

# Бионические пары (продолжение 3)



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.



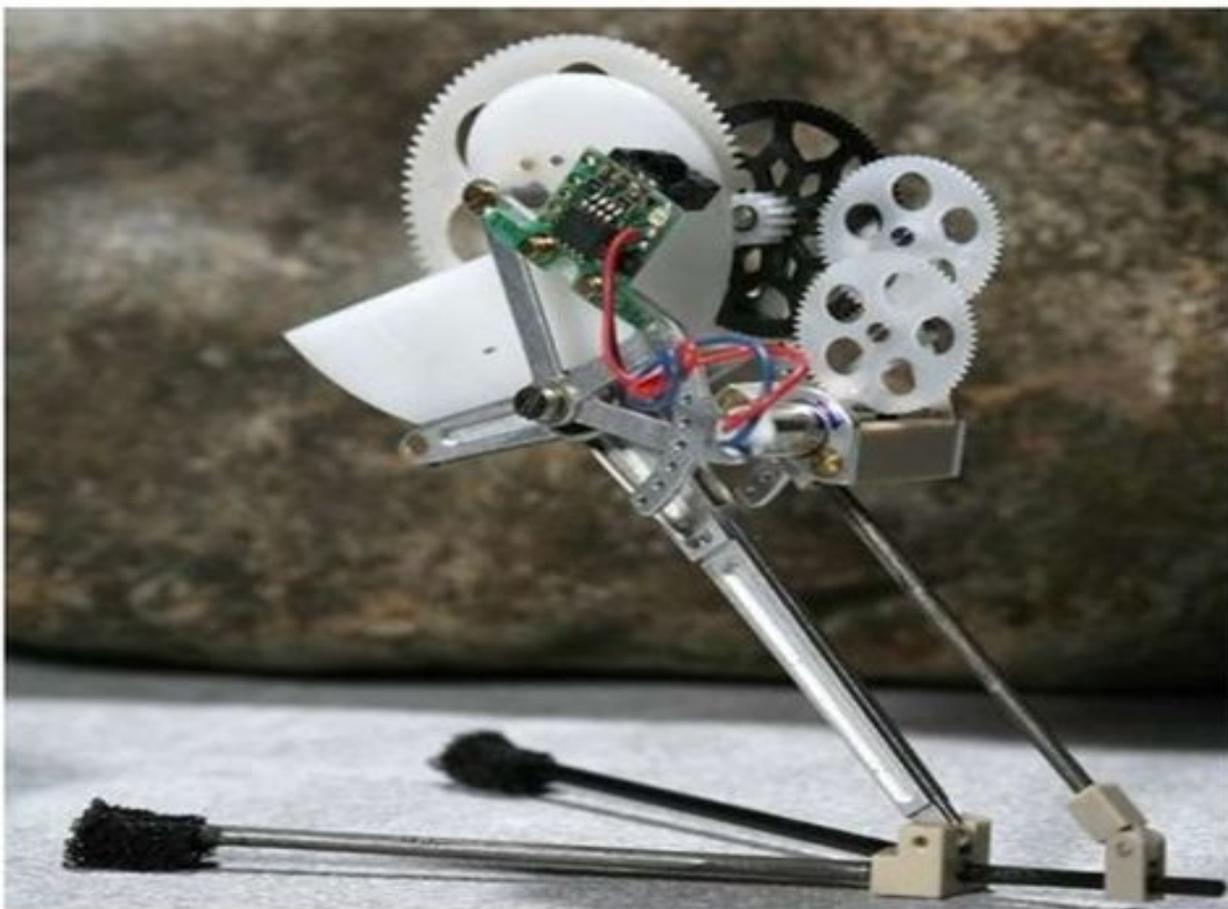
Ученые из Технологического института Джорджии создали модель робота SandBot для движения по песку. Это шестиногий тараканоподобный робот, имеющий длину 30 см и вес 2,3 кг. Робот перенял от таракана «триногохождение». Поскольку треножник – устойчивая конструкция, он постоянно уверенно стоит на ногах. 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



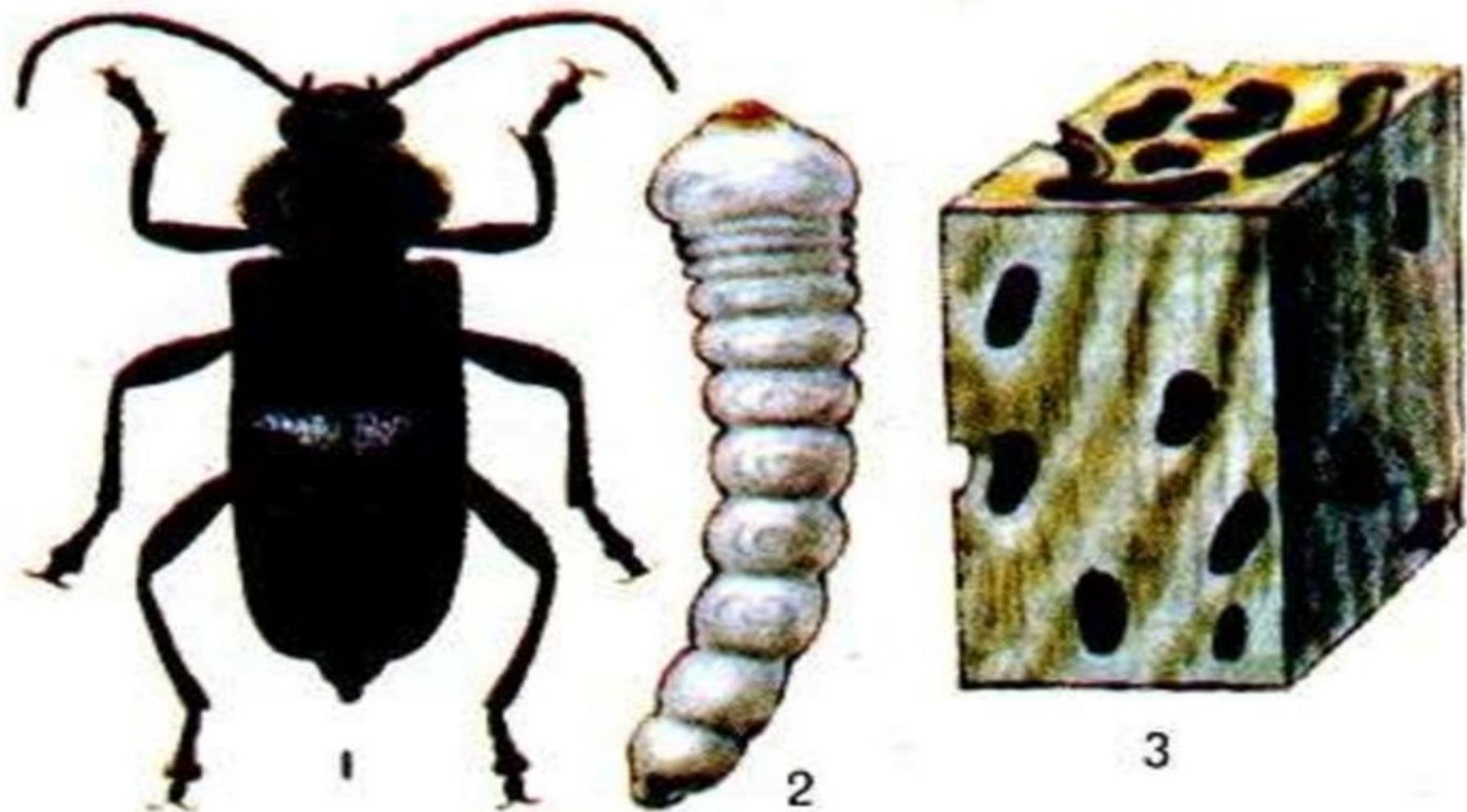
Еще одним тараканом, внесшим вклад в робототехнику, является пустынный таракан. Он часто встречается в песчаных дюнах пустыни Колорадо. Было замечено, что скорость перемещения его конечностей очень неравномерна: пока лапка касается песка, она двигается чрезвычайно медленно и осторожно, а как только лапка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



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.



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.



Показаны жук-усач, его личинка и прогрызенные отверстия в древесине. С-образная форма челюстей личинки усача *Ergates spiculatus*, позволяет ей легко прогрызть 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 *Arocryta 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

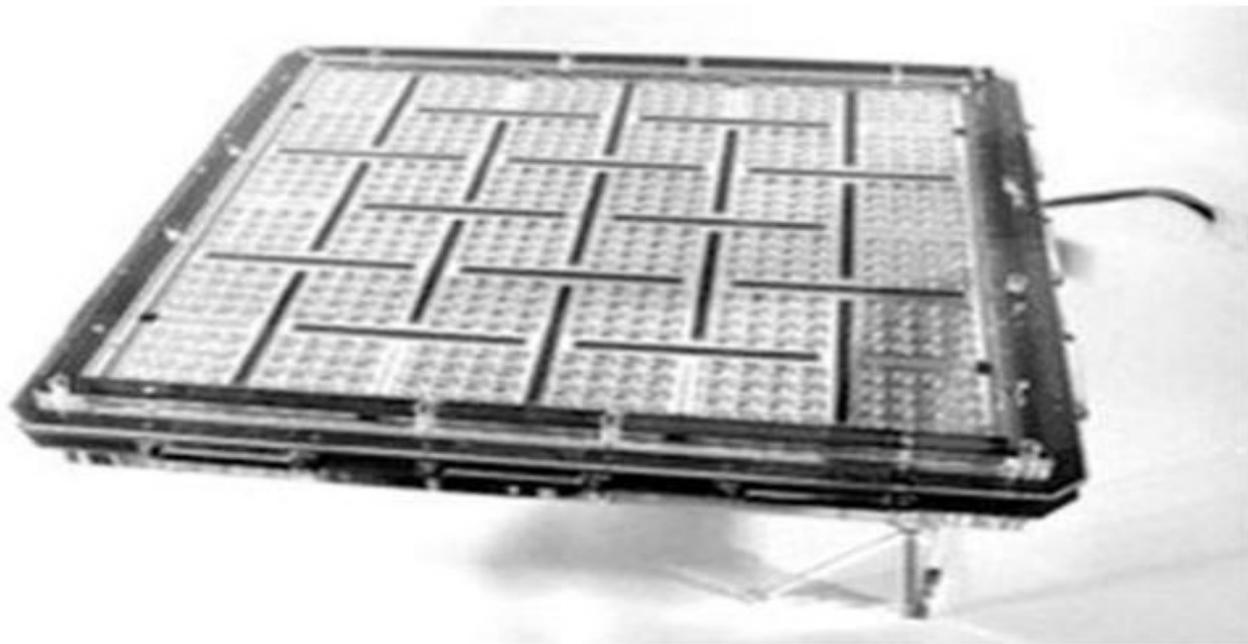


На основе строения яйцеклада ос был создан нейрохирургический зонд, функционирующий по принципу движения яйцеклада. Силиконовый наконечник этого зонда состоит из двух подвижных частей с микроскопическими зубцами. Это позволяет ему проникать глубоко в ткани мозга, минимально их повреждая. В отличие от 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

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 Клингера (1797 год) и паук-серебрянка.



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.



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.



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  $360^\circ$  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».



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



*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 отслеживать. 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.



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 направления движения.



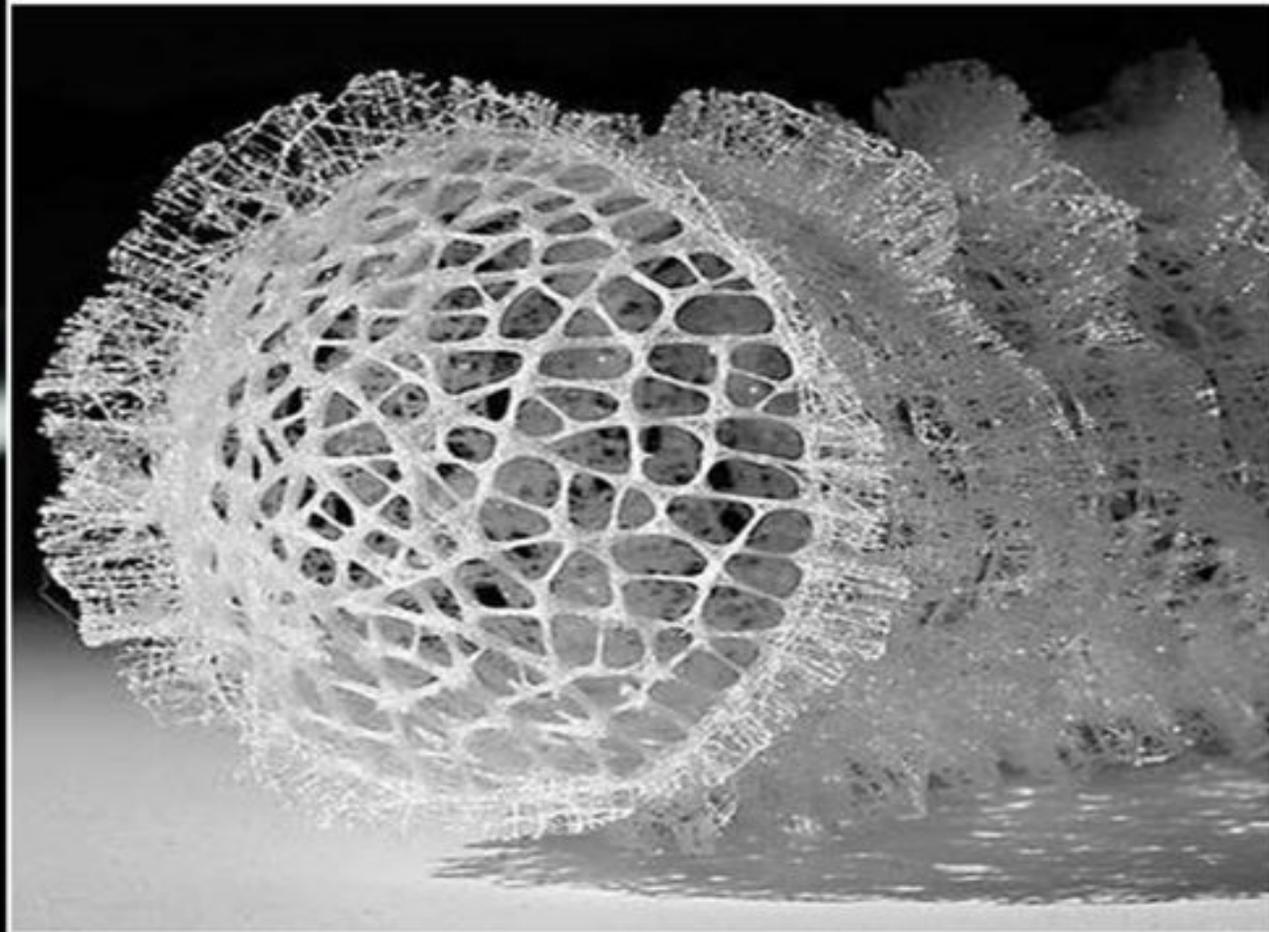
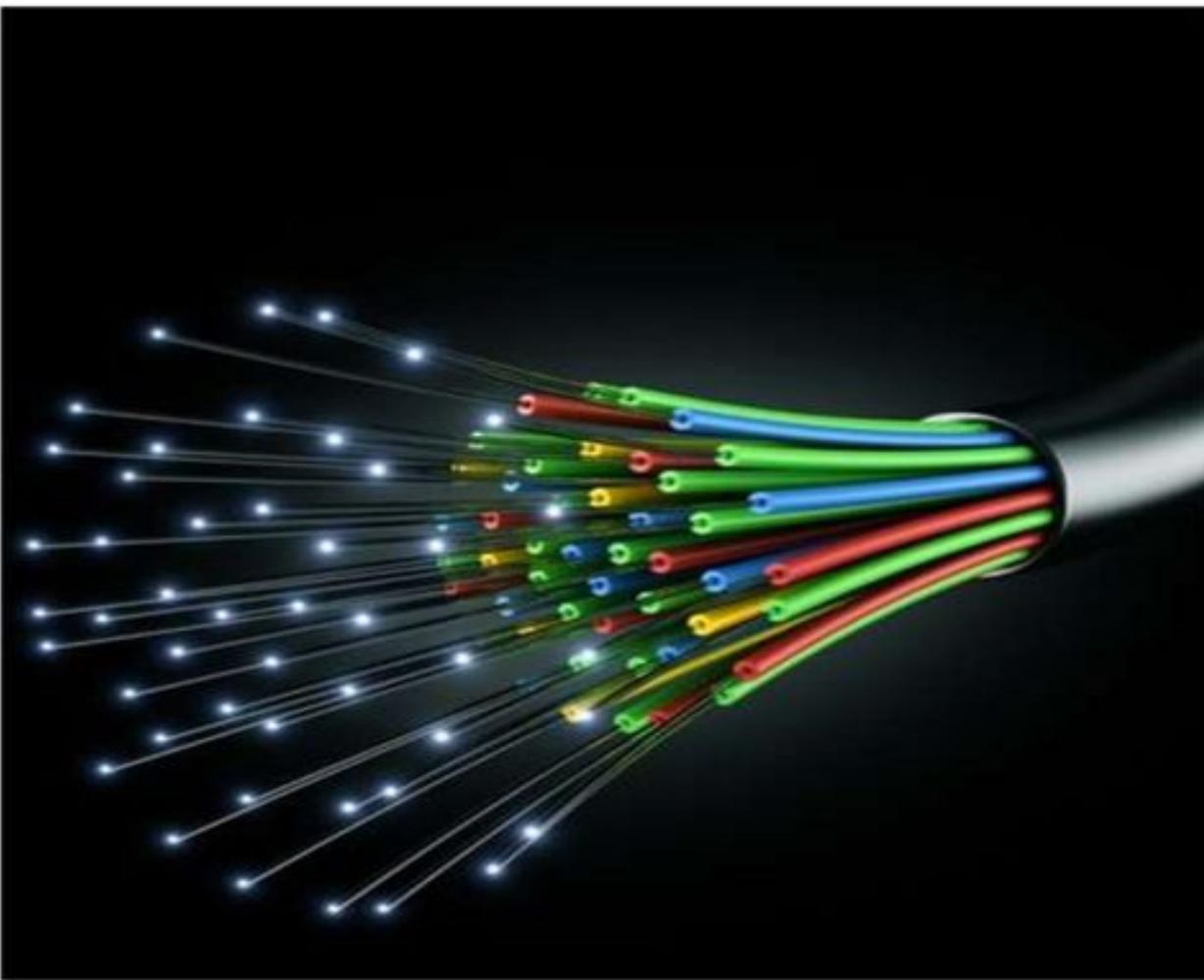
Водомёт - судовой движитель, у которого сила, движущая судно, создается выталкиваемой из него струей воды. Инженеры создали движитель, подобный движителю кальмара: это водомёт, действующий при помощи обычного бензинового или дизельного двигателя. Они особенно удобны на реках с перекатами и мельями.



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.



**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 уровневого квартала.



Показаны термитники в Африке

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



Торговый центр Eastgate в Хараре (Зимбабве)



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.