

НАУЧНЫЕ ОТКРЫТИЯ, ПОДСКАЗАННЫЕ ПРИРОДОЙ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Республика Беларусь

Симаньков А. А.

Соловей Н. П. – канд. техн. наук, доцент

Живая природа – самая удивительная лаборатория. Человек не только удивляется и восхищается её совершенству, но и учится у природы. И сейчас, в век электроники и атомной энергетики, учёные используют биологические знания для решения инженерных задач.

Наблюдая за различными процессами протекающими в природе, учёные пришли к выводу, что моделируя эти биологические процессы, можно создавать новейшие материалы и устройства. Так, подобно парящим в небе птицам, насекомым были созданы самолёты, вертолёты, дирижабли. Насыщенные цвета птичьих перьев, крыльев бабочек натолкнули учёных на мысль, что изменение цветов происходит не за счёт пигментов, а системами структур шириной всего в доли микрона. Материалы с такими структурами могут быть использованы при создании более ярких дисплеев, новых химических датчиков и совершенных систем хранения, передачи и обработки информации. В данной работе будут рассмотрены некоторые природные явления, разгадка которых позволит формировать новые структуры и определить область их применения.

Светоотражающие лунки. Ярко-зелёный цвет полос на крыльях бабочки *Papilio palinurus* из семейства парусниковых (рис. 1), обусловлен вовсе не окраской. Крылья этой бабочки покрыты густой сеткой чашеобразных лунок размерами всего в несколько микрон. Эти лунки выстроены вдоль слоёв хитина разделённых воздушными зазорами, играющими роль селективных отражателей. Донные части лунок отражают только жёлтый цвет, а их края, окружающие жёлтые донца — только синий. Наш глаз не в состоянии различить эти цвета в таком мелком масштабе и воспринимает их совокупность как зелёный цвет. Учёные из Технологического института штата Джорджия воспроизвели этот метод «синтеза» цвета. Чтобы сформировать микроскопические лунки, они провели конденсацию водяного пара в виде микроскопических капель на плёнке затвердевающего полимера. Капельки располагались на её поверхности рядами, как яйца в картонном поддоне. По мере отвердевания полимера они испарялись, оставляя на поверхности плёнки чашеобразные лунки. После этого на поверхности лунок наносились чередующиеся слои оксидов титана и алюминия, создавая отражатель, моделирующий природный отражатель крыльев бабочки. Свет отражающийся от этой структуры, воспринимается как зелёный. Однако если поместить такую плёнку под систему поляризаторов, жёлтый свет, отражающийся от центральных частей лунок, исчезает, а синий, отражающийся от краёв, остаётся. Этот механизм может быть использован для создания опознавательных меток на кредитных и банковских картах. То, что представляется простым зелёным отражающим покрытием, будет на самом деле содержать в себе скрытую поляризованную жёлтую и синюю сигнатуру, подделать которую практически невозможно.

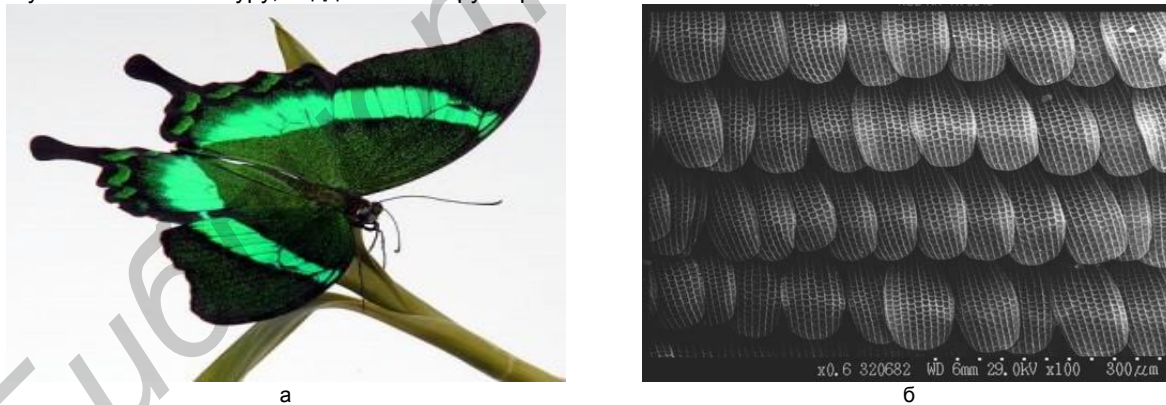


Рис. 1 – Бабочка *Papilio palinurus* (а) и её крыло под сканирующим туннельным микроскопом (б)

Наногубки. Другая бабочка из этого же семейства, *Parides sesostris* (рис. 2), приобрела зелёный цвет с помощью иной наноструктуры. Чешуйки её крыльев содержат зигзагообразные микроскопические регулярные системы отверстий, так называемые — пятна губки, состоящие из хитина с упорядоченно расположенными отверстиями поперечником около 150 нм. Каждое из этих отверстий представляет собой фотонный кристалл, немного разориентированный по отношению к соседним. Это позволяет чешуйке отражать свет в зелёной области спектра в широком диапазоне углов падения. Исследователи из Корнеллского университета использовали блоксополимеры для упорядоченного размещения наночастиц оксида ниобия и титана с образованием структур типа «наногубки». Подобные пористые твёрдые материалы могут найти применение в широком диапазоне областей, включая недорогие солнечные элементы с более высоким КПД. Более того наногубки из таких металлов, как серебро или алюминий, обладают свойством отрицательного показателя преломления, т. е. отклоняют свет «не в ту сторону». Такие материалы, могут быть использованы для изготовления суперлинз для оптических микроскопов, дающих возможность отображать объекты с размерами меньше длины световой волны, на что обычные микроскопы не способны.

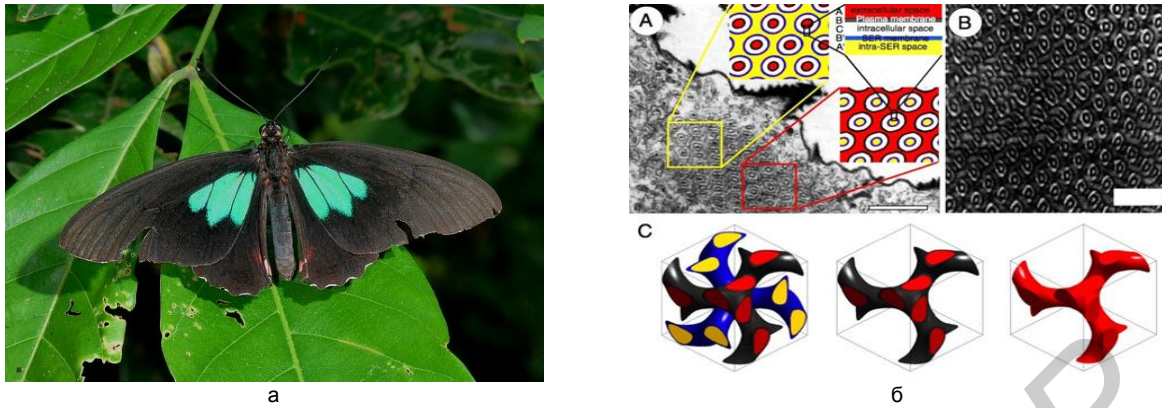


Рис. 2 – Бабочка *Parides Sesostris* (а) и её крыло под электронным микроскопом (б)

Кристаллические волокна. Природа образует фотонные кристаллы различными путями. Шипы морской мыши, или афродиты (рис. 3), содержат шестигранные структуры из полых хитиновых волокон поперечником в несколько десятых микрона. Они отражают свет в красной части спектра, что и обуславливает переливающийся красный цвет этих животных. Учёные института наук о свете им. Макса Планка вытягивали пучки стеклянных капилляров, превращая их в тонкие волокна, прошитые каналами, образующими шестигранные структуры. Если в середину исходного пучка волокон поместить капилляр с более широким каналом, он создаст в системе каналов дефект, пропускающий свет, который отражает окружающий эту систему фотонный кристалл. В итоге получается оптическое волокно с оболочкой, практически непроницаемой для света в определённой полосе длин волн. «Утечка» света из волокон, состоящих из фотонного кристалла, меньше, чем из обычных, поэтому они могут заменить стандартные оптические волокна в телекоммуникационных сетях. Такие волокна требуют меньше расхода энергии, что позволяет обойтись без дорогостоящих усилителей при передаче сигналов на большие расстояния. Максимальная утечка из обычных волокон происходит в местах резких изгибов, где отражения, удерживающие свет внутри волокна, становятся менее эффективными. Фотонные кристаллы свободны от этого недостатка, поскольку удержание света в них обеспечивается другим способом. Поэтому они более эффективны в ограниченных пространствах, что может привести к разработке оптических микросхем для компьютеров и сотовых телефонов с более высоким быстродействием.



Рис. 3 – Морская мышь (афродита) (а) и увеличенный фрагмент поверхности её тела (б)

Обратимые белки. Вызывает интерес и такое природное оптическое явление, как обратимые изменения цвета. Кальмар из семейства *Loliginidae* содержит специальные структуры для изменения цвета своей кожи. Группа учёных ввела ген, кодирующий образование этих структур у кальмара. При экспрессии они сжимаются в наночастицы, размером которых можно управлять с помощью солей, контролирующими взаимодействие зарядов. Благодаря этому материал может набухать и сжиматься, меняя цвет под воздействием химических активаторов.

Учёными был разработан электрохромный материал, способный переходить из непрозрачного состояния в прозрачное под действием электрического напряжения. Более того, при введении в такой полимер соли происходит разбухание полимерной плёнки. Этот материал получили, напылив два тонких слоя полимеров на стеклянные подложки, которые затем были размещены друг над другом. Каждый слой представлен электрохромным полимером различного строения — производным поли-3,4-пропилендиокситиофена. Далее через данный материал пропускают электрический ток, регулируя прозрачность. Такие материалы можно изготавливать простыми методами, не требующими использования высоких технологий. Полагают, что эти материалы можно использовать, как быстродействующие затворы для инфракрасных камер, которые позволяют проводить высокоскоростную ночную съёмку путём регистрации ИК-излучения вместо видимого.

Список использованных источников:

1. Vukusic, P. Photonic Structures in Biology / P. Vukusic, J.R. Sambles // Nature. — 2003. — Vol. 424, No. 6950. — P. 852-855.
2. Vukusic, P. Natural Photonics // Physics World. — 2004. — Vol. 7, No. 2. — P. 35-39.
3. Wolpert, H.D. Optical Filters in Nature / H.D. Wolpert // Optics and Photonics News — 2009. — Vol. 20, No. 2. — P. 22-27.