

ВОЛШЕБНЫЙ СВЕТ

На глубине трёх тысяч метров, в крошечной тьме, куда солнечные лучи никогда не проникают, живут замечательные рыбы – глубоководные удильщики. Огромная голова и острые зубы удильщиков могут напугать кого угодно. На голове у самок есть отросток с приманкой, который светится в темноте благодаря особым бактериям. Так удильщики охотятся с помощью света.



Фото: J. Marshall, 2005



Фото: William E. Browne, Science

Эта способность живых существ излучать свет называется *биолюминесценцией* (bios переводится как «жизнь», а lumen – как «свет»). На сегодняшний день известно более восьмисот видов растений и животных, способных к биолюминесценции: кальмары, гребневика, медузы, водоросли. Животные используют биолюминесценцию для охоты, общения между собой, предупреждения об опасности, для маскировки. Креветки *Heterocarpus ensifer* сами по себе не светятся, но при опасности выбрасывают светящееся облачко, чтобы обмануть хищника и успеть убежать.

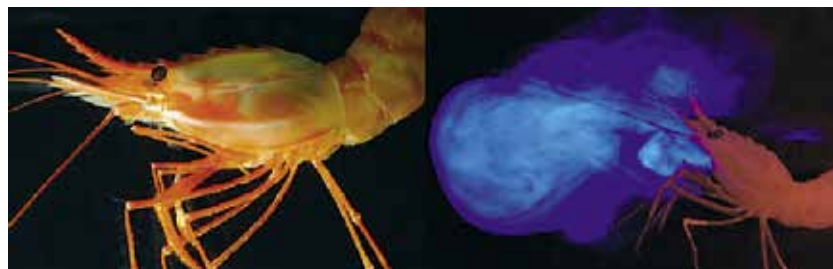
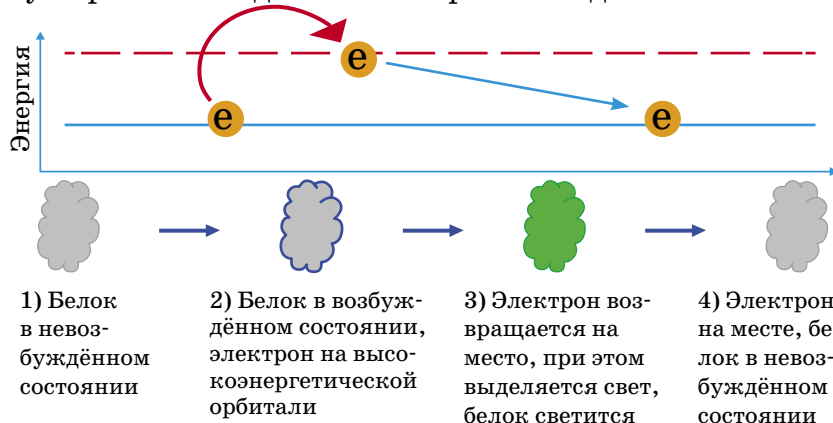


Фото: Sönke Johnsen и Katie Thomas, CC BY SA 2.0

Свечение происходит благодаря особым *белкам*. Все белки состоят из кирпичиков, которые называются *аминокислотами*. Аминокислоты, в свою очередь,

состоят из *атомов*, ещё более маленьких кирпичиков. А атом состоит из *ядра* и *электронов*, которые летают вокруг ядра. Так вот, когда светящийся белок активируется, некоторые электроны забрасываются на более далёкую орбиту. Но электронам там «неудобно»¹. И они возвращаются обратно, на свою орбиту. При этом выделяется энергия в виде света.



Некоторые идеи великих открытий учёным подсказала сама природа. Так получилось и с биолюминесценцией. В 2008 году учёные О. Симомура, Р. Тсьен и М. Чалфи получили Нобелевскую премию за открытие и использование зелёного светящегося белка. Симомуре удалось выделить светящееся вещество из медуз *Aequorea victoria*.



Медуза *Aequorea victoria*.
Фото: Sierra Blakely

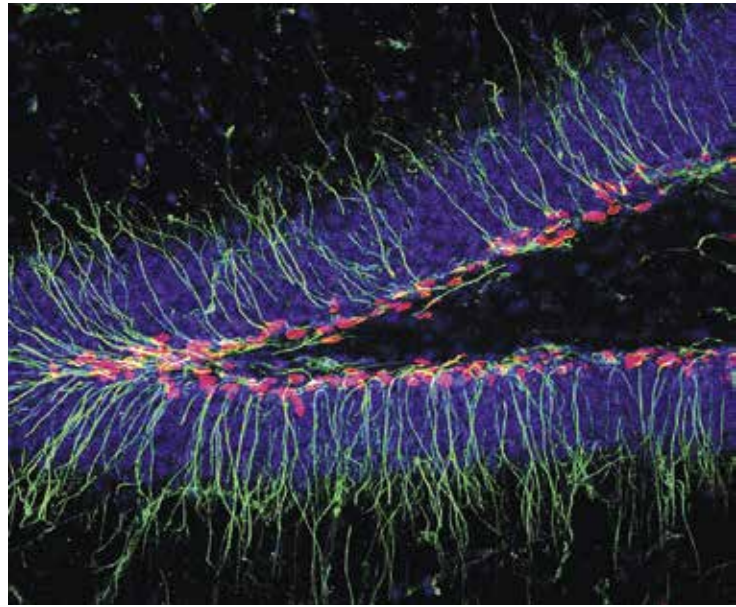
Благодаря этому белку учёным удалось увидеть некоторые невидимые процессы: например, как растут клетки мозга – *нейроны*. Учёные научились создавать синие, красные, жёлтые светящиеся белки, чтобы заставить светиться разные клетки или даже различные части одной клетки разными цветами. На с. 12 на микрофотографии мозга (вернее, его участка под названием *гиппокамп*) зелёной меткой окрашены молодые нервные клетки, синим – ядра взрослых нервных клеток, а красным – отростки взрослых нервных клеток.

¹ Подробности см. в статье: В. Сирота. «Дом для электронов» («Квантик» № 12 за 2018 год).





Художник Мария Усейнова



Гиппокамп мыши.

Фото: Journal of Comparative Neurology, V. 519, № 1, фрагмент обложки; фото сделано в лаборатории Григория Ениколопова

Но учёные на этом не успокоились. Им захотелось проверить: а можно ли управлять поведением животных с помощью света? В 2005 году группа исследователей (К. Дейссерот, Э. Бойден, Ф. Чжан, Э. Бамберг, Г. Нагель) смогли активировать отдельные нервные клетки с помощью света. Для этого им пришлось доставить в нейроны мышей *ген* водоросли. Этот ген – инструкция по сборке белка. В результате нервные клетки стали делать «чужой» светочувствительный белок – *опсин* – и встраивать его в свою оболочку. Опсин может находиться в двух состояниях: активном и неактивном. Неактивный опсин просто сидит в оболочке клетки. Активный опсин открывает в оболочке нейрона поры и по нейрону бежит электрический ток. Свет активирует опсин и возбуждает нервную клетку. Так с помощью оптоволоконного кабеля можно активировать или тормозить отдельные клетки мозга, и учёным уже удалось заставить подопытную мышшь пошевелить усами, повернуть налево или направо, почесаться, встать на задние лапы. Вероятно, водоросли доктора Дейссерота и их опсин скоро принесут исследователям Нобелевскую премию.



Фото: Karl Deisseroth