

БИОМИМЕТИКА: НАУКА БУДУЩЕГО

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Республика Беларусь

Шавель И. А.

Павлюковец С. А. – канд. техн. наук, доцент кафедры химии

Природа создает свои творения с максимальной эффективностью. Оригинальность, необычность, безупречная точность и экономия ресурсов, с которой природа решает свои задачи просто не может не вызывать восхищения и желания хоть в какой-то мере скопировать эти удивительные вещества и процессы. Наука, которая занимается таким копированием, называется биомиметикой.

Многие ученые и исследователи-конструкторы, прежде чем начать осуществление нового проекта, долгое время детально изучают все примеры и формы, существующие в природе и живых существах, пытаются сымитировать планы и системы, воплощенные в них. Иными словами, ученые видят великий замысел в природе и, вдохновляясь этим замыслом, развивают новые технологии.

Знания, получаемые людьми из природы, используются в современном мире повсюду. И сегодня эти знания уже составили новую область науки: биомиметику... Это новое направление науки, которое стало особенно популярным в последнее время в сфере новых технологий [1].

Биомиметика (от лат. *bios* – жизнь, и *mimesis* – подражание) – термин, означающий использование природных систем в конструировании моделей, устройств, приборов, механизмов, технологий или систем. Приспособления и устройства, спроектированные по образу и подобию аналогий в природе, более всего используются в сфере нанотехнологий, аппаратах искусственного интеллекта (всевозможных роботах), в медицинской индустрии и военной технике.

Термин биомиметика впервые ввел в научную лексику американский писатель-натуралист Джанин Бениус. Термин, который дословно можно перевести как «подражание, имитирование природы», очень быстро вошел в речь, более того, это название положило начало развитию биомиметических нанотехнологий [2]. Приведем несколько комментариев, поясняющих смысл и суть нового направления в науке:

Имитация природы. Исследователи центра нанотехнологий в Манчестере выбрали в качестве исследований маленькую ящерицу геккон, которая может ползать практически по любой поверхности. Для того чтобы имитировать ее свойства, необходимо было сначала разобраться в механизме работы его лапок. Результаты исследований показали, что на лапках у геккона расположен ряд кератиновых волосков размерами около 200 нм (рисунок 1, а). Капиллярные силы помогают геккону ползать по влажным поверхностям, а силы Ван-Дер-Ваальса – по сухим. Каждая волосинка связывается с поверхностью с силой в 10^{-7} Н. Благодаря высокой плотности волосков на лапках геккона сила связи значительно увеличивается. Так поверхность размерами 10×10 см², состоящая из волосков кератина, может удерживать груз в 100 кг.

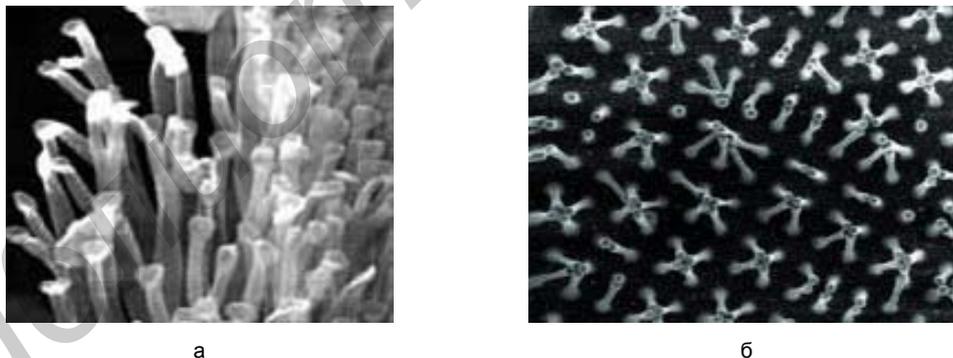


Рис. 1 – Строение кожи геккона (а) и искусственные волокна (б), изготовленные по «технологии геккона»

Команда исследователей сконструировала такой же массив нановолокон (рисунок 1,б). В изготовленном с помощью электронно-лучевой литографии образце волокна имели диаметр 500 нм, расстояние между волокнами – 1,6 мкм, и длина – 2 мкм. Полученная поверхность 10×10 см смогла удержать всего 30 кг, т. е. была хуже природной. Это связано с тем, что выращенные исследователями пластиковые волокна жестче, чем аналогичные у геккона [3].

Конструкции из белков. Живые организмы конструируют необходимые продукты из белков, поэтому исследователи заинтересовались тем, как с помощью белков можно искусственно создать различные наноструктуры. Некоторые белки могут формировать регулярные структуры в виде кристаллических решеток, которые можно использовать в нанoeлектронных устройствах.

Бактерии на своей поверхности формируют одномолекулярные слои кристаллического белка, называемые S-слои, которые повторяются с шагом ~ 10 нм. Исследователи из наноцентра в Вене (Австрия) решили использовать эти естественные «сверхрешетки» для построения искусственных белковых структур (рисунок 2). В первую очередь S-слой был удален с поверхности бактерии и разбит на «субъединицы». Далее, поместив субъединицы в раствор, исследователи добились их реорганизации на кремниевых и металлических

подложках, а также на других синтетических полимерах. Как только S-слой помещен на подложку, к нему можно добавить специальные сенсорные молекулы, которые вместе со слоем образуют точный биоаналитический сенсор. Так, например, исследователями был создан сенсор глюкозы на основе S-слоя и молекулы фермента оксидазы глюкозы. Исследователи измеряли величину электрического тока, проходящего через сенсор, в то время как фермент реагировал с глюкозой. Исследователи также использовали S-слой в качестве фоторезиста в современной фотолитографии с толщиной слоя 5–10 нм [4].



Рис. 2 – Рельеф кристаллизованного белка *Bacillus sphaericus* CCM2177

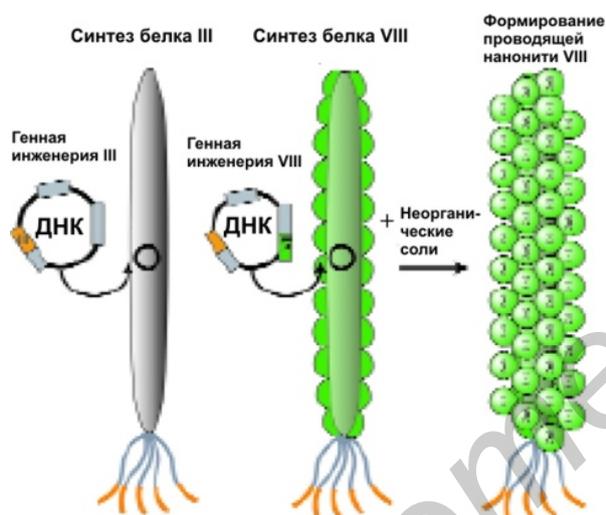


Рис. 3 – Синтез и формирование нанонити из ДНК-фрагментов

Гибридные материалы. Исследователи из Массачусетского технологического института (МТИ) решили конструировать из белков и неорганических соединений такие структуры, которых в природе еще не существует. Они взяли молекулу ДНК со случайной последовательностью нуклеотидов, кодирующих различные белки, и включили ее в состав ДНК бактериофага в таком участке, что белки на ДНК-доноре синтезировались на поверхности вируса. Колония таких бактериофагов была помещена в среду, к которой исследователи хотели добиться адгезии белков. Потом поверхность была промыта. После этого на ней остались только те вирусы, на поверхности которых белки были адгезивны субстрату. Отобранные вирусы поместили в новую среду и добились роста их колонии. Так опытным путем можно создать белки, которые будут соединяться с различными материалами, образуя новые структуры. Исследователи надеются создать «библиотеку» вирусов, производящих белки, адгезивные к золоту, платине, серебру, оксиду цинка, арсениду галлия и др.

На основе таких белков, соединенных с неорганическими веществами, можно сконструировать ряд квантовых точек, которые получают сегодня с помощью вакуумных технологий. Сборка квантовых точек с помощью гибридных белков может происходить при комнатной температуре и быть гораздо дешевле. Исследователи из МТИ обнаружили, что бактериофаги «собираются» в длинные нити. Их внешние белки, соединенные с сульфидом цинка (или сульфидом кадмия), образуют длинные (600 нм) электропроводящие нанонити диаметром 20 нм. Нагревая полученную структуру до 350 °С, исследователи обнаружили, что бактериофаги удаляются, оставляя одну металлическую нить. Используемые в этом опыте вирусы состоят всего из шести белков, два из которых соединяются с неорганическими соединениями. Эксперименты с более сложными (в белковом составе) вирусами позволяют получить трехмерные проводящие структуры [5].

Многие из перечисленных открытий люди заметили лишь совсем недавно, обратили на них внимание впервые за тысячи лет. Порой, для того чтобы сымитировать пусть даже одну из особенностей строения какого-либо животного, должны собраться вместе многие передовые умы компьютерных технологий, электроники, математики, физики, химии и биологии.

Ученые каждый день с восхищением замечают и открывают неповторимые шедевры творения форм и систем в природе, и восхищение, которое испытывают ученые, сподвигает их к изобретению через имитацию этих шедевров природы все новых технологий на благо людям и прогрессу человечества. Ученые и технологи, осознавшие, что совершенные системы, существующие в природе, превосходят все изобретения и познания лучших умов, открывают перед нами бесподобные решения существующих проблем, все чаще обращаются к биомиметике как области науки, способной дать совершенные решения многих проблем, над которыми ученые бьются годами. В результате этого за очень короткое время можно получить невероятные результаты. Кроме того, имитация природных достижений позволяет ученым экономить время и труд, и самое главное, с использованием минимальных вложений в разработку моделей получать прибыль.

Сегодня развивающиеся технологии с каждым днем раскрывают все новые чудеса сотворения жизни, и «биомиметика» как наука избирает примерами превосходные системы в организмах живых существ, создавая по их образу и подобию изобретения для пользы и блага людей.

Список использованных источников:

1. Eisner, R. Biomimetics: Creating Materials from Nature's Blueprints / R. Eisner // The Scientist, 1991.
2. Robbins, J. Engineers Ask Nature for Design Advice / J. Robbins // New York Times, 2001.
3. Musallam, S. Cognitive control signals for neural prosthetics / S. Musallam, B. Greger, H. Scherberger // Science 305, 2004, p. 258–62.
4. Drezner, T. Genetic algorithms: mimicking evolution and natural selection in optimization models / T. Drezner, Z. Drezner // Biomimetics-Biologically Inspired Technologies, N 5, 2005, p. 157–75.
5. Nemat-Nasser, S. Multifunctional materials / S. Nemat-Nasser, T. Plaisted, A. Starr, A. Vakil-Amirkhizi // Biomimetics-Biologically Inspired Technologies, N 12, 2005, p. 309–340.