Бионика – учиться у природы: новейшие достижения и будущее

(Продолжение. Начало в №2)

Ученые были поражены тем, насколько близкими оказались структуры природных оптических волокон к тем образцам, что разрабатывались в лабораториях в течение многих лет. Хотя прозрачность в центральной части волокна несколько ниже, чем у лучших искусственных образцов, природные волокна оказались более устойчивыми к механическим воздействиям, особенно при разрыве и изгибе. Именно эти механические свойства делают уязвимыми оптические сети передачи информации – при образовании трещин или разрыве в оптоволокне его приходится заменять, а это очень дорогостоящая операция. Учёные приводят следующий факт, демонстрирующий чрезвычайно высокую прочность и гибкость природных оптоволокон, – их можно завязывать в узел, и при этом они не теряют своих оптических свойств. Такие действия с искусственными оптоволоконными неизбежно приведут к поломке или, по крайней мере, образованию внутренних трещин, что в конечном итоге также означает потерю функциональных свойств материала. Учёные пока не знают, каким образом можно воспроизвести в лаборатории подобное творение природы. Дело в том, что современное оптоволокно получают в печах из расплавов при очень высокой температуре, а морские губки, естественно, в ходе развития синтезируют его путем химического осаждения при температуре морской воды. Если удастся смоделировать этот процесс, он будет, помимо всего прочего, еще и экономически выгодным.

По результатам тестов оказалось, что материал из скелета этих 20-сантиметровых губок может пропускать цифровой сигнал не хуже, чем современные коммуникационные кабели, при этом природное оптоволокно значительно прочнее человеческого благодаря наличию органической оболочки. Вторая особенность, которая удивила ученых, – это возможность формирования подобного вещества при температуре около нуля градусов по Цельсию, в то время как на заводах Lucent для этих целей используется высокотемпературная обработка. Теперь учёные думают над тем, как увеличить длину нового материала, поскольку скелеты морских губок не превышают 15 см.

Почти любая технологическая проблема, которая встаёт перед дизайнерами или инженерами, была уже давно успешно решена другими живыми существами. Например, производители прохладительных напитков постоянно ищут новые способы упаковки своей продукции. В то же время обычная яблоня давно решила эту проблему. Яблоко на 97 % состоит из воды, упакованной отнюдь не в древесный картон, а в съедобную кожуру, достаточно аппетитную, чтобы привлечь животных, которые съедают фрукт и распространяют зерна.

В науке давно известен «эффект лотоса» – капельки воды никогда не растекаются по листу. Они остаются в виде шариков и скатываются, а лист остаётся сухим. Для этого на поверхности листа есть маленькие шипики. Аналогичным образом все рептилии покрыты чешуйками, которые при увеличении выглядят как лес из шипов. Компания Lexus сделала краску с выступающими «структурами», которые делают автомобиль более чистым. Такую же технологию применяют в стёклах, и это очень выгодно для строительства больших небоскрёбов – их не надо постоянно мыть.

Космическая отрасль сильно толкает вперёд развитие бионики. Есть животные, которые никогда не окажутся в космосе, но очень сильно повлияли на космические технологии.

Грунты на Луне и на Марсе очень похожи на поверхность земных пустынь. Они очень жёсткие и стирают любую резину довольно быстро. Это основная проблема, почему марсоходы и луноходы не могут проходить большое расстояние. Японское космическое агентство в 2023 году запустило новый луноход. Компания Bridgestone изготовила для него специальные шины, которые позволяют аппарату проезжать 32 километра за один раз – вдвое больше, чем могут существующие сегодня модели. Идея шин была позаимствована у верблюда, а точнее, строения его копыт/ног. Копыта у верблюда впереди очень маленькие. Их ребристая роговая структура упирается в твёрдую поверхность грунта. Всё остальное – это большая жировая подушка с коллагеновыми волокнами. За счёт этого верблюд не проваливается в песок и может очень быстро ходить по пустыне. То же самое применено и в шине – она сделана из тонких стальных волокон, которые переплетены в рыхлую пористую поверхность. Это позволяет колесу не проваливаться в грунт. Металл истирается меньше, чем резина, а значит, аппарат сможет проехать достаточно большое расстояние. Неочевидный пример животного, которое повлияло на развитие космонавтики, – жираф. Из-за высокого роста у него должны были бы отекают ноги. Этого не происходит благодаря дополнительным слоям более прочных мышц и эластичной коже на ногах, которая выполняет функцию компрессионных чулок. Устройство ног жирафа скопировало NASA, чтобы сделать компрессионную одежду для МКС и выходов в открытый космос. Костюм BioSuit печатается на 3D-принтере индивидуально для каждого космонавта. Его главный секрет – нити-тяжи, которые особым образом сдавливают ногу, препятствуя отёчности.

В медицине принципы бионики применяются не менее активно, чем в космонавтике. Например, стартап Sharklet вывел в массовое производство катетеры, спасающие тысячи жизней по всему миру. Принцип их устройства был «украден» у акул. У больших животных в океане есть проблема с паразитами. Киты за свою жизнь покрываются огромным количеством организмов: раков, кораллов, губок. И вынуждены постоянно очищаться, чтобы не утонуть под весом «пассажиров». В отличие от китов, акулы всегда чистые. Почему? Их чешуя на ощупь как тёрка или наждачная бумага. Она устроена особым образом – на ней есть рёбрышки и микрорельеф, как у лотоса. Казалось бы, причём здесь катетеры? Их изготавливают из пластика. Этот материал быстро начинают покрывать бактерии, которые становятся причиной сепсиса у пациентов реанимационных отделений. Компания Sharklet делает медицинский пластик, покрытие которого имеет рисунок из полосочек, подражающий чешуе акулы. Исследования показывают, что бактерий на его поверхности практически нет.

Ещё одно важное направление бионики – создание микророботов. Область их применения – поиск людей среди завалов. Для решения такой задачи робот должен уметь уменьшаться в размерах, чтобы суметь проползти в узкую щель. Прототипом для создания такого робота стал таракан. Каждый, кто пробовал раздавить таракана, знает, что это сложная задача. Их панцирь состоит из хитиновых пластинок, в которых жёсткие элементы сочетаются с более эластичными, что позволяет тараканам сплющиваться. В 2020 году в Китае сделали металлического робота, который способен уменьшать свою толщину под воздействием электрического тока. На таракана он совсем не похож, но основан на схожем принципе. Робот настолько мал, что к нему невозможно прикрепить аккумуляторы, и ток подаётся через два провода. Инженеры из стартапа RoboRoach пошли другим путём – на платформе Back Yard Brains они начали продавать наборы по превращению мадагаскарских тараканов в киборгов. Набор – это небольшой рюкзачок, из которого тянутся электроды, которые необходимо присоединить к усикам-антеннам таракана. При помощи мобильного приложения на электроды подаётся ток, под воздействием которого животное поворачивает вправо или влево. У этой технологии в 2021 году появилась пока что теоретическая идея – предлагается, чтобы движениями тараканов управлял не пользователь, а обучающаяся нейросеть. Также авторы идеи предложили дополнить «рюкзачок» микрокамерой разрешением 15 пикселей и термодатчиком. Цель – научить нейросеть работать так, чтобы находить выживших под завалами. Если камера зафиксирует крупный объект с температурой 36 градусов, нейросеть даст команду двигаться в её сторону. Таким образом, на помощь людям придут не технологичные роботы, а старые верные тараканы. Поэтому в настоящее время большим вкладом в ход научно-технического прогресса являются исследования анализаторных систем животных и человека.

(Окончание следует)

А.А. ШЕВЧЕНКО,

доцент кафедры естественнонаучных дисциплин