

# БИОНИКА

---

ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ

ЛЕОНИД ПИТЫК

Леонид Питык

**Бионика. Прошлое,  
настоящее и будущее**

«Эдитус»

2023

**Питык Л. В.**

Бионика. Прошлое, настоящее и будущее / Л. В. Питык —  
«Эдитус», 2023

ISBN 978-5-00217-000-5

Эта книга расскажет об одной очень необычной науке. Она была с людьми со времен появления первых зачатков интеллекта и идет с нами до сих пор. Эта наука — бионика. Именно руководствуясь логикой перенимания идей из живой природы первый человек придумал себе камуфляж и щиты, а теперь, изучая и копируя её, современный человек создает себе целые органы. В формате PDF А4 сохранен издательский макет книги.

ISBN 978-5-00217-000-5

© Питык Л. В., 2023

© Эдитус, 2023

# Содержание

Введение	5
Часть I	6
Глава 1. История бионики	6
Глава 2. Методы бионики	26
Глава 3. Проблемы развития бионики	32
Глава 4. Ветви бионики	36
Конец ознакомительного фрагмента.	39

# Леонид Питык

## Бионика: прошлое, настоящее и будущее

### Введение

Эта книга расскажет об одной очень необычной науке. Она была с людьми со времен появления первых зачатков интеллекта и идет с нами до сих пор.

Эта наука – бионика. Именно руководствуясь логикой перенимания идей из живой природы первый человек придумал себе камуфляж и щиты, а теперь, изучая и копируя её, современный человек создает себе целые органы.

Но является ли даже такое пределом? Сможет ли эта наука стать чем-то больше и сможет ли помочь нам стать чем-то лучше? Да. Всё идет к этому.

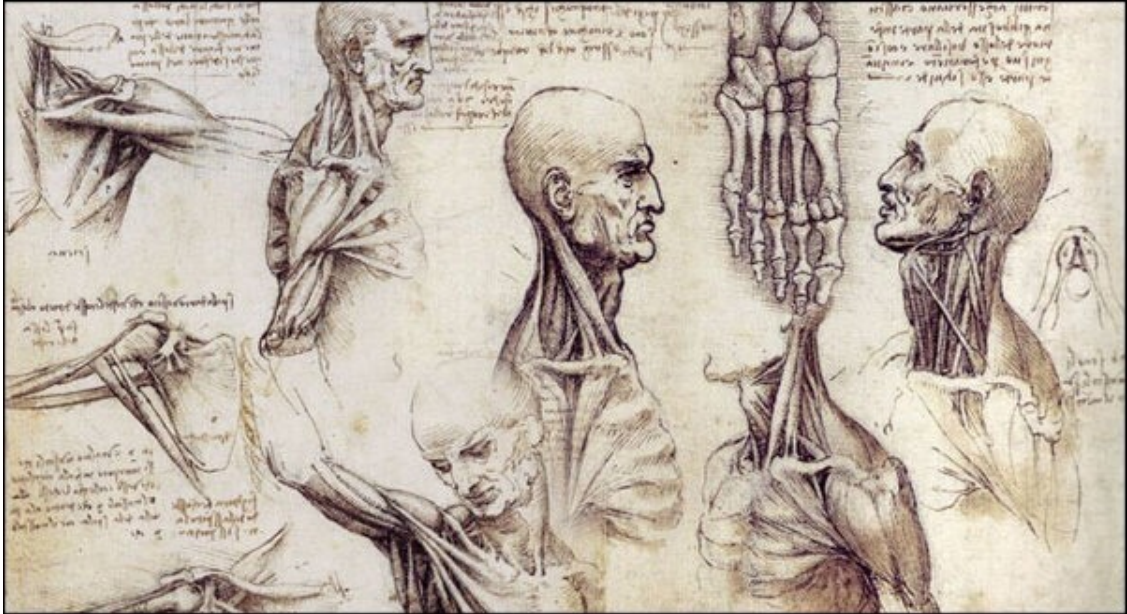
В первой главе книги рассмотрены общие вопросы бионики как науки, определены ее цели и задачи, а также выявлены проблемы, решение которых возможно только на основе системного метода исследования живых организмов. Мы рассмотрим ее историю и ее составляющие.

Вторая часть посвящена фактическим технологиям, которые можно встретить уже сейчас. Экзоскелеты, нейроинтерфейсы, протезы и искусственные органы – это то, что дала бионика и что станет фундаментом будущего мира.

Последняя часть посвящена будущему – киборгизации, трансгуманизму, переносу и оцифровке сознания.

В этой книге мы пройдем от первых моделей орнитоподов Леонардо да Винчи через современные экзоскелеты до возможных технологий полной киборгизации. Книга эта написана скорее практиком-биоником, чем теоретиком-футуристом, поэтому многие технологии будут описаны очень подробно, другим же уделено меньше внимания. Причиной такого будет как раз то, что над некоторыми вещами я работал и работаю собственноручно, а некоторые лишь изучаю. Всё же, несмотря ни на что, буду пробовать рассказывать просто и по максимуму!

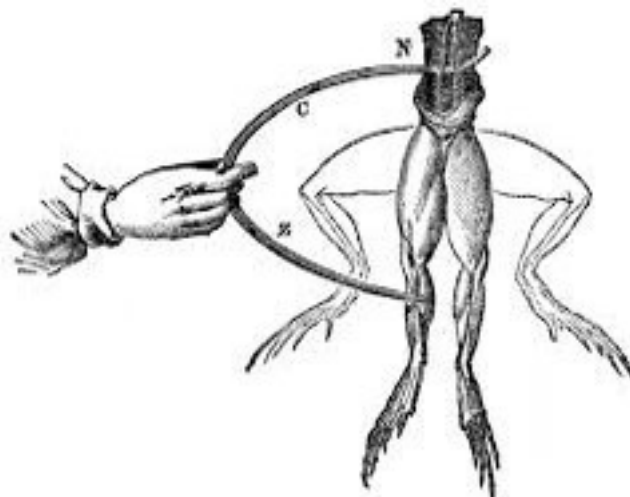
## Часть I Прошлое



### Глава 1. История бионики

Бионика – это очень необычная наука, если ее вообще можно локализовать как науку. Бионика это, можно сказать, метод познания и преобразования мира вокруг, и она была с людьми всегда. Бионика – это не киборги и экзоскелеты, это не причудливые здания и не искусственные органы. Бионика – это именно логика использования биологических идей и техническая реализация.







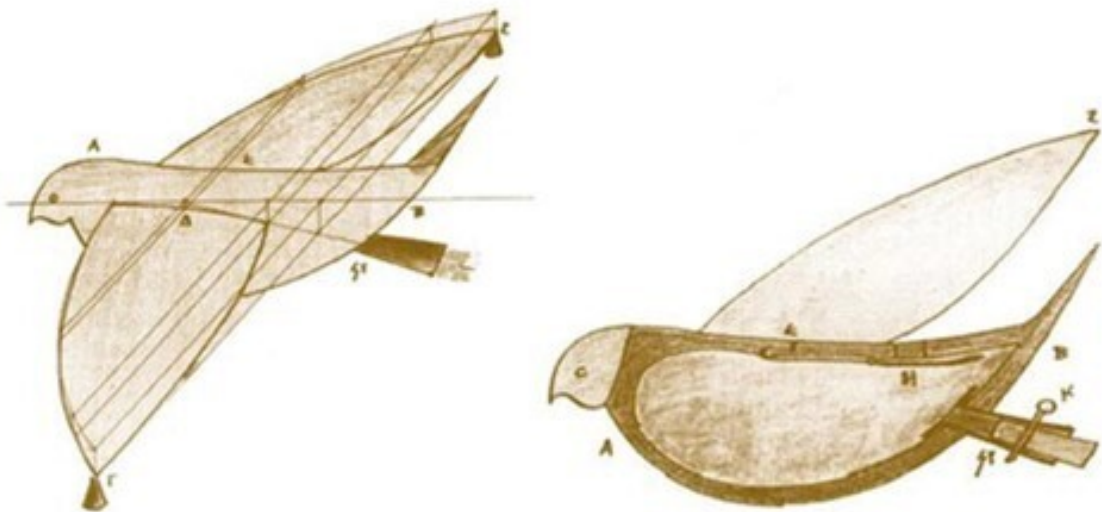
Официально считается, что бионика как наука возникла примерно в 50-ые годы 20 века, как раз во время появления и активного внедрения разнообразных полупроводниковых приборов, таких как диоды или транзисторы. Сложно не согласиться, что именно в этот период было сделано очень многое для основания этого метода как науки, но все же появилась бионика значительно раньше. Значительно раньше.



В древности человек в полной мере зависел от природной стихии и обожествлял природу. Наскальные изображения животных и фигурки, вырезанные из кости и рога, показывают, что люди были наблюдательны и хорошо знали животных, считали их братьями, учились у них повадкам, ловкости, хитрости, формам защиты и нападения, методам охоты и рыболовства. Как и животные, люди были следопытами, укрывались шкурами зверей от холода, использовали клыки и когти убитых хищников для защиты или нападения.



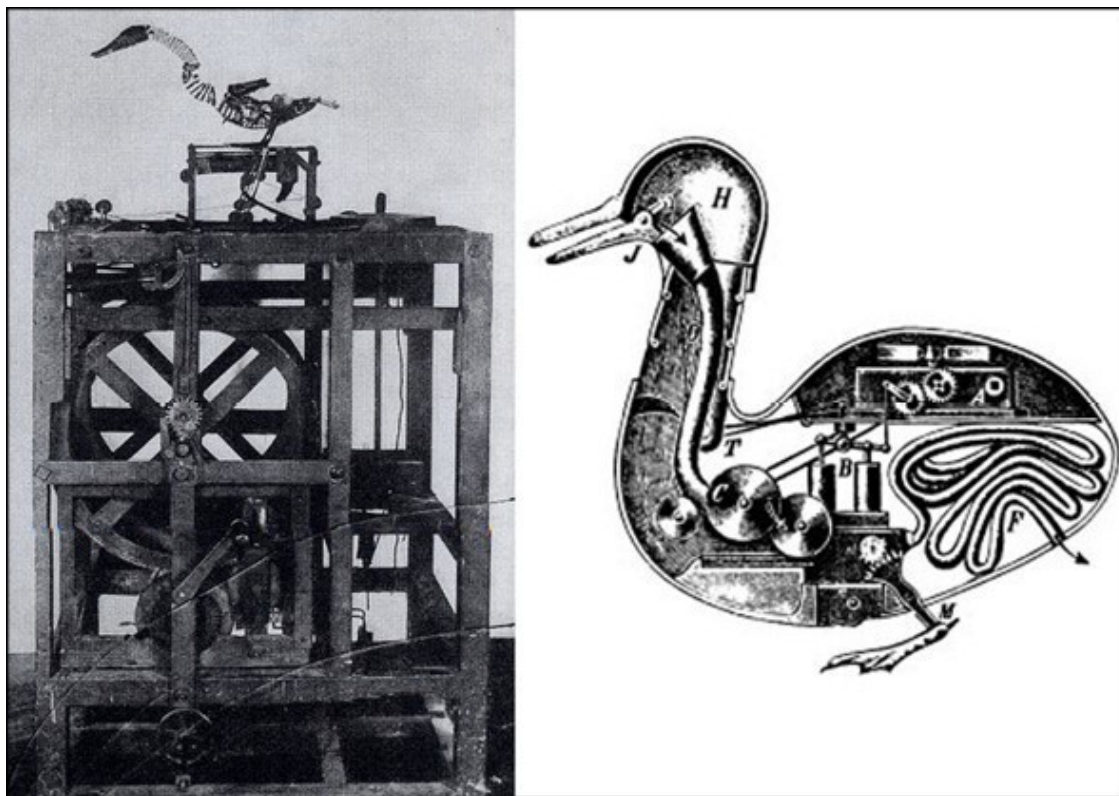
Во времена язычества и античности древние инженеры заимствовали у живой природы идеи для строений, способы действия и принципы передвижения. Колонны зданий копировали ствол дерева, поддерживающего, как крону, тяжелый свод. Древнеегипетские колонны повторяли форму стебля и цветка лотоса. При строительстве арок и куполов зодчие заимствовали формы яйца и черепа, как обладающих удивительной прочностью. Наблюдая природу, люди даже создавали автоматические устройства, например, в Древней Греции Архит Тарентский создал механического летающего голубя



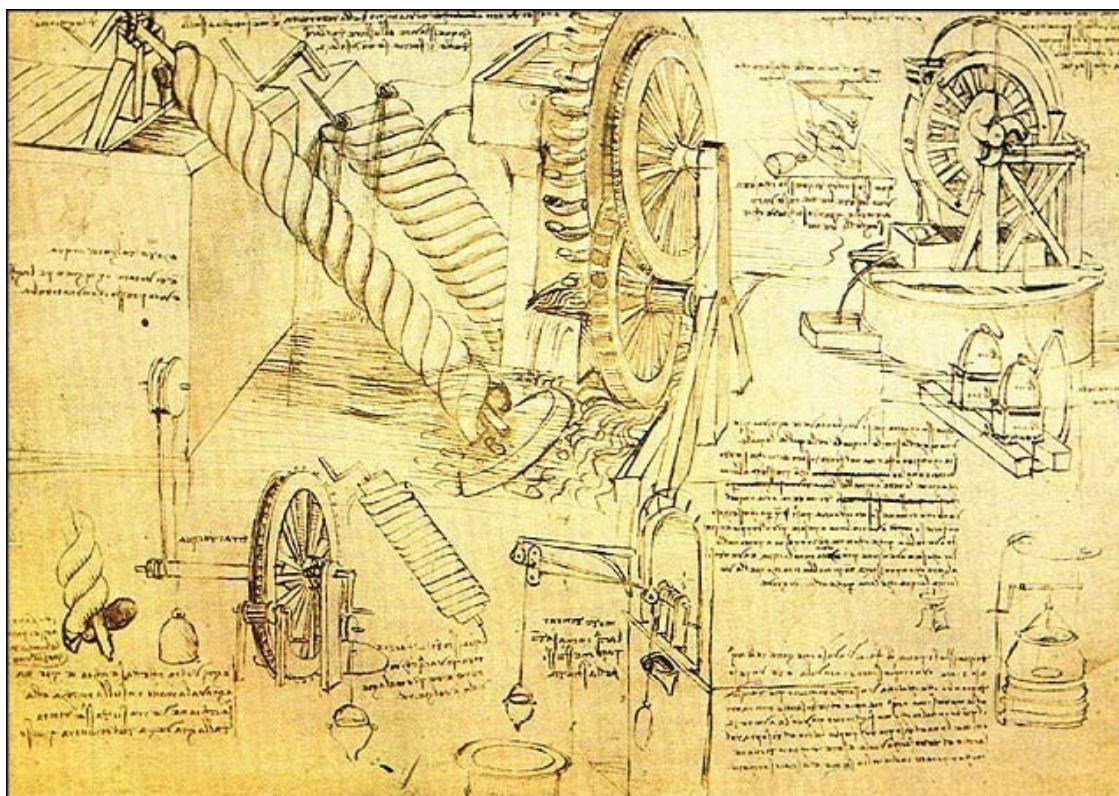
С возникновением и развитием христианства, отводившего людям роль неких созерцателей, временно обитающих на Земле и безропотно переносящих страдания в ожидании загробной вечной жизни, резко затормозилось развитие науки и техники, а также изучение природы. Но в эпоху Возрождения это положение начало изменяться. Строились подъемные краны, военные и горные машины, водо – и рудоподъемные устройства. Стали широко применяться текстильные, сукновальные, мукомольные и другие машины. Как правило, эти механизмы приводились в действие колесами, вращавшихся с помощью воды, ветра, животных или людей. Техника тех лет поражает своей грандиозностью, мощностью и хитроумностью решений. Создавая новые машины, конструкторы и изобретатели пристально изучали живую природу, в том числе и человека. Арабские ученые, проводя глазные хирургические операции, исследовали строение глаза, что позволило уже в то время создать первые оптические линзы. Первой линзе – Линзе Нимруда, найденной на территории нынешнего Ирака, почти 2800 лет.



Крупнейшие научные деятели тех времен считали, что окружающая природа является первым учителем человека и основным источником подражания при создании машин. Так, Леон Баттиста Альберти в своих трактатах сравнивал машины с очень сильными живыми существами, работающими как человек.



Но особенно развил идеи бионики гениальный итальянский ученый эпохи Возрождения Леонардо да Винчи, выявив общность в принципах действия машин и живых организмов и разработав научный метод изучения природы, в котором соединились наблюдательность художника, точность расчетов ученого и мастерство практика. Этот метод нашел полное воплощение в результатах его технического творчества: изучение сочленений и суставов в организмах он использовал при создании зубчатых передач и отдельных механизмов в пушках, подъемных кранах, текстильных и других машинах.

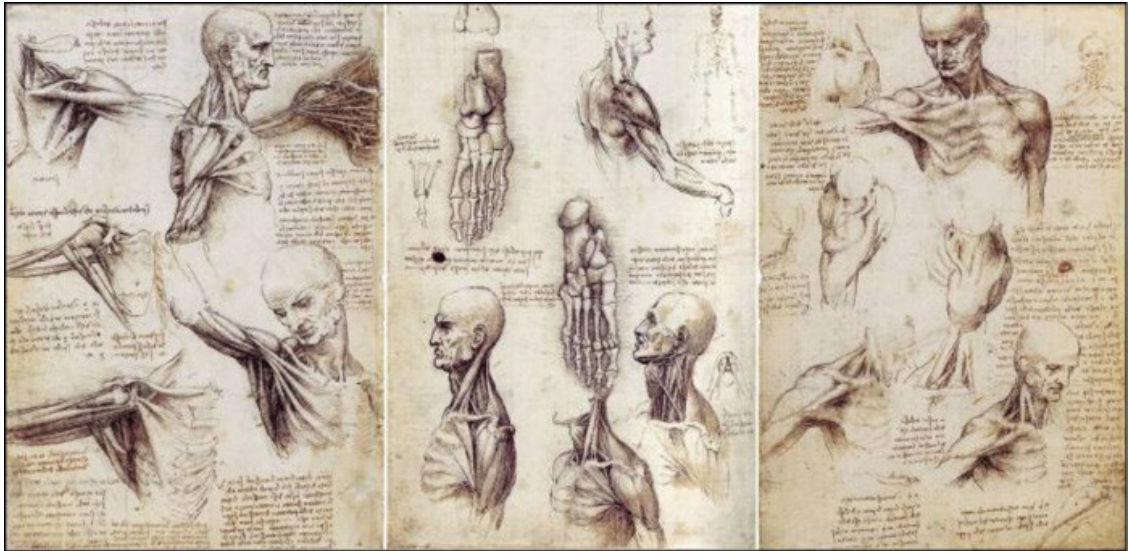


В Милане он делал много рисунков и изучал летательный механизм птиц разных пород и летучих мышей. Леонардо да Винчи очень хотел построить летательный аппарат и кроме наблюдений, он проводил и опыты, но они все были неудачными.

В результате наблюдений и переработки того, что он видел, Леонардо разработал как минимум 3 вида летательных аппаратов – вертолет, орнитоптер (или иначе говоря махолет) и дельтаплан. И это в 15 веке! Само собой, всё это очень отличалось от того, что мы имеем сейчас, вертолет, например, не имел винтов как у современных вертолетов, а имел что-то похожее на винт Архимеда и как будто «вкручивался» в воздух. Неизвестно, была ли реализована эта машина, но ее подробные чертежи остались в дневнике Леонардо – Атлантическом кодексе.

И именно благодаря этому дневнику мы можем точно знать, что Леонардо использовал в качестве вдохновителей птиц. В дневнике подробно описано, как идет логика преобразования крыла птицы в дельтаплан или же в крыло для орнитоптера.

Но это не всё. Кроме крыльев птиц и методов полета Леонардо также пытался скопировать концепцию черепахи и сделать первый танк. Опять же, неизвестно реализовался ли это проект «в металле», но его чертежи также сохранены.



К слову Русские умельцы в средние века тоже пытались создавать летательные аппараты, копируя полет птиц. Истории известен холоп Никита Летун, сконструировавший большие деревянные крылья, с помощью которых он, ловко прыгая с высокой башни, парил в воздухе и плавно опускался на Землю. За эти опередившие свое время полеты по приказу духовенства Никите отрубили голову, а крылья сожгли. Было это во времена Ивана Грозного.

С течением времени великие открытия, такие как движение планет солнечной системы, совершили переворот в сознании людей, постепенно наука освобождалась от ига религии, развивались естествознание и механика. Началось активное изучение природы и живых организмов.



Основополагающие открытия в области небесной механики послужили Исааку Ньютону основой для установления закона всемирного тяготения и создания теории классической механики. Интенсивное развитие механики привело к формированию механистического мировоззрения. Такое мировоззрение распространялось и на живую природу, при этом живые организмы уподоблялись механическим системам. Механистическая философия возродила и обратный процесс – перенос двигательных принципов и форм живых организмов на технические объекты. Исходным было следующее положение: природой созданы в животном мире совершеннейшие механизмы, воплощенные в столь же совершеннейшие формы. Птице дан прекрасный летательный аппарат в виде крыльев, рыбу природа снабдила плавательным аппаратом – хвостом и плавниками. Стоит только искусственно построить такие же органы и снабдить ими человека или сделать машины, копирующие живые существа, и человек станет с их помощью летать и плавать.

Заманчивость и кажущаяся легкость решения проблемы, а также успехи в создании всевозможных программных механических автоматов (птиц, поющих и машущих крыльями,

фигурок людей, танцующих, играющих или поющих и т. п.) привели к появлению ряда проектов машин, основанных на заимствовании биомеханики животных. Особенно ярко это заимствование проявлялось в проектах летательных аппаратов. Однако уровень развития науки и техники, а также знаний особенностей живых организмов был явно недостаточным для осуществления этих идей – за основу бралось лишь чисто внешнее сходство с живым организмом.

Достижения естествознания в XX вв. разрушили механистическую картину мира, а неудачи переноса биомеханики в технику в определенной мере дискредитировали живую природу как источник подражания. Этому также способствовал некритический перенос свойств животных на принципиально новые технические объекты, не имеющие аналогов в живой природе. Например, изобретатели того времени не могли представить себе возможность передвижения на колесах без подталкивания. Поэтому первые паровозы Брунтона и Гордона были снабжены механическими "ногами", которые попеременно поднимались как у лошади. Естественно, что эти конструкции не имели успеха.



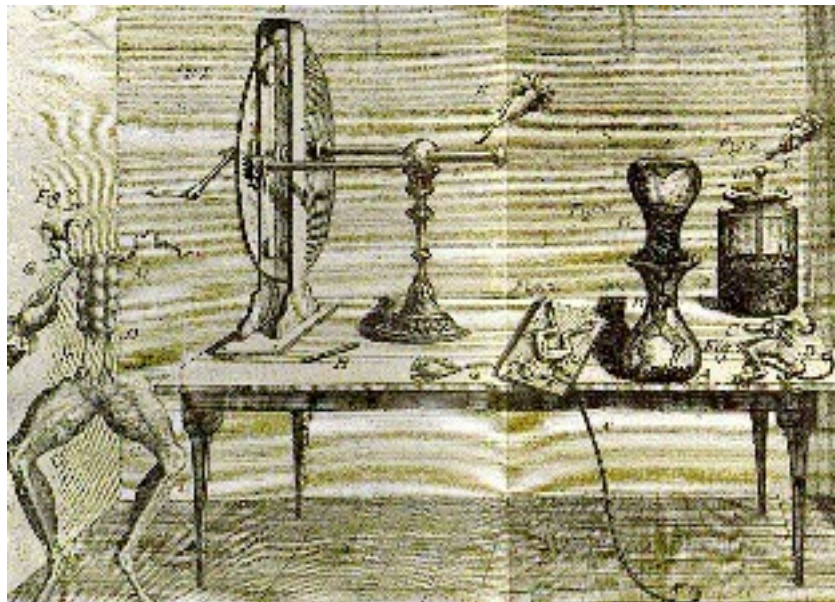
Только лишь после нескольких лет соответствующих исследований удалось обеспечить качение колес по рельсам, и необходимость в искусственных ногах отпала. Можно привести много примеров неудачного переноса свойств живой природы в технику, которые и привели к появлению в середине XX века учения о том, что, создавая технику, не следует подражать живой природе, так как принципы устройства живых организмов и машин различны. Главное различие, якобы, состоит в том, что в живых организмах нет колес, и им не свойственно вращательное движение.

Тем не менее, в этот период использование биологических аналогов не было вообще бесплодным. Многие ученые все же продолжали изучать живую природу и черпать из ее кладовых новые изобретения.

Одним из краугольных камней бионики является использование и исследование биоток. Первым эти работы начал великий итальянский врач, анатом, физиолог и физик Луи-

джи Гальвани, открыв биоэлектричество в живых организмах и разработав учение об общих закономерностях организации технических устройств и животных. Остановимся подробнее на этом моменте.

С 1780 г. Гальвани начал работу по физиологии нервов и мышц, которая принесла ему всемирную славу и множество неприятностей.



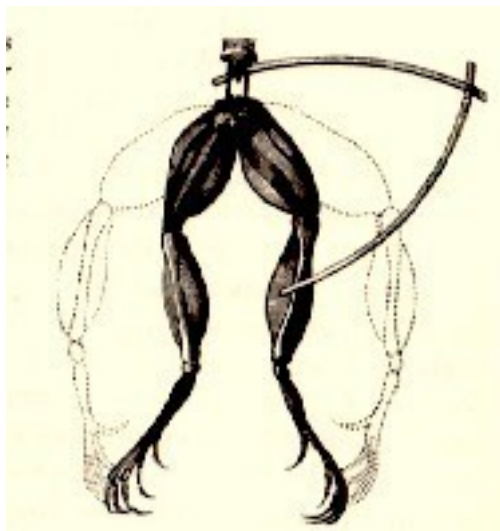
Столкнувшись с новым незнакомым явлением, Гальвани как истинный сын своего века начинает тщательно и всесторонне исследовать новое по тем временам направление электрических токов в живых существах. Он ставит самые разнообразные опыты. Например, показывает, что эффект движения отделенных конечностей наблюдается и тогда, когда отделенная от тела лапка лягушки двигается от воздействия электрического тока. И даже тогда, когда лягушачья лапка включается в цепь между громоотводом и землей, она сокращается в тот момент, когда проскакивает молния.

Но как бы ни были интересны эти опыты, никаких принципиально новых сведений об электрических явлениях в живых организмах они не давали: была обнаружена еще одна форма раздражающего действия электричества, но ведь и физики знали, что тела можно электризовать без прикосновения, на расстоянии.

В 1786 г. Гальвани начинает новую серию опытов, решив изучить действие на мышцы лягушки «спокойного» атмосферного электричества. К этому времени было показано, что электричество есть в атмосфере и в отсутствие грозы. Поняв, что лапка лягушки является в некотором смысле очень чувствительным электрометром, он решил попробовать обнаружить с ее помощью это атмосферное электричество. Лапки на решетке своего балкона, Гальвани долго ждал результатов, но лапка не сокращалась ни при какой погоде.

И вот 26 сентября 1786 г. лапка, наконец, сократилась. Но это произошло не тогда, когда изменилась погода, а при совершенно других обстоятельствах: лапка лягушки была подвешена к железной решетке балкона при помощи медного крючка и свисающим концом случайно коснулась решетки, Гальвани проверяет: оказывается, всякий раз, как образуется цепь «железо – лапка – медь», тут же происходит сокращение мышц лапки независимо от погоды. Гальвани переносит опыты в помещение, использует разные пары металлов и регулярно наблюдает сокращение мышц лапки лягушки.

Это уже что-то совершенно новое, никаких источников электричества поблизости нет (нет ни машины, ни грозы), а лапка лягушки сокращается.



Гальвани ставит красивый опыт в духе своего времени, когда эффектные публичные демонстрации были очень популярны. Лапка подвешивается на медном крючке, соединенном с серебряной шкатулкой, стоящей так, что нижняя часть лапки касается шкатулки. Лапка сокращается и отдергивается от шкатулки, от этого цепь размыкается, тогда лапка вновь опускается, вновь касается шкатулки, вновь поднимается и т. д. Возникает, как считал Гальвани, нечто вроде электрического маятника.

Как же объяснить эти наблюдения? Во времена Гальвани предполагалось, что металл нельзя наэлектризовать трением. Гальвани, как и другие ученые его времени, считал, что электричество не может возникать в металлах, но они могут играть только роль проводников. Отсюда Гальвани заключает, что источником электричества в этих опытах являются сами мышечные ткани лягушки, а металлы только замыкают цепь.

Но зачем в этой цепи нужны два разных металла? Гальвани исследует этот вопрос и обнаруживает, что можно обойтись и просто кусочком медной проволоки. При использовании одного металла сокращение возникает не всегда, и оно бывает слабее, но это уже мелкая деталь. Сокращение мышц наблюдается визуально, сила сокращения не измеряется. Важно, что два металла не обязательны, а значит и несущественны – рассуждает Гальвани.

Гальвани работал с нервно-мышечным препаратом: задней лапкой лягушки с отпрепарированным нервом и сохраненным кусочком спинного мозга. В первом же удачном опыте, когда лапка висела на балконе, а медный крючок был пропущен через кусочек позвоночника, а кончик лапки коснулся железной решетки, Гальвани решает, что это и есть самые лучшие условия, и не пробует другие.

Во всех его опытах один конец металлической дуги касается спинного мозга или нерва, а второй – поверхности лапки. Гальвани развивает такую схему: мышца лапки – заряженный электрический конденсатор; нерв – провод, соединенный с внутренней обкладкой банки; когда металлический проводник касается мышцы (наружной обкладки) и нерва (внутренней), мышца разряжается через нерв и это вызывает сокращение.

Еще четыре года уходят у Гальвани на всестороннее исследование открытого явления и, наконец, в 1791 г. появляется работа, подводящая итог десятилетнего труда, – упомянутый «Трактат о силах электричества при мышечном движении».

Гальвани считает свое открытие очень важным для человечества. Дело в том, что, как мы уже говорили, в это время возникали самые разнообразные эмпирические попытки использовать электричество для лечения болезней, причем эти попытки не имели никакой теоретической базы. Гальвани был, прежде всего, врачом и хотел лечить людей. Он сам пишет в конце

своего трактата, что в дальнейшем все свои усилия направит на разработку нового направления в медицине – электрофизиологию.

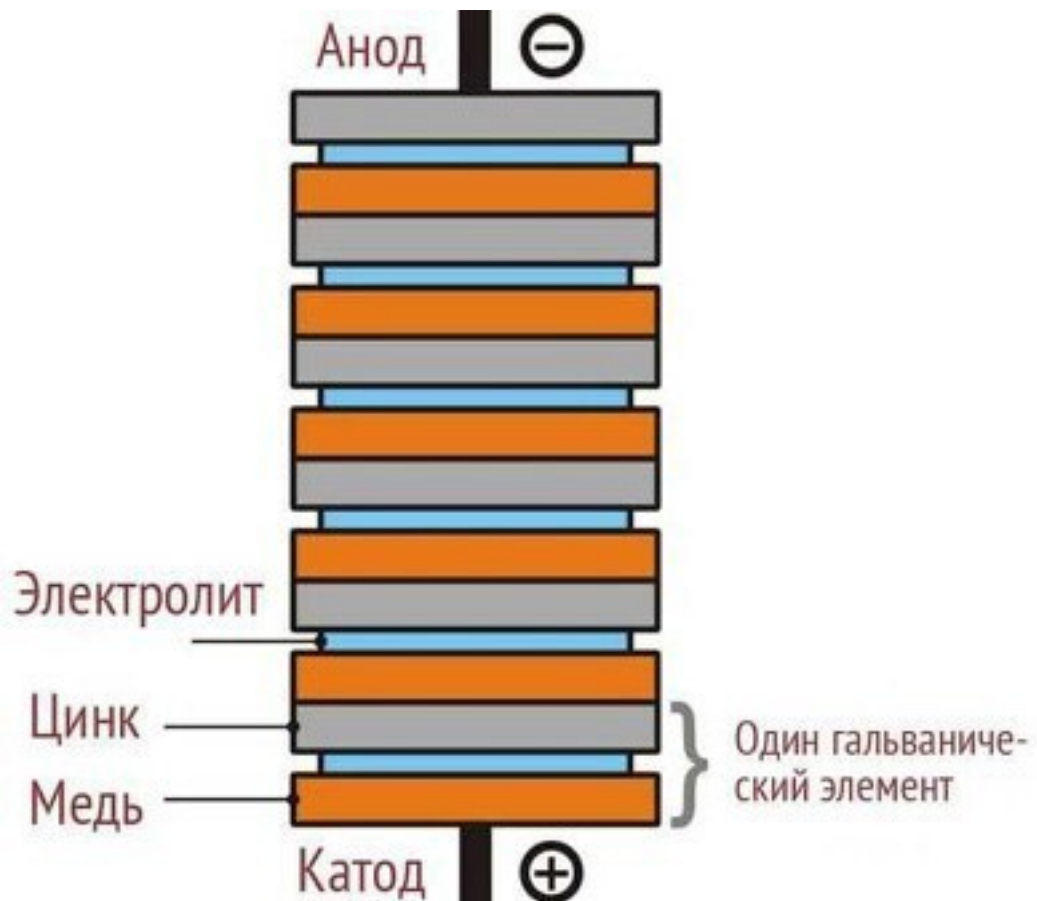
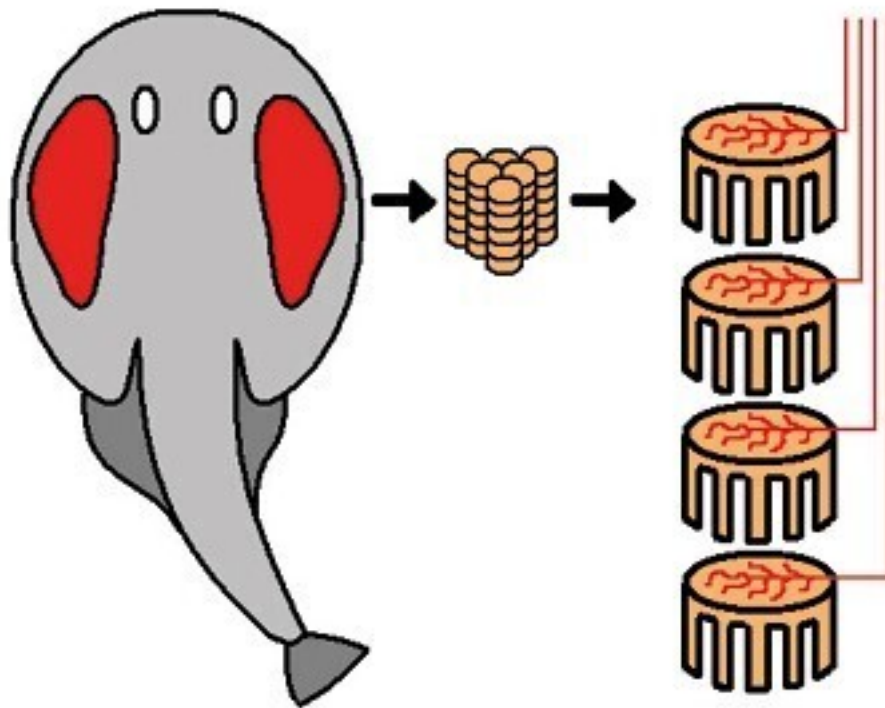
Но он был не только врач, но и ученый. Он понимал, что для разработки такого направления очень важно было показать, что электрические явления не есть что-то чуждое живым организмам, что электричество тесно связано с жизнедеятельностью, что «животное электричество» по своей природе ничем не отличается от электричества, вырабатываемого электрической машиной. Не случайно Гальвани после опытов на лягушках ставит опыты на теплокровных, показывая, что те же явления можно получить и на нервно-мышечных препаратах птиц и млекопитающих.

Следовательно, электрические явления присущи всем животным, а значит и человеку! Гальвани даже позволяет себе высказать соображение о причине некоторых болезней, например, он высказывает гипотезу, что паралич может быть связан с нарушением изоляции нервов, и действительно, сейчас известны болезни, вызванные этой причиной; или что эпилепсия может быть связана с сильным электрическим разрядом в мозгу, что тоже оказалось в принципе верным и о возможном лечебном применении электричества.

Выдвигая свое утверждение о существовании «животного электричества», Гальвани опирался также на изучение электрических рыб: в этом случае их способность вырабатывать электричество была доказана. Электрический скат был известен с далекой древности, а электрический угорь был описан в XVII веке после открытия Америки. Но этих рыб тогда, естественно, не называли электрическими, так как не знали, что их действие на человека и животных как-то связано с электричеством.

Однако после открытия новых видов электрических накопителей, разряд которых вызывал тот же эффект, что и прикосновение к электрическому скату, французский ботаник М. Адансон выдвинул предположение, что разряд электрических рыб и разряд электрического накопителя энергии имеют одну и ту же природу.

С электрическими скатами работал и Гальвани, один из видов этих рыб даже носит его имя: Торпедо Гальвани. Если скаты могут вырабатывать электричество, то почему же его не могут вырабатывать любые мышцы? И Гальвани подчеркивает в своем «Трактате...» сходство электричества, возникающего при трении, атмосферного электричества, электричества скатов и открытого им «животного электричества».



Кстати, электрические органы ската построены по принципу вольтова столба и служат для защиты и нападения. Разряды действуют на расстоянии до 6 м, парализуя рыб, моллюсков, ракообразных и других водных животных. Электрической рыбе остается только проглотить жертву. Электрические органы в большинстве случаев состоят из особых клеток – электроцитов, происшедших в процессе эволюции из мышечных клеток.

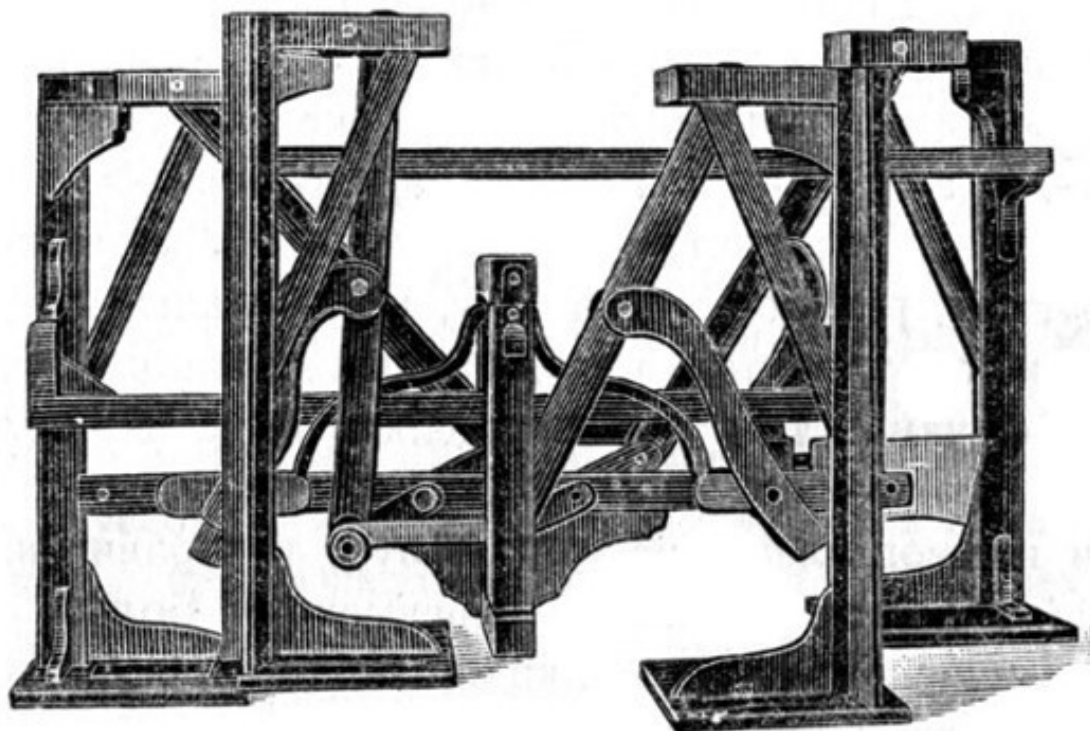
Очень интересно то, что, несмотря на достаточно убедительные данные о том, что действие ската связано с электрическим разрядом, находилось много людей, которые считали, что «животное электричество» должно отличаться от обычного электричества, должно иметь какие-то признаки своего особого происхождения.

Нельзя переоценить это открытие, так как именно биотоки стали тем, что многократно увеличило скорость развития бионики и вывело её из тупика механистического рассмотрения. Именно опыты Гальвани дали бионике возможность соединять искусственные и органические структуры в единую систему, например, такую как протезы рук или же искусственные органы. Всё это управляется и информационно соединяется с телом именно с помощью открытых Гальвани биотоков.

Не менее известный и сделавший не меньше для науки, чем Гальвани, физик Алессандро Вольта, воспроизводя условия возникновения биотоков, создал химический источник электрической энергии – гальванический элемент. То есть все наши батарейки были получены как бионическое осмысление биоэлектрических опытов Гальвани!

Но бионика строилась не только на изучении биотоков. Не меньшую роль в ней продолжала играть механика, особенно механика движения.

В России в это время также происходило развитие бионических методов. Ученый П. Л. Чебышев, изучая биомеханику животных, построил машину, которая перемещалась с помощью четырех ног, выполненных по подобию ног кузнечика.

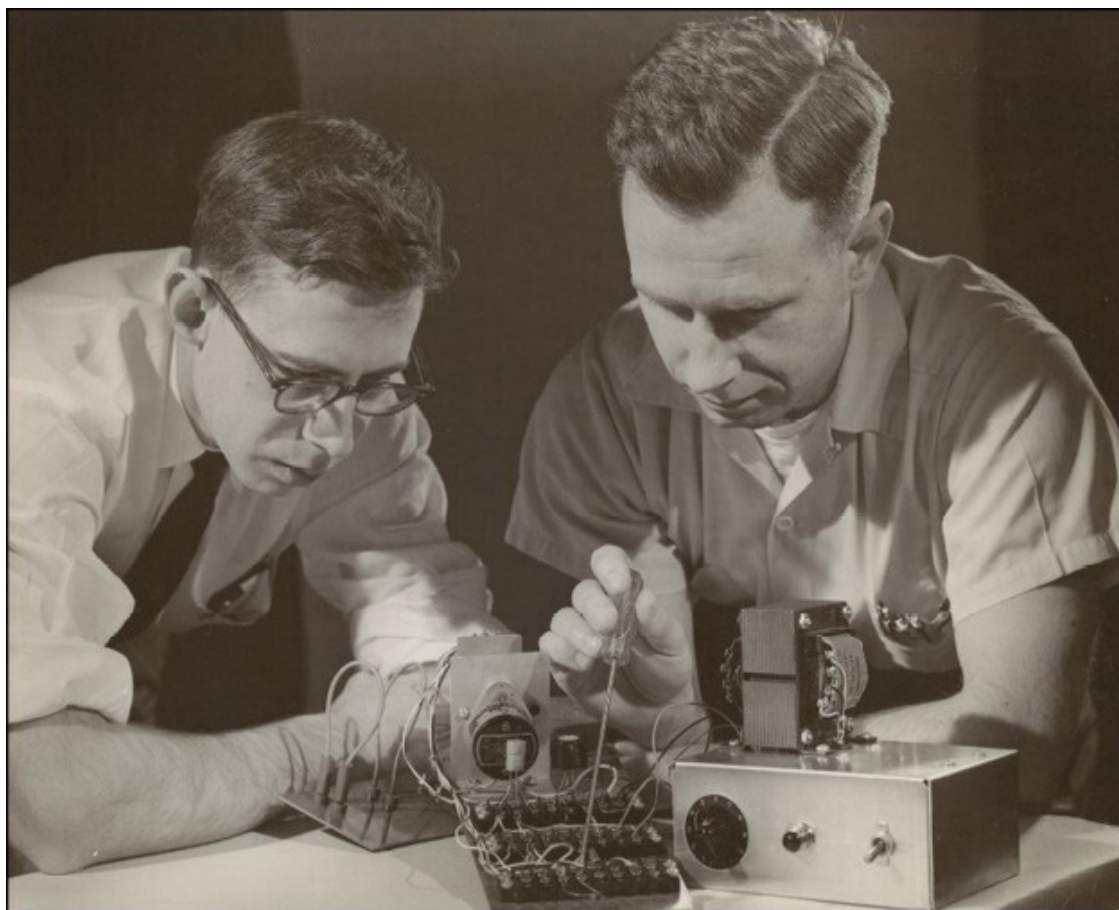


Несмотря на кажущуюся бессмысленность, эта работа позволила показать, что с помощью всего одного вращательного вала возможно полноценное передвижение четырех ног.

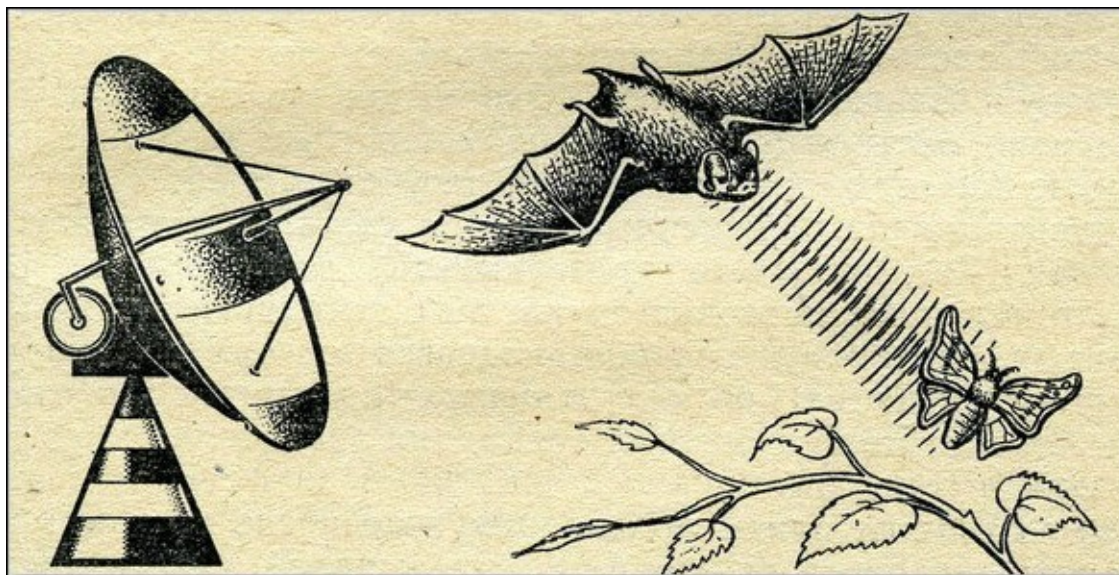
Другой же русский физик Н. А. Умов разработал принципы формирования всех организованных систем – животных, человека и машин – и выявил их общие закономерности построения. Его труды используются и в настоящее время в кибернетике.

Основоположник современной аэродинамики Н. Е. Жуковский в своих работах нередко обращался к анализу строения и механики полета птиц, подобно Леонардо Да Винчи. Работы Н. Е. Жуковского до сих пор являются образцом теоретического изучения биологических систем с целью выявления принципов, распространенных на технические устройства. Можно проследить, что этапы развития планеростроения повторяют эволюцию развития насекомых (бипланы, трипланы и другие виды летательных аппаратов).

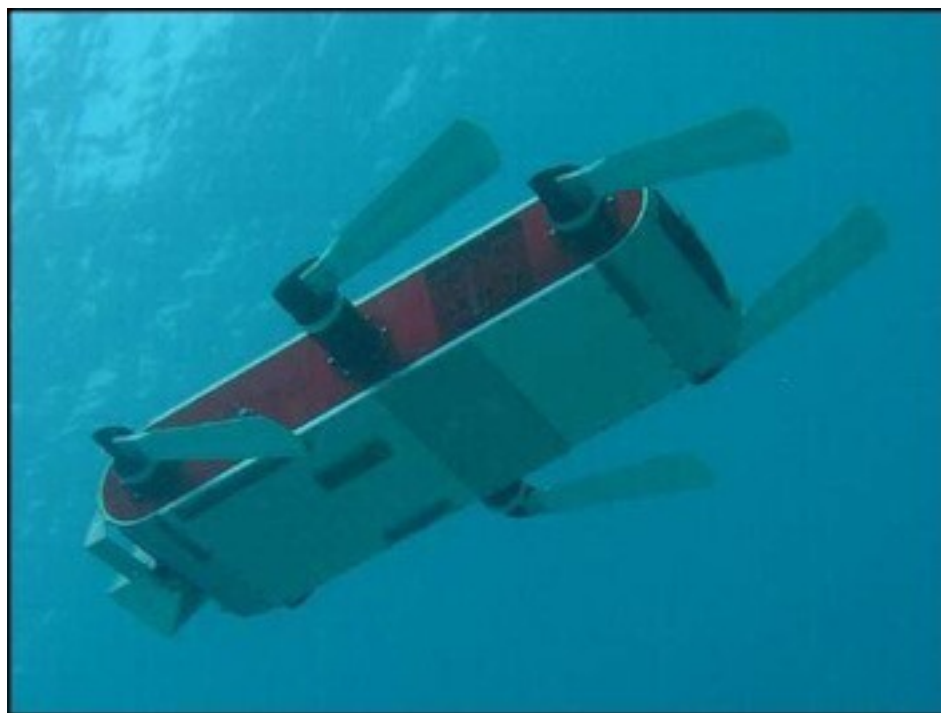
В дальнейшем изучение биотоков в XX веке переросло в изучение биологических структур, которые их генерируют, и проводят. Английские ученые Тьюринг, Мак-Каллок и Питтс, изучая нейроны и нейронные сети высшей нервной деятельности животных, установили их идентичность логическим модулям в цифровых вычислительных машинах. Их работы показали, что любые виды сложной деятельности человека могут быть промоделированы техническими средствами. В 50-е годы XX века развитие вычислительной техники автоматики привело к возможности создания технических устройств, у которых решаемые задачи стали в определенной степени сравнимыми с задачами, решаемыми живыми организмами.



Разработанные инженерами навигационные устройства – радиолокационные, акустические, инерциальные, манометрические и другие – давно существуют в живой природе, например, эхолокация подводных лодок или же радарные системы являются прямой копией эхолокации животных, таких как летучие мыши или дельфины. Не совсем прямо один в один, но принципиально идеи, на которых работает и то, и другое, одни и те же.



Кроме этого, одним из особо важных направлений в наши дни становятся бионические исследования, направленные на освоение природных ресурсов Мирового океана. Природные богатства в виде нефти, горючего газа, полезных ископаемых и продуктов питания, скрытые огромными толщами воды, требуют создания специальных технических систем и комплексов, приспособленных к новой, не свойственной для человека среде обитания.



Подводные работы, снабженные техническими сенсорными системами, различные обитаемые и необитаемые подводные аппараты в какой-то мере уже сегодня используют конструктивные и функциональные решения, отобранные в результате эволюционного развития отдельных видов живых обитателей морей и океанов.

Однако, бионика не могла не коснуться самого человека. Его органов, его механики, его физиологии...

Основной рывок развития этого направления бионики происходил с начала XX века примерно до его середины. В эти годы появилось четкое понимание механизмов передачи нервных сигналов и методов их снятия. Были изучены многие биологические процессы, но одни эксперименты были особенно необычны и для того времени и даже для нашего – эксперименты с первыми искусственными системами поддержания жизни.

Что же в этом необычного, скажете вы? А необычно то, что оживляли не человека и не какое-то тело, а его части – пальцы человека, головы животных!

Долгое время ученые искали способ, как вернуть к жизни отдельные органы и организм в целом. В 1928 году это удалось гениальному советскому ученому Сергею Сергеевичу Брюхоненко.



В конце 20-х годов XX века многие страны мира облетело сенсационное сообщение об эксперименте русского физиолога – оживлении изолированной от туловища головы собаки, жизнь которой поддерживалась при помощи аппарата искусственного кровообращения. Этот эксперимент явился началом новой эры в медицине, когда стало реальностью оживление человеческого организма после наступления клинической смерти, проведение операций на открытом сердце, пересадка органов и создание искусственного сердца.

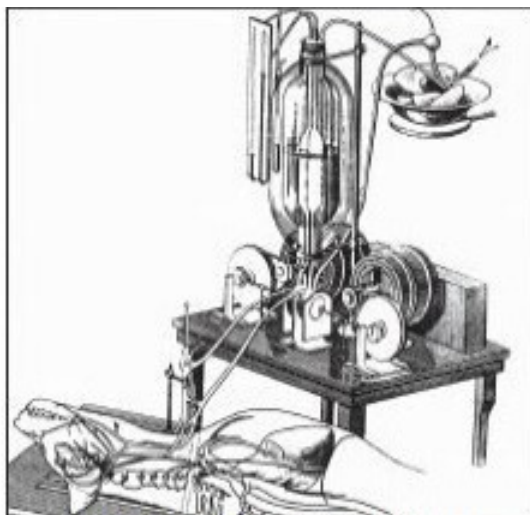


Рисунок 1. Схематический план «autojector»

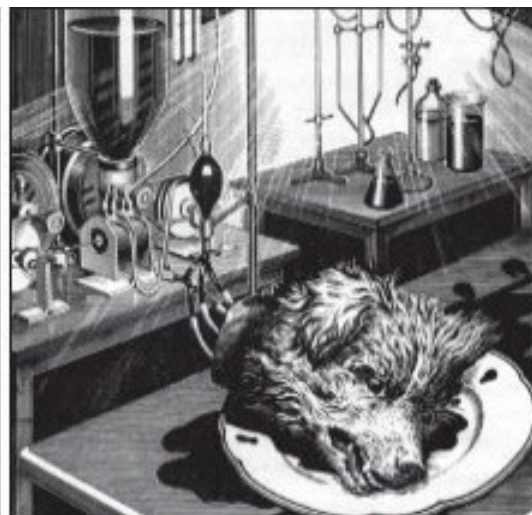
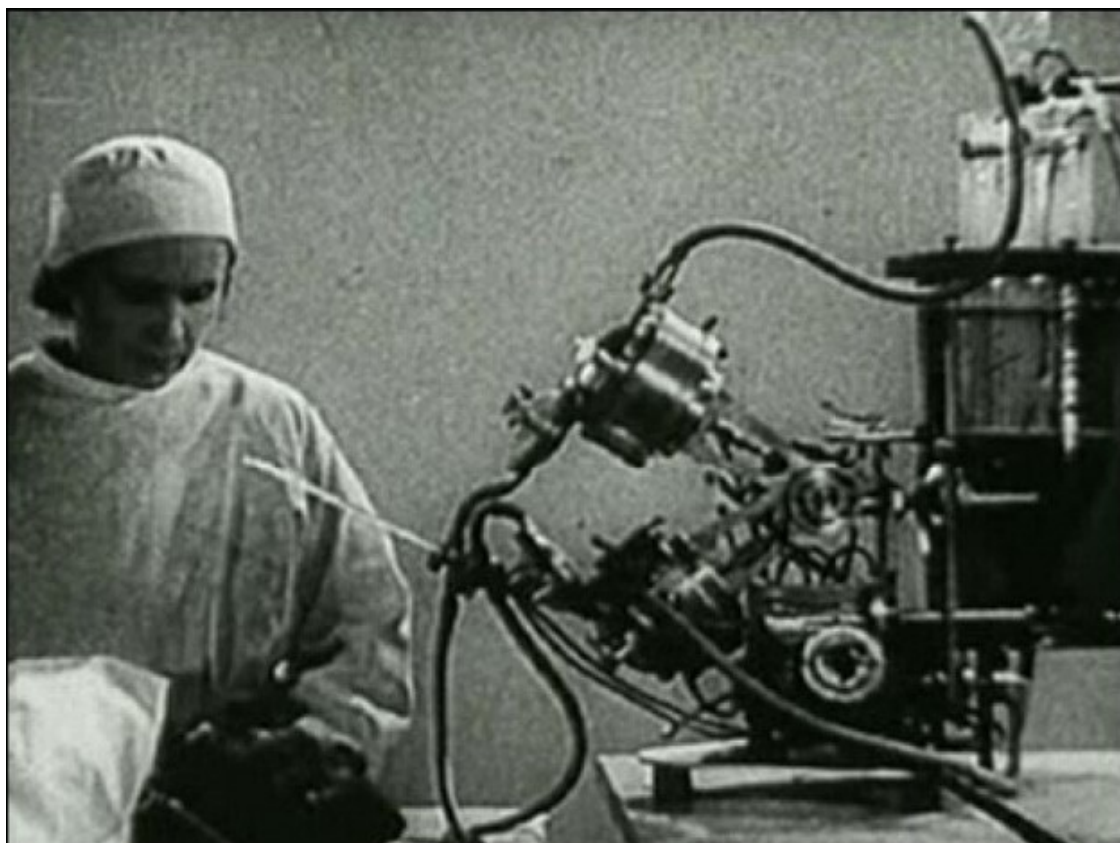


Рисунок 2. Голова собаки

В 1928 г. на Третьем съезде физиологов страны был впервые продемонстрирован созданный С. С. Брюхоненко аппарат искусственного кровообращения, названный автором автожектором.



Именно такие опыты дали фундамент всем реанимационным устройствам, но тогда цель была совсем иная – попытка победить смерть или же улучшить биологическую систему техническими методами.

И эта цель, как оказалась в дальнейшем, будет пронизывать всю бионику до наших времен, подарив нам экзоскелеты и нейроконтроллеры, ТДКС-стимуляцию и новые бионические

протезы. Уже сейчас можно точно сказать, что киборгизация, хотя бы частично, но возможна, и позволяет нам взглянуть на всю нашу науку и бионику в частности уже не только как на что-то прикладное, словно на инструмент, но уже как на целую философию – Трансгуманизм.

Большинство современных изобретений человек создал, не обращаясь за помощью к живым организмам, однако затем нередко выяснялось, что в природе эти идеи давно реализованы, только компактнее, миниатюрнее, надежнее и совершеннее.

Все же в творчестве природы и человека имеются принципиальные различия. Человек совершенствовал свои технические устройства в течение относительно малого периода времени, например, летательные аппараты – в течение нескольких десятков лет, а природе для создания своих «конструкций» потребовались многие миллионы лет. У человека есть большие возможности, обусловленные целенаправленностью действий, а у природы – гораздо больше времени. И поэтому создавший удивительные машины человек в ряде областей еще только лишь приближается к тому совершенству, которое создала природа.

Высокие темпы научно-технического прогресса привели к появлению все новых и новых поколений техники, отличающихся все более совершенными эксплуатационными характеристиками. Такое отличие поколений техники обусловлено внедрением все более совершенных материалов, электронных систем, методов измерений, принципов организации, технологии изготовления и даже самих принципов работы – и многое из этого дало осознание природы и ее методов.



Подведем итог: Бионика есть реализация идей, подчерпнутых из природы, техническими методами, или же улучшение существующих биологических систем техническими методами.

## Глава 2. Методы бионики

Опыт развития бионики показывает, что бессистемное изучение живых организмов, отличающихся исключительной сложностью и многообразием, для выявления полезных для технической реализации разработок обычно не приносит плодотворных результатов. Успех такой работы может быть обеспечен лишь при наличии определенной методологии, включающей ряд последовательных этапов:

1. Постановка и подготовка задачи.
2. Изучение закономерностей построения, функционирования и развития организмов.
3. Выявление органов или биологических систем, которые могут служить аналогом разрабатываемого технического объекта, и выполнение ряда системотехнических исследований и процедур, необходимых для выбора оптимального предложения.

Приведем краткое содержание этапов бионической методологии.

Постановка задачи исследования и разработки бионического проекта предполагает:

- формулировку конечной цели исследования и разработки технического объекта;
- определение системы критериев оценки качества разрабатываемого объекта для планируемых условий его применения;
- оценку технического уровня существующих устройств, аналогичных по назначению вновь разрабатываемому объекту;
- обоснование необходимости проведения бионических исследований для достижения высокого уровня новизны создаваемого объекта.

Разработанные тактико-технические и другие требования к новому объекту в дальнейшем могут уточняться и дополняться в зависимости от полученных результатов. В соответствии с возможностями бионики можно существенно улучшать технические и эксплуатационные характеристики создаваемого объекта (повышение точности, диапазона измерений, надежности), расширять области его применения, повышать уровни автоматизации, управления и информационного обеспечения, создавать системы адаптации и обучения. Одновременно могут решаться задачи по разработке и созданию новой элементной базы, средств контроля и обслуживания создаваемого объекта, а также задачи эффективного и экономичного его использования.

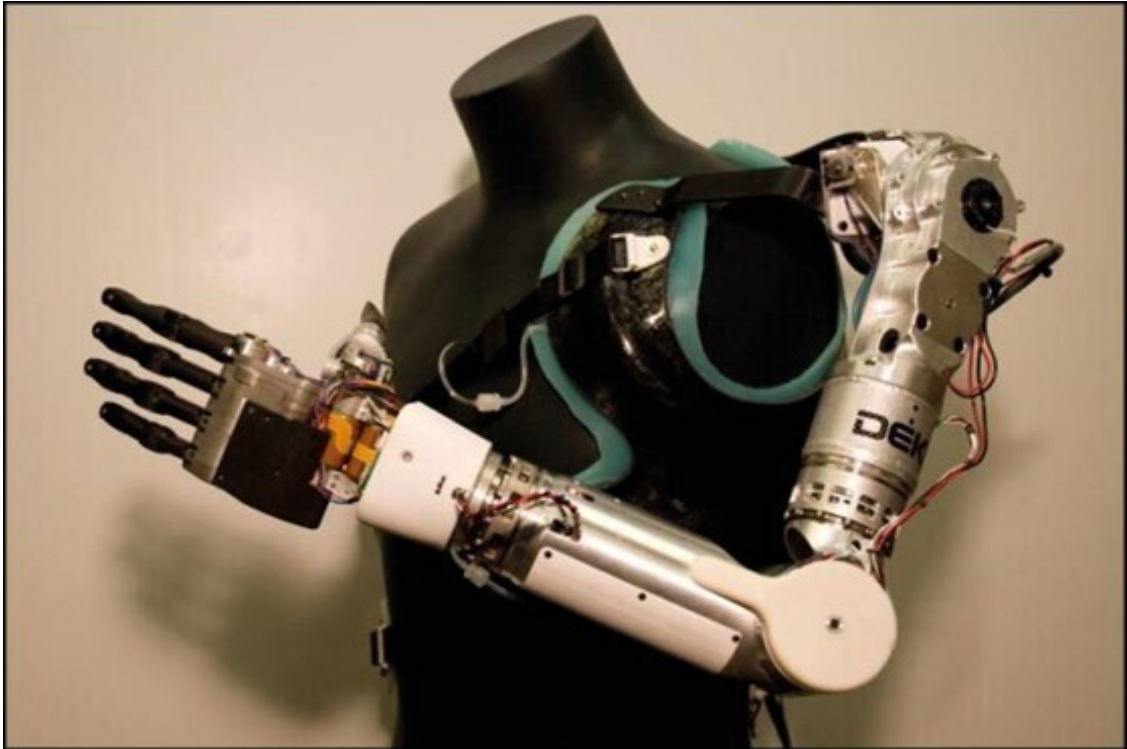
При изучении закономерностей построения, функционирования и развития организмов следует учитывать их общие и конкретные свойства. Общие их закономерности не зависят от вида животного, они присущи функционированию и развитию всех живых клеток, ряду органов и частей тела, а также функциональных систем организма в целом. Особое внимание необходимо уделять изучению основных жизненных функций, энергообеспечению, самовосстановлению и адаптации живых тканей организма, статическим и динамическим свойствам отдельных клеток, нервных цепей.

На основании полученных данных могут быть разработаны обобщенные функциональные модели организма или его составных частей, с помощью которых и выявляется биоаналог для разрабатываемого объекта. Однако нередко общие свойства организмов недостаточны для разработки требуемых бионических решений. Необходимо изучение особенностей конкретных видов организмов (млекопитающих, птиц, рыб, насекомых), которые по своим условиям обитания, жизненным функциям и характеристикам биоаналогов наиболее полно удовлетворяют условия решения поставленной задачи. Отбор таких организмов позволяет ограничить область исследования и конкретизировать варианты биоаналогов, которые в дальнейшем анализируются с помощью системотехнических методов или методом экспериментального перебора для отбора наилучших.

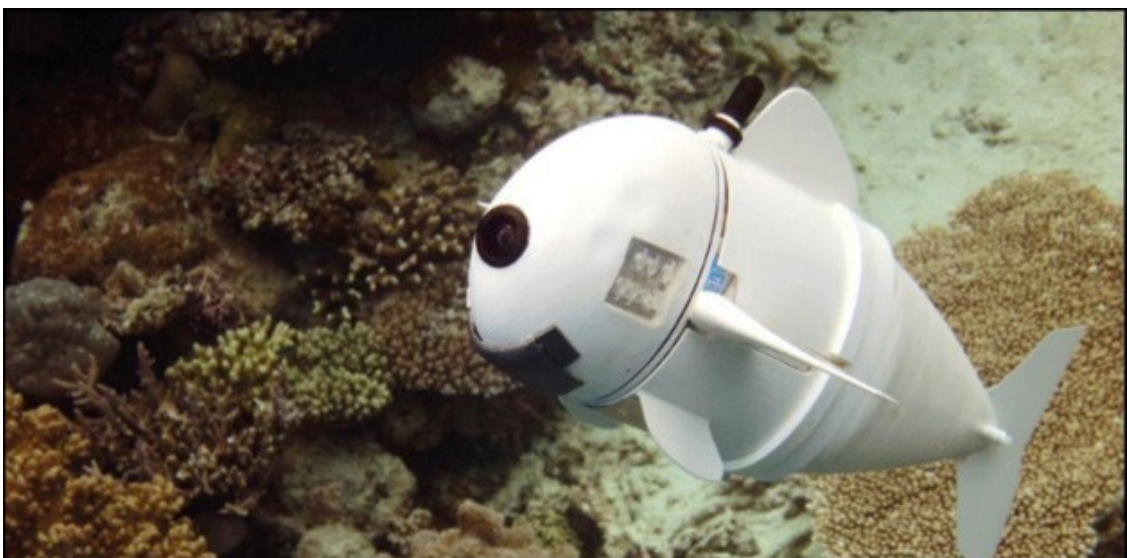
В результате изучения закономерностей построения, функционирования и развития организмов могут быть выявлены:

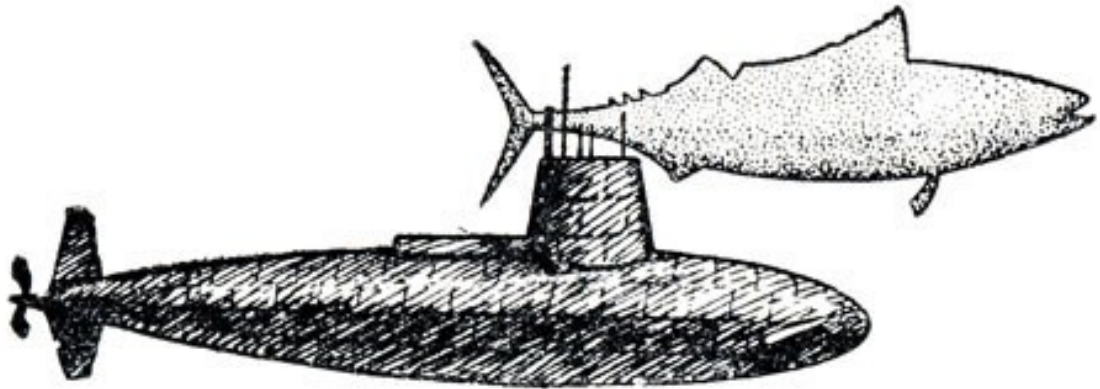
- части тела, органы, ткани и участки мозга, которые могут выполнять функции, аналогичные вновь создаваемому объекту (биоаналоги);

Например, мы хотим создать протез руки или искусственный орган, значит нам нужно изучить изначальную биологическую руку и орган, а не что-то иное.

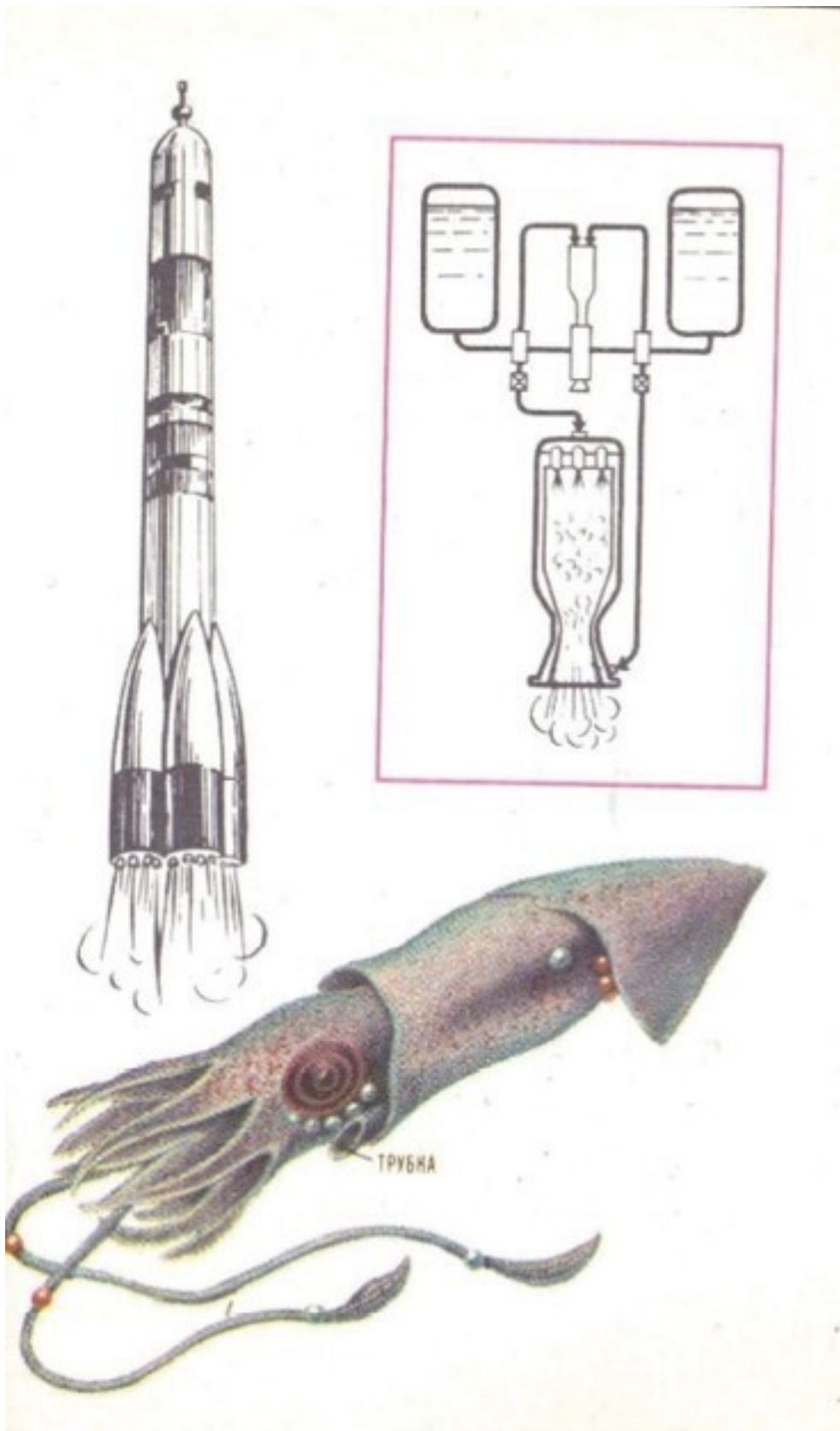


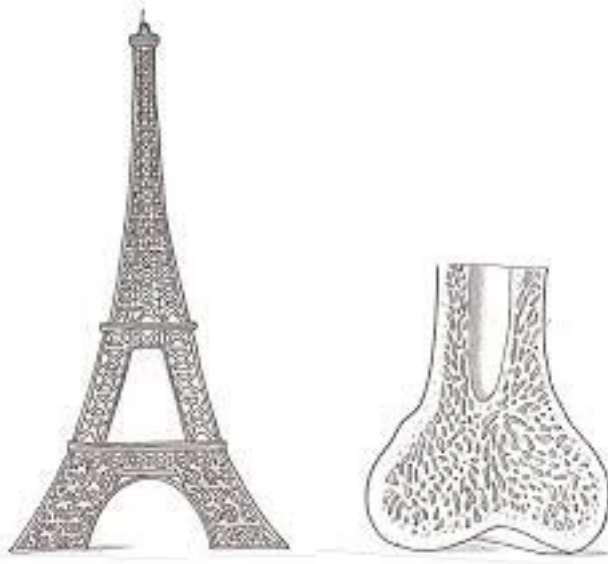
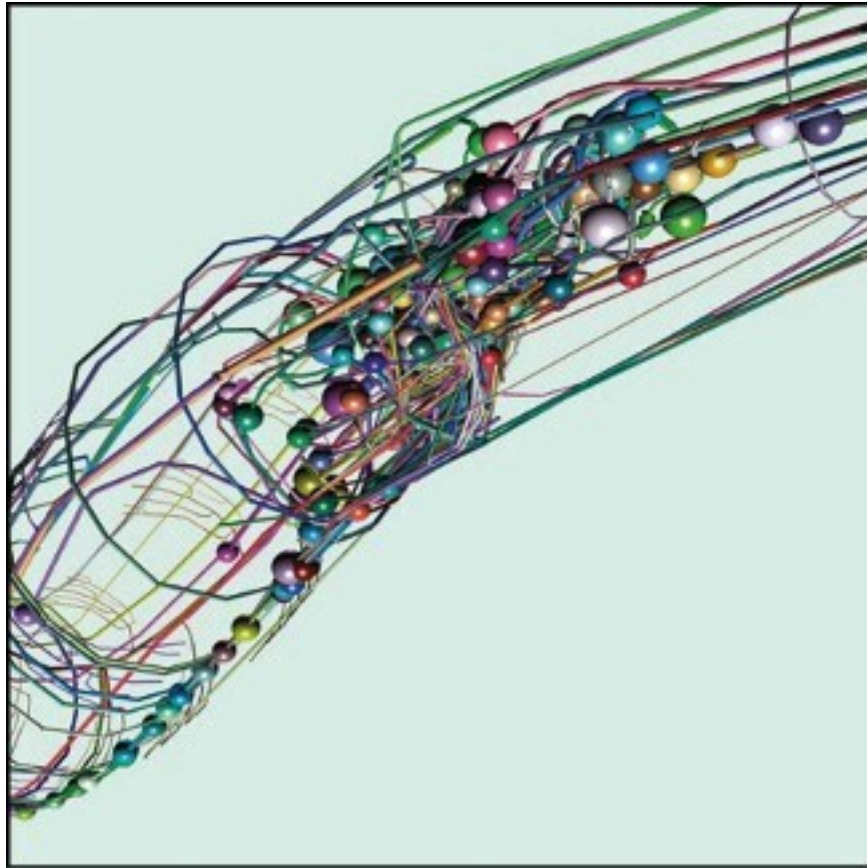
- виды животных, у которых условия обитания и характеристики биоаналогов наиболее полно удовлетворяют требованиям поставленной задачи; Хотим создать что-то летающее – изучаем птиц и летающих насекомых. Хотим, чтобы что-то эффективно плавало – изучаем рыб.





- основные компоненты и взаимосвязи между ними, которые необходимы для построения функциональной бионической модели – аналога структуры создаваемого объекта;





Хотим создать свою нейросеть – изучаем образцы нервных тканей и как они распространяют сигналы.

- математические модели компонентов и функциональной модели в целом, необходимые для получения и исследования статических и динамических характеристик, влияния изменения структуры, условий применения, возникновения отказов. Хотим, чтобы здания выдерживали какие-то особые условия – смотрим аналогичные среды обитания у растений и копируем структуру.

Эти данные являются основой для системотехнической разработки объекта, выявления возможных альтернатив (вариантов) его построения и выбора субоптимальных вариантов, которые можно рекомендовать для дальнейшей инженерной проработки и реализации.

Методика представлена лишь приблизительно, но вполне подходит для практического использования.

### Глава 3. Проблемы развития бионики

В течение последних десятилетий интерес к бионике существенно повысился, однако исследований, обобщающих научные направления и формирующих основы бионики как науки, опубликовано явно недостаточно. Нет единства мнений специалистов по ряду принципиальных положений по методике решения задач бионики, что в определенной степени тормозит ее развитие. Можно утверждать, что становление бионики как науки началось с применения системных методов исследования, математического аппарата анализа и синтеза свойств сложных биологических систем, методов идентификации и распознавания образов для выявления новых свойств организмов, методов кибернетики для раскрытия особенностей управления, адаптации и интеллекта животных, системотехнических методов синтеза и генерации оптимальных решений.

Благодаря этому бионика стала располагать необходимым арсеналом средств и методов исследования живых организмов, а также теоретическим аппаратом, позволяющим на научной основе выявлять секреты живой природы и использовать их не только для совершенствования техники, но и для внесения существенного вклада в естественные науки – биологию, медицину и др.

Таким образом, бионика развивается как наука о методах и средствах использования особенностей строения, функционирования и развития живых организмов для прикладных и научных разработок, направленных на развитие научно-технического прогресса.

Применяемые в бионике методы и технологии основаны на совместном использовании исследований, проводимых в медицинских и биологических науках, в кибернетике (особенно математический анализ динамики биологических систем и их электронное моделирование), и совокупности общенаучных прикладных, в основном технических, дисциплин. Однако имеются проблемы, сдерживающие развитие бионики. Во многом мешает существующая узкая специализация как технических, так и медико-биологических наук.

Развитие науки и техники, а также необходимость глубокого понимания изучаемых проблем потребовали дифференциации знаний и узкой специализации современных ученых. Каждое направление науки при проведении автономных исследований разрабатывает свою терминологию, часто непонятную специалистам других областей, и специфические методики изучения, которые не применимы в других областях. Например, в биологии и медицине выработался свой подход к изучению живых организмов, который существенно отличается от подходов, принятых при изучении технических систем.

Инженерно-технические работники рассматривают и классифицируют технические системы по функциональным признакам, изучают обобщенные структурные и функциональные модели систем и их компонентов не зависимо от времени и очередности их создания. Классификационные признаки технической системы, такие как количество и качество получаемой информации, методы физических измерений, области применения, способы обработки информации, выбираются в зависимости от ее назначения и конкретного применения для оценки и сравнения различных ее вариантов. Вот, например, классификация приводов.



Биологи же классифицируют живые организмы по признакам, связанным с последовательностью эволюционного развития живой природы. При такой классификации, например, животные, имеющие одинаковые условия существования и решающие одни и те же задачи, а значит, имеющие однотипные функциональные и информационные органы, относятся к разным классам и видам.



В медицине узкая специализация направлений изучения организма используется для выявления патологий, то есть нарушений его состояния, при этом недостаточно изучаются функциональные свойства отдельных органов и систем.

Чрезмерная специализация наук усложняет общение специалистов, затрудняет обмен информацией и тем самым препятствует целостному восприятию объектов изучения. Различия в терминологии, несовместимость подходов в изучении биосистем делает сложным контакт биологов и инженеров, является причиной взаимного непонимания, обуславливает недостаточность необходимой инженерам информации о функциональных свойствах живых организмов, затрудняет поиск оптимальных решений.

Преодоление этих трудностей связано с решением ряда научных, методических и организационных задач и целенаправленной подготовкой кадров специалистов-биоников. Необходимо совершенствование и углубление научных основ бионики, охватывающих все этапы изучения живой природы и разработки технических предложений, а также организация коллективных исследований с участием специалистов разного профиля для создания сколь угодно систематических методов обучения и подготовки специалистов-биоников.



## Глава 4. Ветви бионики

Бионика далеко не единая и монолитная область знаний, а имеет несколько, можно сказать ветвей. Само собой, это очень условное деление, ведь нет вообще какого-то четкого разделения между ее частями и одна из ветвей может использовать «плоды» с другой

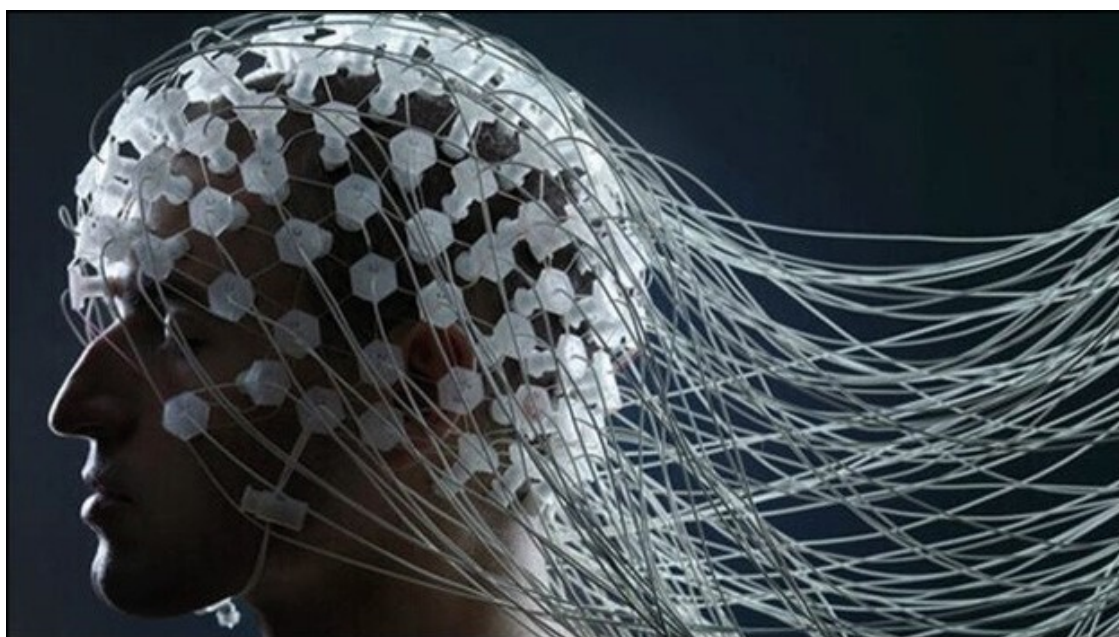
Итак, бионика делится на 3 больших ветви и одну обособленную ветвь:

Нейробионика, сенсорная бионика, обшеморфологическая бионика и обособленная ветвь – архитектурная бионика.



А теперь остановимся подробнее на каждой и начнем с нейробионики.

Нейробионика



Нейробионика – это раздел бионики, занимающийся организацией технических систем из нейроподобных элементов или их изучением. Основным этапом нейробионических исследований является моделирование нейроподобных систем при помощи компьютера (программно) или на базе уже имеющихся функциональных элементов (аппаратно). Под нейроподобными системами понимаются физические системы или математические модели, воспроизводящие наиболее существенные информационные свойства нейронных структур.

Выявление принципов нейронной организации мозга становится теперь особенно актуальным в связи широким распространением систем с параллельной обработкой информа-

ции, разработкой автономных роботов, развитием идей искусственного интеллекта, некоторые наработки которого уже используются во многих экспертных системах.

Сюда входит моделирование сетей для дальнейшего исследования и использования алгоритмов сетей в вычислительной технике. Например, многие экспертные системы и системы анализа изображений в качестве основы работы берут именно нейросети живых организмов.

Нейронная сеть в биологии – это множество нейронов, объединенных многочисленными связями друг с другом в нервной системе для выполнения определенных физиологических функций. Головной мозг человека – одна большая и сложная нейронная сеть. Благодаря этим сетям появились искусственные нейронные сети.

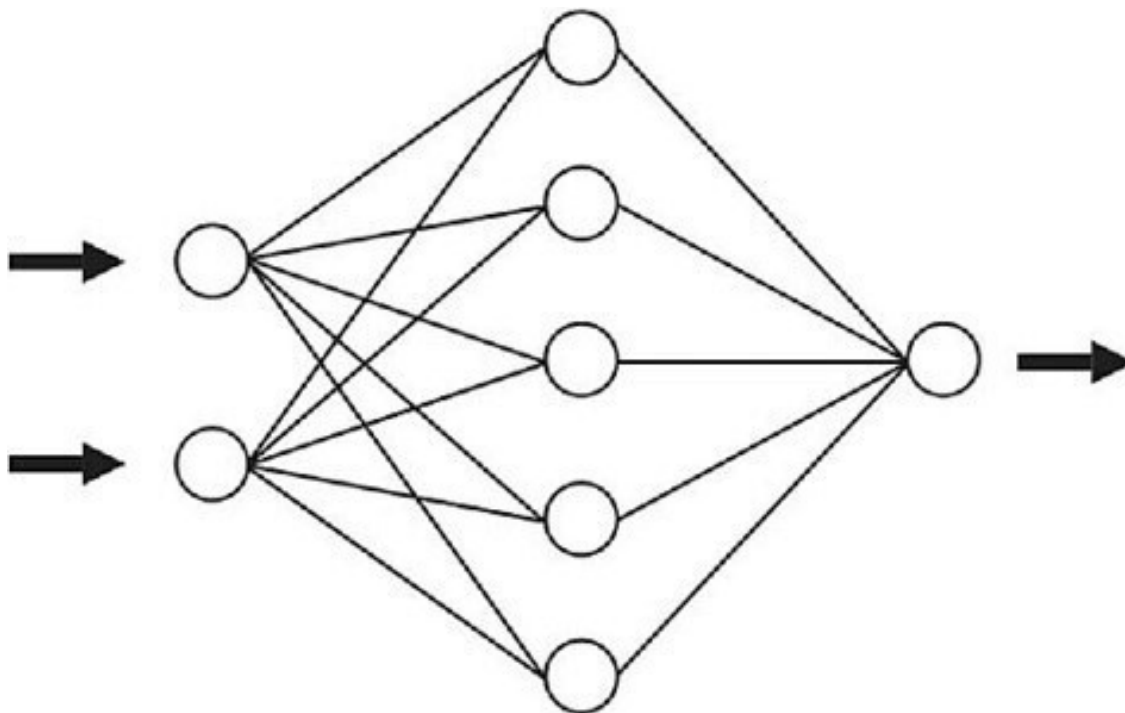
Искусственная нейронная сеть – это математическая модель, которая может быть воплощена на программном или аппаратном уровне по принципу биологической нервной системы.

Основной принцип построения сети – совокупность объединенных нейронов – остался неизменным. Но между биологической и искусственной сетями есть и различия, обусловленные их природой.

Во-первых, в искусственных сетях используют искусственные нейроны, которые являются компьютерными процессорами. То есть, искусственная нейросеть – это множество связанных между собой процессоров.

Во-вторых, биологическая сеть является трехмерной, и нейроны в ней связаны очень хаотично и непоследовательно. В подавляющем большинстве искусственные нейросети являются плоскими, так как их проще реализовать.

Принцип работы нейросети заключается в прохождении определенной информации через три слоя нейронов: входного, скрытого и выходного.



Нейроны входного слоя принимают сигналы и передают эти сигналы без обработки нейронам скрытого слоя. При этом при передаче сигнала, он еще и распределяется между другими нейронами неизвестным способом, так как каждый нейрон одного слоя связан с каждым нейроном следующего слоя.

В скрытом слое происходит обработка сигналов и последующая его передача в выходной слой. Именно в скрытом слое и происходит решение задачи. Стоит отметить, что скрытым этот

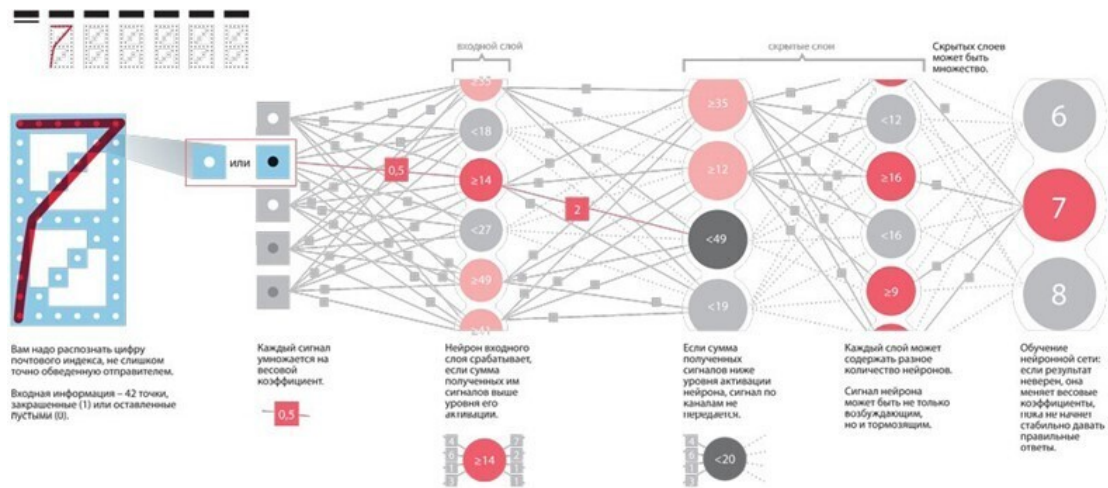
слой назвали по той причине, что мы не можем отследить поведение сети в этом слое: куда передается сигнал, как он распределяется и прочее.

В последнем, выходном, слое происходит последний этап обработки и, если это можно так назвать, конвертирование результата в понятный нам тип информации.

Искусственные сети можно по-разному разделять на типы и классы, однако существует две основные классификации: по наличию обратной связи и по методу «обучения».

Возможно, у вас возникает важный вопрос: как применить нейронную сеть к решению конкретной задачи? Нейронные сети применяются при решении таких задач, алгоритм и правила решения которых неизвестны. В этом заключается преимущество сетей перед обычными программами, которые требуют известный алгоритм или правила решения проблемы.

Наиболее широко нейросети используются при прогнозировании разных процессов (чаще всего экономических), управления разными программными или роботизированными системами, решение задач классификации: распознавание звука, изображения или других данных.



В заключение, хочется еще раз отметить основные причины, по которым искусственные нейронные сети – это большой шаг в будущее. Нейронные сети – исключительно мощный метод моделирования, позволяющий воспроизводить чрезвычайно сложные зависимости.

Они крайне просты в использовании. Нейронные сети учатся на примерах. Пользователь нейронной сети подбирает представительные данные, а затем запускает алгоритм обучения, который автоматически воспринимает структуру данных. При этом от пользователя требуется какой-то набор знаний о том, как следует отбирать и подготавливать данные, выбирать нужную архитектуру сети и интерпретировать результаты, однако уровень знаний, необходимый для успешного применения нейронных сетей, гораздо скромнее, чем при использовании традиционных методов статистики.

## **Конец ознакомительного фрагмента.**

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.