии комбинезона по-немецки означает стрекоза. Модель была успешно протестирована при нагрузках до 12 г.



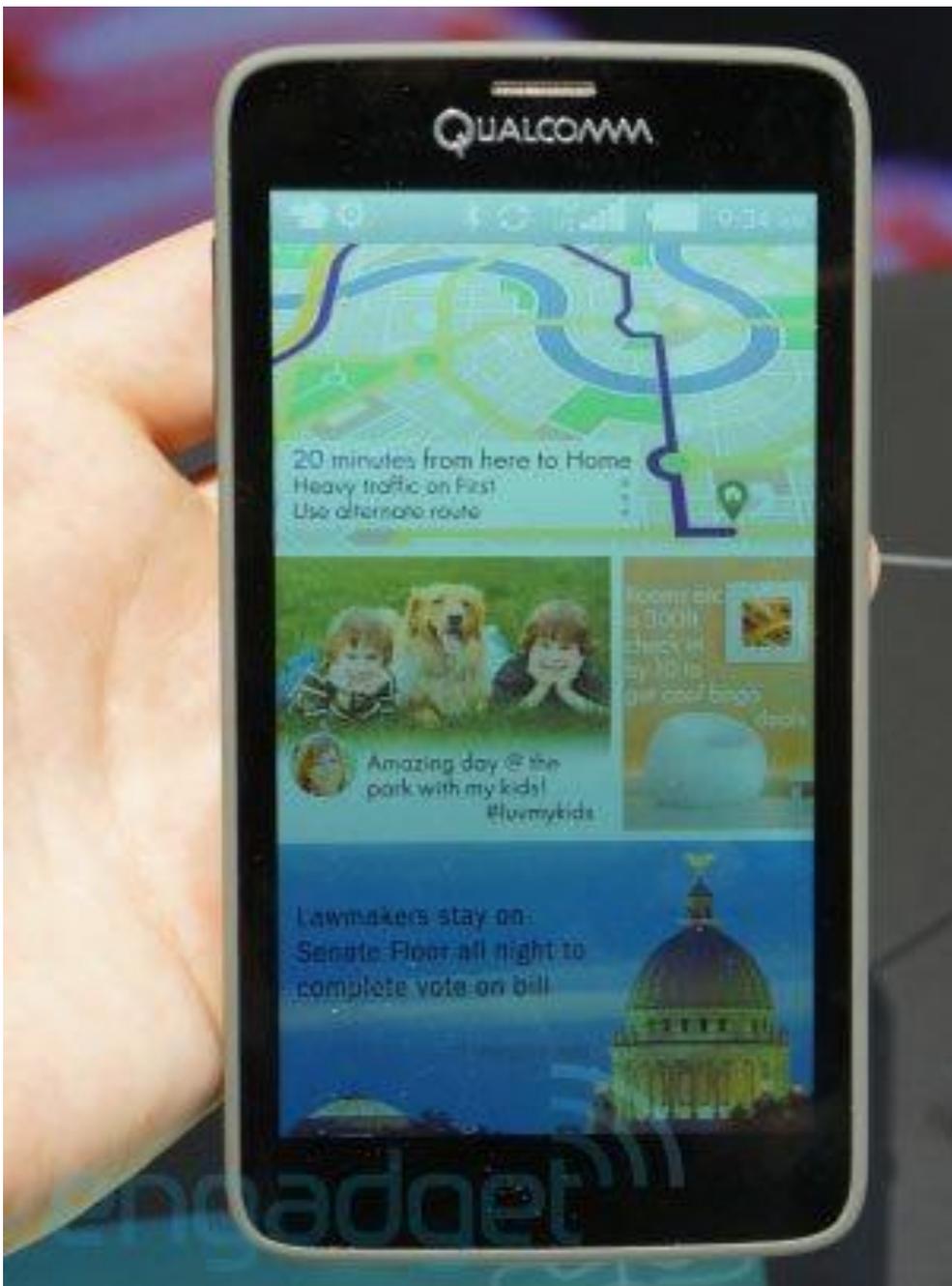
В середине XX в. руководство американской армии стремилось снабдить своих солдат каким-нибудь устройством, позволяющим синхронизировать военные операции. Французский физик Поль Ланжевен, будучи с визитом на швейцарском предприятии Вулкан, производившем часы, сказал своим собеседникам, что проблема эта вполне разрешима: если такие маленькие насекомые, как кузнечик и сверчок, способны производить звук, разносящийся на десятки метров, то и в часах можно добиться такого же эффекта. Их стрекательный аппарат, расположен на верхней кожистой паре крыльев (надкрыльях). Акустические сигналы насекомые издают посредством трения жилки одного надкрылья (рамки или смычка) о другое надкрылье, которое называют зеркальцем.



Это натолкнуло на идею поместить между задней крышкой корпуса и механизмом специальную мембрану, о которую и стучали молоточки устройства будильника, сделанные по образцу стрекательного аппарата насекомого. Герметичная камера между крышкой и мембраной с одной стороны обеспечивала достаточный резонанс для звука, а с другой – создавала эффект «двойной крышки», предохраняющий механизм от влаги. До появления электронных устройств эти часы были очень популярны. Особенно знамениты они стали в США, где ими пользовались четыре президента страны: Гарри Трумэн, Дуайт Эйзенхауэр, Линдон Джонсон и Ричард Никсон.



Окраска крыльев бабочек может быть пигментной (зависит от содержащихся пигментов), оптической (зависит от преломления света) и комбинационной (сочетающая два предыдущих типа окраски). Яркая окраска крыльев некоторых тропических бабочек контролируется двумя основными механизмами: диффузным отражением падающего света от мультислоёв и спектральной фильтрацией внутреннего пигмента. Эти переливы света за счет явлений световой интерференции и дифракции называют иризацией. Благодаря этому свойству при взмахах крылья бабочек меняют цвета при малейшем переливе света.



На этом свойстве бабочек основана концепция дисплея нового типа – использующего отраженный солнечный свет и не требующего дополнительной подсветки. Дисплей на основе интерферометрической модуляции – технология формирования изображения от компании Qualcomm, известная под названием Мирасол. В ее основе лежит идея формирования цветного изображения методом интерференции световых волн. Такой экран точно передает цвета, а разрешение изображений выше, чем на обычных экранах. К тому же он потребляет десятую часть энергии, необходимой для работы жидкокристаллического экрана, так как зеркало отражает окружающий свет, а не искусственный белый свет, испускаемый источником позади экрана. Именно поэтому данная технология широко используется в мобильных телефонах, ведь обычные экраны потребляют примерно 30% всей энергии телефонных аккумуляторов.



Это же свойство крыльев бабочек может найти применение в полиграфии. Сотрудники Кембриджского университета изучали индонезийскую бабочку парусник Блюме *Papilio blumei*, крылья которой состоят из сложных микроскопических структур, напоминающих картонные коробки для яиц. Они выяснили, что причиной их яркой окраски являются отнюдь не пигменты – цвета создаются лучами света, которые отражаются от микроскопических чешуек на крыльях насекомых.



Путём использования комбинации различных нанотехнологических процедур они создали структурно идентичную копию чешуи бабочек, которая воспроизвела те же яркие цвета, которые можно наблюдать на их крыльях. Результаты исследования могут быть применены в сфере печатания ценных бумаг. Эти искусственные структуры могут быть использованы для зашифровки данных в оптических подписях на банкнотах, кредитных карточках и других ценных предметах с целью защиты их от подделки.

Таким образом, использование принципов функционирования живых организмов для разработки различных технологий и их применения в человеческой деятельности, очень широко. Здесь надо отметить, что порой человек вначале что-то изобретает и лишь потом находит природный аналог этого изобретения. Таким примером, в частности, является решение проблемы флаттера в авиастроении. Иногда, подсматривая в природе, человек делает совершенно иное, ничего общего не имеющее с прототипом, но внешне похожее на него (летающие механические роботы).