

Л. Жерарден

Бионика

В мире науки и техники

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 57
ББК 28
Л11

Л11 **Л. Жерарден**
Бионика: В мире науки и техники / Л. Жерарден – М.: Книга по Требованию, 2021. – 232 с.

ISBN 978-5-458-33801-1

В доступной и увлекательной форме автор рассказывает об одной из современных синтетических наук — бионике, рассматривая возникновение последней как логическое следствие дифференциации и специализации различных наук. Автор знакомит читателя с основами теории информации, определяет понятия «системы», моделирования, освещает так/ы сложные вопросы, как связь обучения и самоорганизации в живых системах, проблема биологической памяти и др. Живое изложение материала, остроумные схемы и отличные фотографии делают книгу крайне интересной и полезной широкому кругу читателей — от школьника и студента до специалиста любого профиля.

ISBN 978-5-458-33801-1

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2021

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2021

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 первоизданном 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.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

ОТ РЕДАКТОРА РУССКОГО ИЗДАНИЯ

Одна из самых молодых наук — бионика — переживает сейчас период быстрого развития и становления.

Нередко бывает, что в период становления молодой науки, как это видно и на примере бионики, ученые пытаются найти в новом панацею для решения кардинальных научных проблем, а когда это оказывается невозможным, они проникаются неоправданным скепсисом. К чести биоников надо сказать, что по мере расширения бионических исследований быстрый переход от чрезмерных надежд к скепсису теперь становится более редким явлением. Все больше ученых самого различного профиля приобщаются к бионическим исследованиям, все зримее достижения этой науки, особенно когда дело касается создания конкретных технических устройств, применимых для практических целей.

Находясь на стыке различных наук, бионика вовлекает в свои ряды самых разных специалистов: инженеров, конструкторов, биологов, химиков, кибернетиков, нейрофизиологов, физиков, психологов и многих других. Поэтому отдельные направления в бионике постепенно дифференцируются, все четче обрисовываются их цели, конкретнее ставятся задачи, связанные с разработкой той или иной проблемы. Вряд ли кого-то удивит, если через некоторое время от общей бионики отпочкуются дочерние науки со своими задачами и своими методами исследования, например нейробионика (как это произошло в кибернетике с появлением нейрокибернетики).

Аспекты бионических работ так широки и многогранны, что назрела необходимость некоторого их упорядочения. И прежде всего здесь нужно выделить главные направления, требующие безотлагательной разработки.

В какой-то мере этому будет способствовать и популяризация достижений бионики. Это позволит буду-

щим исследователям — нынешним студентам и школьникам — приобщиться к поистине безграничным возможностям творческого научного поиска в области бионики и, быть может, предопределит выбор их специальности.

Популяризация науки — задача сложная, особенно когда речь идет о новых направлениях. В этом случае важно не только выбрать яркие, выигрышные факты, но и в доступной, увлекательной форме преподнести читателю сухой и сложный материал, необходимый для правильного понимания сущности новой науки.

В последние годы в нашей стране и за рубежом появилась целая серия научно-популярных книг, посвященных проблемам бионики. Среди советских авторов прежде всего необходимо упомянуть Л. И. Крайзера, А. И. Прохорова и И. Б. Литинецкого*. В книгах, посвященных новой науке, использован большой фактический материал. Из переводных изданий можно рекомендовать книгу Винцента Мартека «Бионика», которая вышла на русском языке в издательстве «Мир» (1967).

Возникает вопрос, так ли уж нужны новые популярные книги по бионике и не достаточно ли тех, которые изданы. Безусловно, они нужны, во-первых, потому, что все вышеуказанные издания давно разошлись, а некоторые из них даже стали библиографической редкостью, и, во-вторых, потому, что предмет бионики многогранен и обширен и каждая очередная работа не только открывает новые области приложения знаний, но и помогает нам взглянуть на факты с новой стороны.

Именно с этих позиций и интересна книга Люсьена Жерардена. Заслуга автора прежде всего в том, что он сумел в доступной форме рассказать о таких сложных вопросах, как понятие информации, ее измерение и кодирование, теория сложных систем и моделирование, понятия обучения, самообучения и самоорганизации, проводя при этом четкую грань между кибернетикой и бионикой и не смешивая задачи этих близ-

* Л. И. Крайзер, Бионика, Госэнергоиздат, М., 1962; А. И. Прохоров, Инженер учится у природы, изд-во «Знание», М., 1967; И. Б. Литинецкий, Беседы о бионике, изд-во «Наука», М., 1968.

ких наук, во многом базирующихся на одних и тех же теоретических основах.

Через все главы книги автор проводит мысль о необходимости более углубленного комплексного исследования функций центральной нервной системы. И это не случайно. Ведь первые крупные успехи бионики в моделировании органов чувств опирались на фактические данные, полученные физиологами при изучении механизмов работы периферических отделов анализаторов, например сетчатки. Именно эти данные явились базой для создания технических устройств, ныне уже широко используемых в практических целях. Но моделирование механизмов работы периферических отделов анализаторов — это только первый шаг, так как основной анализ и синтез сигналов внешнего мира осуществляется мозгом. Вот почему дальнейший прогресс, безусловно, ограничивается тем, что нам еще неизвестны основные принципы переработки мозгом информации, получаемой от рецепторов. Так, например, хотя мы уже умеем создавать сложнейшие модели, воспроизводящие принцип действия живых систем — даже такой сложной, как сетчатка, — вряд ли это перспективный путь создания бионических устройств и систем, используемых для распознавания зрительных образов.

Конечно, это не значит, что инженеры прекратят работу над созданием машин, передающих или распознающих изображения (ведь без всякого участия бионики был изобретен телевизор). Однако успехи в нейрофизиологии центральных механизмов зрения, безусловно, приведут к принципиально новым идеям в этой области техники. Другой пример — локационные устройства, созданные поначалу независимо от работы биологов. Изучение структуры эхо-локационного сигнала у летучих мышей впоследствии натолкнуло специалистов на мысль о создании более совершенных локационных систем. Только теперь становится очевидным, что изучение одной лишь структуры сигнала «живых локаторов» без понимания механизмов его изменений во время обычного полета или активного поиска не может привести к решению насущных задач, стоящих перед конструкторами локационных приборов. Только теперь мы понимаем, что необхо-

дим подробно знать физиологию «приемников» отраженных сигналов, и особенно центральных — мозговых механизмов их переработки, приводящих к адекватной реакции животного. Вот почему изучение деятельности эхо-локационного аппарата летучих мышей и других животных как органа пространственного анализа привлекает все большее внимание биологов и инженеров.

Автор не без основания подчеркивает, что использование самых различных методических приемов при изучении деятельности мозга открывает для бионики безграничные возможности. В этом отношении книга Жерардена выгодно отличается от ряда других научно-популярных изданий.

Однако при любом популярном изложении сложных теоретических вопросов возможны неточности. У Жерардена нельзя признать удачными отдельные места в разделах, посвященных аккомодации, цветовому зрению, восприятию животными магнитного поля Земли. Стремление максимально упростить сложные проблемы подчас приводит автора к поверхностному описанию явлений, которые могут быть понятны только специалисту и ни о чем не говорят неподготовленному читателю. Пытаясь максимально сохранить авторский текст, мы только в некоторых случаях дали необходимые примечания. Мелкие просчеты автора не умаляют значительности книги в целом. Она пользуется заслуженным вниманием за рубежом, была переведена на английский язык. Книга прекрасно иллюстрирована. Чувствуется, что она написана человеком, влюбленным в свою специальность и с научной объективностью раскрывающим перед читателем горизонты бионики. Можно надеяться, что и советский читатель оценит ее по достоинству.

В. И. Гусельников

ЧТО ТАКОЕ БИОНИКА

НЕОБХОДИМОСТЬ НАУК-ПЕРЕКРЕСТКОВ *

Грандиозное расширение объема человеческих знаний привело к сложнейшему разветвлению древа наук. Всего сто лет назад можно было считать, что вся физика исчерпывается термодинамикой, оптикой и электричеством. Теперь эта прескрасная простота позади. В наше время уже никто не станет претендовать на исчерпывающее знание хотя бы одной оптики: целая пропасть лежит между инженером, который рассчитывает характеристики фотообъективов, и ученым, исследующим красные излучения лазеров. Специалист замкнулся в своей узкой области, сужающейся с каждым днем все больше и больше.

В 1959 году Д. Тикунер опубликовал каталог современных наук, расположив их в алфавитном порядке. Он перечислил 1150 названий, но сейчас к ним спокойно можно прибавить еще не один десяток. Это разветвление наук неуклонно продолжается: растет армия ученых, занимающихся науками, число которых непрерывно возрастает.

Что это принесет — добро или зло? Не таит ли в себе чрезмерная специализация крупную тогу яда, который в конце концов может парализовать самый прогресс науки? На этот вопрос очень трудно ответить. Конечно, специалист отлично разбирается во всем, что касается его специальности, но та область науки, в которой он работает, становится угрожающе узкой. Один ученый великолепно знает свойства некоторых сплавов железа, другой — единственный зна-

* «Науками-перекрестками» автор здесь называет синтетические науки, лежащие на стыке разных наук, например биологии, математики, электроники, механики и т. п. К синтетическим наукам относится и бионика, так как она объединяет естественнонаучное исследование (биологическое, физическое, химическое), математический анализ и инженерный подход к проблеме. Чтобы не исказить терминологию автора, термин «наука-перекресток» оставлен без изменения. — *Здесь и далее примечания редактора.*

ток песен насекомых (впрочем, и это еще слишком широкая область — обычно речь идет только об одном семействе насекомых); третий может часами обсуждать сложнейший состав какого-нибудь единственного в своем роде химического вещества.

И, пожалуй, без особого преувеличения можно сказать, что удел специалистов будущего — знать все ни о чем. Пока мы еще не дошли до такой крайности, но и сейчас узкоспециализированные знания в отрыве от других областей вряд ли могут принести человечеству прямую пользу. Необходимо найти способ широкого распространения этих знаний, чтобы затем объединить их на единой научной основе — неременное условие для того, чтобы они приносили пользу людям. Но как реализовать это насущно необходимое объединение?

Теперь все реже и реже встречаются так называемые широко образованные люди. Человек, который хочет знать что-нибудь обо всем, неизбежно приобретает только общие, весьма поверхностные знания. Перед нами две крайности: либо это специалист, который знает все об очень немногом, либо это образованный человек, который обо всем знает очень немного.

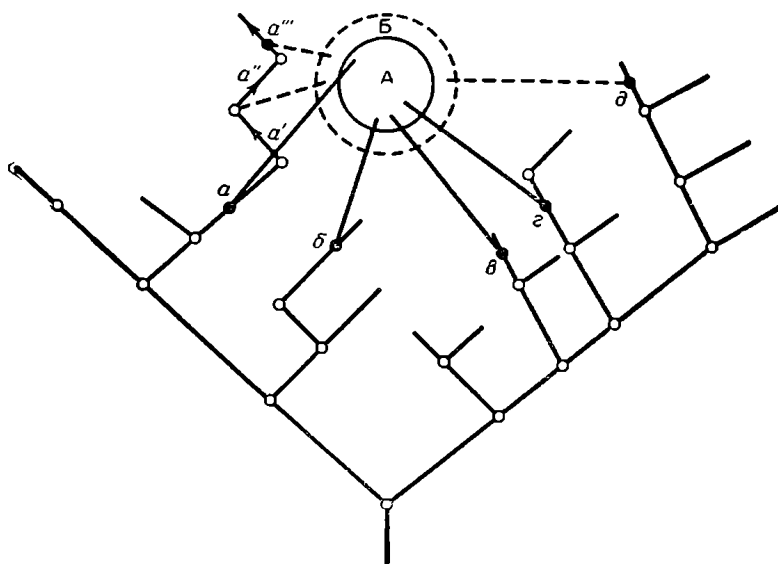
Решение этой труднейшей дилеммы надо искать где-то посередине между двумя одинаково неприемлемыми крайностями. К счастью, такой выход уже намечается. Лучших специалистов беспокоит их чересчур узкая специализация, они задыхаются в своих тесных изолированных отсеках. Разве не все в природе взаимосвязано? Но число новых наук растет с такой головокружительной быстротой, что ни один мозг не может охватить всего разом. Настоящий прогресс возможен только при умении обобщать все явления, смотреть на мир как на единое целое. Изобретать — это и значит сопоставлять явления, которые никогда не соприкасались; но прежде чем сравнивать и сопоставлять эти явления, их надо изучить. Почему бы не объединить специалистов разных профилей и не создать условия для плодотворного обмена мнениями? Тогда вместо одного индивидуального мозга возникнет как бы коллективный мозг, объединяющий знания отдельных специалистов.

Вместе с тем совершенно очевидно, что изобретателю нет никакой необходимости знать все. Вряд ли стоит ожидать великих открытий от объединенных усилий специалиста по ферросплавам и знатока песен насекомых. А вот содружество такого знатока со специалистом по машинному переводу может принести явную пользу: ведь оба занимаются проблемой анализа языков. Но путь от замысла до его реализации, как всегда, нелегок. Недостаточно осознать необходимость связей между разными отраслями наук, — эти связи нужно осуществить на деле. Нужно, чтобы специалисты, пришедшие из разных областей, научились понимать друг друга, нашли общий язык. Иначе все усилия будут затрачены впустую и никакой пользы такое сотрудничество не принесет. А специалистам из разных областей науки понять друг друга не так-то легко.

Биологи, например, пользуются совершенно иной терминологией, чем физики, и у них совсем другая научная методика. Значит, прежде чем совместная работа даст какие-то результаты, нужно провести большую предварительную подготовку, установить полное взаимопонимание. Для этого есть только один путь: необходимо, чтобы ученые поставили перед собой общие задачи, определили круг своих интересов, очертили, так сказать, границы своих владений. Такой круг задач, установленный по общему соглашению, и станет предметом новой науки, которая получила название междисциплинарной науки, или науки-перекрестка.

Возникновение наук-перекрестков знаменательно для второй половины XX века и чрезвычайно важно для будущего всей науки в целом. Только в рамках таких наук может происходить воссоединение, необходимое для прогресса. Столкновение разных точек зрения, на первый взгляд противоречащих друг другу, но совпадающих по сути, может зажечь фейерверк новых идей. Одни замыслы, возникшие при этом, окажутся бесплодными, но зато другие принесут богатейшие плоды и докажут на деле пользу такого сотрудничества.

Взаимоотношения между отдельными дисциплинами и науками-перекрестками можно показать на



Р и с. 1. Специальные науки и науки-перекрестки.
а, б, в, г, д — специальные науки; *А* — наука-перекресток; *а — а' — а'' — а'''* — развитие в направлении большей специализации; *Б* — развитие науки-перекрестка.

схеме (рис. 1). К первым относятся науки аналитические. Каждая из них представляет собой сумму фактических знаний. В отличие от них науки-перекрестки — это науки синтетические, представляющие собой сочетания идей. В то время как отдельные дисциплины развиваются в направлении все большей специализации (через *а, а', а'', а'''*), наука-перекресток расширяет полс своего действия за счет захвата и сопоставления новых областей, относящихся к разным дисциплинам (переход от *А* к *Б*).

Для ученых XIX века такой подход был бы просто непмыслим. В частности, науки о живых организмах никак не соприкасались с науками о неживой природе. А разве живые организмы не похожи на удивительные машины особого рода, на тонкие, точные механизмы? Разве не интересно было бы объединить под знаком одной науки биологов и инженеров и вместе обсудить эти вопросы? Это и составляет задачу новой науки, которая называется бионикой.

ВОЗНИКНОВЕНИЕ БИОНИКИ

Сходство слов «бионика» и «биология» сразу наводит на мысль о живых существах.

В одном отношении бионика выгодно отличается от многих других наук, время зарождения которых установить трудно или невозможно. Ее официальное появление на свет произошло в конце лета 1960 года и сопровождалось соответствующими церемониями. Семьсот ученых — биологи, инженеры, математики, физики и физиологи — были приглашены Военно-воздушным ведомством США на конгресс, который проходил 13, 14 и 15 сентября в Дейтоне, штат Огайо. Тридцать ораторов представляли бионику, и отчет о торжестве составил внушительный том в 500 страниц. Для большей точности заметим, что о бионике заговорили несколько раньше, на двенадцатой ежегодной конференции по аэронавигационной радиоэлектронике в мае 1960 года. На одном из заседаний под председательством доктора Джона Кито были заслушаны четыре доклада по бионике, в том числе и доклад Стила. Это заседание было посвящено программе исследований в центре Райт-Паттерсон (ВВС США), относящихся к области бионики. Чтобы быть абсолютно точными, надо сказать, что слово «бионика» предложил исследователям в августе 1958 года Джек Стил. По его собственным словам, организационная работа и некоторые бионические исследования начались за несколько лет до того, как родилось это название. Оно появилось тогда, когда уже стало ясно, что возникла новая наука, которой пора дать имя.

Автор дал четкое определение бионики*: это наука о системах, функции которых копируют функции живых систем, о системах, которым присущи специфические характеристики природных систем или которые являются их аналогами. Это грандиозная программа, и ее, конечно, нужно растолковать и объяснить на

* Заслуживает внимания определение бионики, предложенное Г. С. Гудожником в брошюре «Место бионики в системе наук», общ-во «Знание», РСФСР, М., 1966.

конкретных примерах. Хотя нам еще не совсем ясно, насколько широкое поле действия захватывает новая наука, уже сейчас каждый чувствует, что бионика может быть только динамической наукой, как электроника или ядерная физика, и должна занять не менее важное место в нашем стремительно развивающемся мире. Поначалу биоников занимали в основном практические вопросы — возможность конструировать машины по живым моделям. Отсюда более узкое определение бионики — это использование знаний о живых системах для разрешения тех или иных технических проблем.

Если исходить из этого определения, то нельзя отрицать, что бионика стара как мир и что ею, сами того не зная, занимались многие ученые и механики. Во все времена именно из окружающей природы человек черпал идеи и замыслы своих изобретений. Тысячи лет человек мечтал летать, как птица, и это вдохновляло его на создание бесчисленных проектов летательных аппаратов. Самый известный пример — Леонардо да Винчи. В тетради, датированной 1505 годом, этот универсальный гений, великий художник, замечательный инженер, гидравлик и механик сделал записи о летучей мыши. Именно летучая мышь, говорит он, должна служить образцом летательной машины, ибо у нее кожная перепонка покрывает и укрепляет арматуру, являющуюся основой крыла, в то время как покрытые перьями крылья птиц, сквозь которые проникает воздух, должны опираться на прочные кости и сильные мышцы. А у летучей мыши кожная перепонка, объединяющая все крыло, непроницаема для воздуха. Удивительно сходство чертежа летательной машины Леонардо да Винчи (рис. 2) с обликом летучей лисицы, крупного представителя рукокрылых, сильного летуна. Построил ли гениальный мастер эту машину, от которой остались только чертежи? Этого никто не знает. Ему не хватало одной существенной детали — двигателя, достаточно легкого и мощного, чтобы приводить в движение крылья; в его распоряжении была только мышечная сила человека, заведомо непригодная для этой цели. Примерно через 400 лет появился первый летательный аппарат, и сконструирован он был все