

Мартека В.

Бионика

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 55
ББК 26
М29

Мартека В.

М29 Бионика / Мартека В. – М.: Книга по Требованию, 2012. – 142 с.

ISBN 978-5-458-34846-1

Бионика — одна из самых новых областей науки. Само слово «бионика» возникло всего лишь несколько лет назад, и многие до сих пор не знают, что же оно в сущности означает. Автор этой небольшой книги в живой и увлекательной форме знакомит читателя с содержанием и методами этой науки, показывает на ярких примерах, как ученые и инженеры используют различные биологические процессы в качестве моделей для создания всевозможных приборов и устройств, необходимых человеку. Книга хорошо иллюстрирована. Предназначена для самых широких кругов читателей, в частности для школьников старших классов.

ISBN 978-5-458-34846-1

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2012

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2012

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

Предисловие к английскому изданию

С древнейших времен природа служила главным источником вдохновения для человека в его стремлении к научному и техническому прогрессу.

Миф о Дедале и Икаре повествует о том, как человек пытался копировать строение и поведение «низших» живых существ. Несмотря на примитивность и наивность большинства таких попыток в прошлом и их неизбежную неудачу, они помогли человеку понять необычайную сложность и разнообразие биологических систем и стимулировали активную разработку ряда важнейших биологических проблем.

В последние годы математики, физики и инженеры, объединившись с биологами, возродили попытки создания устройств, в основу которых положены принципы строения и функционирования биологических систем.

Автор этой книги удачно рассказал о тех биологических прототипах, с которыми связаны многие работы, ведущиеся сейчас в этой области. Его книга служит очень полезной цели, знакомя читателя с разнообразием и сложностью проблем, встающих перед учеными и инженерами, которые пытаются заложить фундамент для проектирования, создания и производства механизмов, основанных на биологических принципах.

С. Голлер

Введение

Подражание замечательным способностям некоторых животных — одно из новейших направлений в стремлении человека усовершенствовать мир. Вполне возможно, что развитие многих областей деятельности человека (например, освоение космоса, мореплавание, создание новых, более совершенных счетно-решающих устройств) будет обязано своими успехами таким животным, как летучие мыши, лягушки, дельфины и бабочки. Эти животные обладают самыми совершенными «приборами» для навигации, локации, хранения информации, которые когда-либо были известны человеку. Все то, что было создано человеком, бледнеет перед теми эффективными и компактными «устройствами», которыми оснащены крылья, ноги или плавники животных. Изучая действие таких систем у животных, ученые и инженеры надеются спроектировать и построить гораздо более совершенные (по сравнению с существующими) приборы и механизмы.

Это новое направление науки называется *бионикой*. В развитии этого новейшего направления участвуют представители множества различных отраслей науки и техники — от собственно биологов, которые изучают животных, до математиков и инженеров, которые пытаются воплотить результаты научных исследований в необходимые человеку приборы и устройства.

Бионика представляет собой очень перспективную попытку заполнить все увеличивающийся разрыв между научными работниками и инженерами-практиками. Здесь биологи работают в тесном контакте с физиками, нейрофизиологи — с математиками, психологи — с инженерами. Такая кооперация особенно желательна в наш век, когда наука разбилась более чем на 1150 различных отраслей.

Чем же объяснить столь внезапный интерес к строению и функциям различных систем животных? Дело в том, что создаваемые человеком механизмы и приборы становятся все более сложными и дорогостоящими. Все возрастающие требования к повышению надежности навигационных систем, систем связи и различных других систем, имеющих важное значение в нашей жизни, заставили ученых и инженеров обратиться к животным в поисках новых принципов, которые можно было бы положить в основу более простых и надежных устройств.

Природой создано множество эффективных навигационных систем, решающих устройств и систем наведения. Действие этих систем и их возможности весьма внушительны.

Так, птицы безошибочно определяют нужное направление, пролетая тысячи километров над сушей и морями. Ночные бабочки «ныряют» подобно подводным лодкам, едва уловив своими чувствительными «ушами» сигналы ультразвукового локатора летучей мыши, их заклятого врага. Крошечные рачки-бокоплавцы ориентируются на местности по луне с помощью специального вычислительного устройства микроскопических размеров.

Органы чувств многих животных гораздо более совершенны и эффективны, чем у человека. Человек, например, не может заметить изменение температуры на доли градуса, тогда как гремучая змея воспринимает изменение температуры внешней среды на тысячную долю градуса.

Некоторые животные обладают такими органами чувств, каких нет у человека. Если бы написать книгу обо всех органах чувств живых существ, то описание нескольких чувств, имеющихся у человека (сейчас ученые все менее и менее склонны считать, как это было принято раньше, что таких чувств всего пять), заняло бы в ней всего одну страницу.

Системы и «чувствующие» механизмы, имеющиеся у современных нам животных, представляют собой последние модели, сходящие со сборочного конвейера фабрики жизни, а сама фабрика существует уже по

крайней мере 2,7 миллиарда лет. В течение всего этого времени растения и животные развивались, разнообразились и приспосабливались к всевозможным изменениям окружающей среды. В результате выжили только те виды, у которых выработались средства защиты и нападения или иные приспособительные особенности. Другие виды не смогли приспособиться к окружающей среде и вымерли. Таким образом, в процессе естественного отбора (или методом «проб и ошибок») были созданы такие механизмы, как ультразвуковые детекторы летучей мыши или дельфина, глаза лягушки или защитная система бабочки. Лабораторией этим животным служила окружающая среда, а продолжающаяся всю жизнь борьба за существование была их исследовательской работой. И вот теперь человек — единственное живое существо, способное активно изменять условия своего существования, — обратился к этим животным-экспертам в поисках принципов, которые он мог бы использовать для решения своих собственных проблем.

Пытаясь спроектировать «синтетические» организмы, специалисты, работающие в области бионики, во все не стремятся рабски копировать природу вплоть до мельчайших деталей. Их интересуют принципы, на которых основано действие той или иной системы. Еще в греческой мифологии указывалось на опасность слепого копирования природы: когда Икар поднялся к солнцу на крыльях, сделанных из перьев и воска, он тут же упал в море, так как палящие солнечные лучи растопили воск. Попытки человека летать подобно птицам всегда терпели неудачу. Лишь после того как были частично поняты основы динамики полета, человеку удалось полететь.

Недолгая история бионики как науки начинается где-то в 1951 году, хотя термин был впервые официально принят на первом конгрессе по бионике, состоявшемся в 1960 году. В 1951 году научно-исследовательский отдел Военно-морского министерства США приступил к изучению живых организмов как биологических моделей в надежде найти какие-то новые принципы для разработки механических и электронных систем для флота. Эта первая программа, известная как

исследование биологической ориентации, разрабатывается до сих пор.

Пройдет, несомненно, много лет, прежде чем исследования в области бионики смогут дать ощутимые результаты. Однако и сейчас уже в этой очень быстро развивающейся области достигнуты весьма значительные успехи. Так, например, на основании изучения глаза лягушки уже разработана модель электронного глаза для систем слежения за целью. Изучение дельфинов позволило создать специальное покрытие, уменьшающее сопротивление воды при движении судна. В этой небольшой книге мы хотим рассказать об интересной работе над некоторыми такими проблемами.

ГЛАВА I

Биологические часы

Часы представляют собой один из самых замечательных механизмов, существующих на свете. Однако здесь речь будет идти не о будильнике, стоящем возле вашей кровати, и не об уличных электрических часах, висящих на углу. Часы, о которых мы собираемся вам рассказать, имеются во всех живых организмах, и по этим часам идет великое множество процессов, наблюдаемых в природе. У этих часов нет ни пружины, ни колесиков, ни циферблата; они даже не тикают. И тем не менее большинство из них работает настолько точно, что на протяжении многих тысячелетий они неизменно показывают верное время.

Многие люди просыпаются утром за минуту до звонка своего будильника. Вставая изо дня в день на работу в одно и то же время в течение долгих лет, они приучили свой организм к определенному режиму. Их «внутренние часы» неслышно для окружающих ежедневно в нужное время подают им сигнал подъема. Более того, некоторые люди могут приказать себе проснуться утром в определенное время, независимо от того, насколько поздно они легли накануне. И когда наступает утро, они действительно просыпаются вовремя.

Совершив перелет из Сент-Луи в Лондон, вы в полной мере ощутите наличие у вас внутренних часов, и притом с некоторым неудовольствием. Видя перед собой «Большого Бена», вы будете твердо уверены, что находитесь в Лондоне, однако «перевести» внутренние часы на лондонское время не так-то просто. Они будут продолжать управлять функциями вашего организма

по времени Сент-Луи. Возможно, например, что первые несколько ночей в Лондоне вы не сомкнете глаз, подчиняясь своим внутренним часам.

Такие внутренние часы есть не только у человека. Австралийские рифовые цапли (*Demiegretta sacra*), живущие примерно в пятидесяти километрах от моря, ежедневно прилетают кормиться на побережье строго во время отлива. А ведь время отлива ежедневно сдвигается на 50 минут! Пчела, отправляясь каждый день за нектаром, совершенно точно знает, когда распускается каждое растение на ее пути. По-видимому, биологические часы пчелы обладают автоматическим заводом: если она в течение одного или двух дней не вылетает из улья из-за плохой погоды, то это не нарушает привычного расписания полетов.

Ритм многих процессов, происходящих в живых организмах, соответствует по точности работе часового механизма. Некоторые из таких ритмов имеют месячный или годичный цикл, а другие проявляют суточную периодичность. Всем хорошо известны годичные циклы роста и размножения растений и животных, определенные периоды цветения у растений, весенние и осенние перелеты птиц. Менее широко известно, что температура тела человека регулярно изменяется на протяжении суток, что морские организмы ежемесячно поднимаются из глубин океана на поверхность (это происходит весной в полнолуние), что устрицы открывают свои раковины всякий раз, когда воды прилива омывают устричные банки.

Ритмы, наблюдаемые у различных живых существ, очень точно совпадают с ритмами неживой природы, которые обусловлены вращением Земли и ее движением вокруг Солнца. К числу последних относятся чередование света и темноты, т. е. дня и ночи, сезонные колебания, а также приливы и отливы, происходящие два раза в сутки. Но каким же образом в таком случае можно отличить действие внутренних часов от простой реакции живых организмов на периодические изменения освещенности, уровня океана или каких-либо других факторов природы? Для того чтобы ответить на этот вопрос, ученые извлекают исследуемый

организм из его естественной среды и помещают его в лабораторию, поддерживая все те факторы, к действию которых предположительно чувствителен данный организм, на постоянном уровне. Это называется созданием *постоянных условий*. Если организм, находясь в таких условиях, сохраняет ритм, свойственный ему в природных условиях, то можно предполагать, что существует какой-то внутренний механизм, обеспечивающий данный ритм.

Еще в 1729 году французский астроном де Мэран обнаружил существование у растений внутренних часов. Он содержал растения в полной темноте при относительно постоянной температуре. В естественных условиях у многих растений наблюдается чередование периодов «сна» и «бодрствования». Так, у бобов, гороха и клевера листья на ночь опускаются, а утром вновь поднимаются¹. В лаборатории де Мэрана в полной темноте листья этих растений вели себя точно так же, как если бы они росли в нормальных условиях: они периодически опускались и поднимались (рис. 1, А). Иначе говоря, растения как бы продолжали испытывать влияние смены дня и ночи, хотя на самом деле были изолированы от него. Таким образом, опыты де Мэрана показали, что листья растений подчиняются какому-то временному механизму.

Недавно существование внутренних часов было показано на примере манящего краба (род *Uca*). Этого краба очень часто можно видеть на морских отмелях во время отлива, а узнать его легко по огромной клешне (у самцов), которая так велика, что кажется, будто все животное состоит из одной этой клешни. Для этого краба характерен суточный цикл изменения окраски: с восходом солнца цвет его изменяется, защищая животное от солнечных лучей и маскируя от врагов, а в сумерках он вновь «надевает вечерний костюм». Краб активен во время отлива, а во время прилива обычно находится в покое.

¹ Эти так называемые никтинастические движения растений не имеют ничего общего со сном человека или животных. — *Прим. ред.*

Если такого краба поместить в темную комнату при постоянных условиях, то он продолжает периодически менять окраску (рис. 1, Б) и чередовать периоды активности и покоя, то есть ведет себя точно так же, как

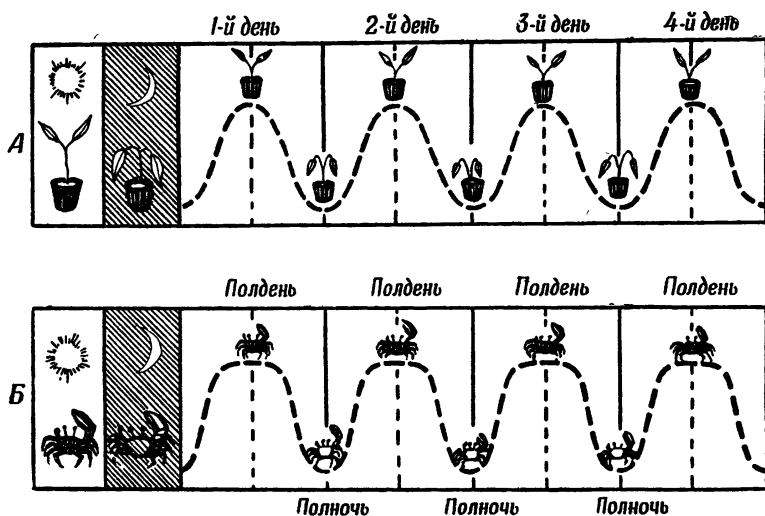


Рис. 1. Периодические изменения активности растений и животных в течение суток.

А. Каждые 24 часа растение поднимает и опускает листья. Б. Суточный цикл изменения окраски у малящего краба *Uca*.

и его собратья, оставшиеся на берегу моря. Следовательно, даже в темной лаборатории, где нет чередования дня и ночи, приливов и отливов, краб подчиняется какому-то внутреннему механизму, цикл которого совпадает с приливным циклом.

Со времен де Мэрана до наших дней (и особенно за последние 30 лет) ученые обнаружили биологические часы у многих живых организмов. Такие беззвучные часы были найдены у самых разнообразных существ — от мельчайших организмов, населяющих каплю дождевой воды, до африканских фиалок и человека. В настоящее время ученые считают, что биологические