

Владимир Петров

ДУМАЙ ИНАЧЕ



КРЕАТИВНОЕ МЫШЛЕНИЕ

Владимир Петров

**Думай иначе.
Креативное мышление**

«Издательские решения»

Петров В.

Думай иначе. Креативное мышление / В. Петров —
«Издательские решения»,

ISBN 978-5-44-960678-5

Как получают целыми ядра грецкого ореха для конфет? Как Форд снизил простой конвейера? И еще 140 примеров и 250 иллюстраций. Не поверите, самые остроумные идеи величайших изобретателей — от Леонардо да Винчи до Стива Джобса — основаны на простых приемах. В книге — самые мощные из них: АНАЛОГИЯ — сделаем подобно... ИНВЕРСИЯ — давайте сделаем наоборот... ЭМПАТИЯ — представим себя на месте... ФАНТАЗИЯ — станем волшебниками! И тогда...

ISBN 978-5-44-960678-5

© Петров В.
© Издательские решения

Содержание

Благодарность	6
Введение	7
Глава 1. Аналогия	9
1.1. Определение аналогии	9
1.2. Аналогия с природой	10
Конец ознакомительного фрагмента.	33

Думай иначе Креативное мышление

Владимир Петров

© Владимир Петров, 2024

ISBN 978-5-4496-0678-5

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

– Как получают целыми ядра грецкого ореха для конфет?

– Как Форд снизил простои конвейера?

и еще 140 примеров и 250 иллюстраций.

Не поверите, самые остроумные идеи величайших изобретателей – от Леонардо да Винчи до Стива Джобса – основаны на простых приемах. В книге – самые мощные из них:

АНАЛОГИЯ – сделаем подобно...

ИНВЕРСИЯ – давайте сделаем наоборот...

ЭМПАТИЯ – представим себя на месте...

ФАНТАЗИЯ – станем волшебниками! И тогда...

Благодарность

Я премного благодарен Голдовскому Борису Израилевичу, Мастеру ТРИЗ, Генеральному конструктору подводной техники, Лауреату премии Правительства РФ в области науки и техники, Почетному судостроителю, ветерану-подводнику (г. Нижний Новгород, Россия).

Введение

Знание некоторых принципов легко возмещает незнание некоторых фактов.

Клод Адриан Гельвеций

Вам доводилось испытывать восхищение изобретениями из окружающего нас мира?

Вы задумывались над вопросом – как?! Как они сумели это придумать? Ну, например:

– Как получают целенькое ядро грецкого ореха для конфет?

– Как Форд снизил простой конвейера, всего лишь изменив оплату труда ремонтников?

– Как великий архитектор Гауди придумал необычные формы зданий в Барселоне, которые поражают весь мир?

Тогда – эта книга для вас! Вы увидите, что даже самые остроумные решения величайших изобретателей мира – от Леонардо да Винчи до Стива Джобса – основаны на простых и понятных приемах. В книге представлены самые мощные из них:

АНАЛОГИЯ – сделаем так же, как и...!

ИНВЕРСИЯ – давайте сделаем не так, как все, а наоборот?

ЭМПАТИЯ – давайте представим, что мы... и посмотрим на мир его глазами?

ФАНТАЗИЯ – давайте придумаем невозможное, мы – волшебники! Как мы тогда решили бы задачу? Как улучшили то, что доставляет неудобства?

Хорошо, скажете вы, а как? Как работают эти приемы?

Ответы на эти вопросы вы найдете в этой книге – своего рода хрестоматии применения перечисленных изобретательских приемов в самых разных областях человеческой деятельности.

В книге около 140 интереснейших примеров и 230 иллюстраций – богатый материал из личной картотеки автора.

Изобретениями я занимаюсь более 45 лет, мне посчастливилось быть учеником Г. С. Альтшуллера. Довелось выполнять заказы на изобретения для крупнейших компаний мира – решено более 5000 изобретательских задач для разных компаний, среди которых Samsung, Intel, Ford, General Motors, BMW, Boeing, Gillette, Johnson & Johnson, BOSCH и др.

Надеемся, книга распахнет перед вами захватывающий мир креативных решений и откроет завесу тайны изобретательского творчества. Уверены, после прочтения книги вы станете подмечать изобретательские приемы в окружающих технических объектах. А возможно, начнете изобретать сами? Почувствуете, как сладок «наркотик» изобретательства, когда хочется еще и еще и остановиться невозможно... Достойное занятие для человека 21 века!

Особенно полезна книга для тех, кто начал всерьез изучать ТРИЗ – теорию решения изобретательских задач Г. С. Альтшуллера – в книге постоянно прослеживается связь приемов с АРИЗ и другими инструментами ТРИЗ.

Этой темой – простейшими приемами изобретательства – автор обычно начинает вступительную лекцию по ТРИЗ для привлечения интереса. Материал прост для понимания и показывает, что рождение изобретений – не какая-то сокровенная тайна. А подчиняется определенным правилам. Слушатель сразу же получает первые инструменты, которые может использовать на практике.

Основы излагаемого материала взяты из [11] и работ автора [10, 12].

В данной книге существенно расширены понятия аналогии и инверсии, в основном за счет структуризации, более глубокого рассмотрения переноса технологий, введения понятия ведущей области техники и использования новых примеров.

Книга рассчитана на широкий круг читателей и адресована учащимся средних и старших классов, студентов разных специальностей, слушателей специализированных курсов и творческих мастерских по изобретательству и креативному мышлению.

Приятного чтения!

Глава 1. Аналогия

1.1. Определение аналогии

Анало́гия (др.-греч. ἀναλογία «пропорция, соответствие, соразмерность») – подобие, равенство отношений; сходство предметов, явлений, процессов, величин и т. п. в каких-либо свойствах, а также познание путем сравнения¹.

При решении задач идею решения можно получить путем применения известного аналогичного решения, «подсказанного» технической или художественной литературой, увиденного в кино или «подсмотренного» в природе.

¹ Аналогия – материал из Википедии.

1.2. Аналогия с природой

Выявлением и использованием «механизмов природы» занимается наука **бионика**.

Бионика (от др.-греч. *βίον* – живущее) – прикладная наука о применении в технических устройствах и системах принципов организации, свойств, функций и структур живой природы, то есть формы живого в природе и их промышленные аналоги. Проще говоря, бионика – это соединение биологии и техники. Бионика рассматривает биологию и технику совсем с новой стороны, объясняя, какие общие черты и какие различия существуют в природе и в технике².

Бионика исследует объекты живого и растительного мира, выявляет принципы их действия и конструктивные особенности, с целью применения этих знаний в науке и технике. Концепция бионики не нова. Еще 3000 лет назад китайцы пытались перенять у насекомых способ изготовления шелка.

Первый существенный вклад в эту науку внес великий ученый и художник **Леонардо да Винчи**.

Вот некоторые из его работ:

Пример 1.1. Механизм бьющихся крыльев³

Леонардо писал: «Если скажешь, что сухожилия и мускулы птицы несравненно большей силы, чем сухожилия и мускулы человека, принимая во внимание, что все мясо стольких мускулов и мякоть груди созданы ради пользы и увеличения движения крыльев, с цельной костью в груди, сообщающей величайшую силу птице, с крыльями, целиком сотканными из толстых сухожилий и других крепчайших связок хрящей и крепчайшей кожи с разными мускулами, то ответ на это гласит, что такая крепость предназначена к тому, чтобы иметь возможность сверх обычной поддержки крыльев удваивать и утраивать движение по произволу, дабы убежать от своего преследователя или преследовать свою добычу; ибо в этом случае надобно ей удваивать и утраивать свою силу и, сверх того, нести в своих лапах такой груз по воздуху, каков вес ее самой; как видно это на примере сокола, несущего утку, и орла, несущего зайца, прекрасно показывающем, откуда такой избыток силы берется; но для того чтобы держаться самому, и сохранять равновесие на крыльях своих, и подставлять их течению ветров, и поворачивать руль на своем пути, потребна ему сила небольшая и достаточно малого движения крыльев, и движения тем более медленного, чем птица больше. И у человека тоже запас силы в ногах – большой, чем нужно по его весу; и дабы убедиться, что это так, – поставь человека на ноги на берег и потом замечай, на сколько отпечаток его ног уходит вглубь. Затем поставь ему другого человека на спину, и увидишь, насколько глубже уйдет он. Затем сними человека со спины и заставь подпрыгнуть вверх – насколько можно, найдешь, что отпечаток его ног более углубился при прыжке, нежели с человеком на спине; следовательно, здесь в два приема доказано, что у человека силы вдвое больше, чем требуется для поддержания его самого»⁴.

Рисунок Леонардо механизма бьющихся крыльев и его модель (рис. 1.1).

² **Бионика** – материал из Википедии.

³ Manuscript, folio 88 v. Leonardo da Vinci. Манускрипт «В» Леонардо да Винчи, 168 с., военные сооружения, архитектура. Во всех рукописях пронумерованы листки; поэтому страницы обозначаются добавлением **r (recto)** или **v (verso)**.

⁴ Codex «On the Flight of Birds» (V.U.) 17 г. «Трактат о полете птиц» включает 17 стр. (размеры 21 x 15 см), в оригинале 18 стр. В манускрипте произведен широкий анализ полета птиц, уделено внимание механике полета, воздушному сопротивлению и воздушным потокам.

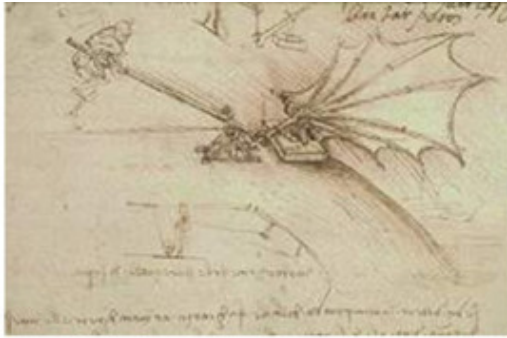


Рисунок Леонардо да Винчи



Модель

Рис. 1.1. Механизм бьющихся крыльев

Пример 1.2. Механизм крыла⁵

В книгах Леонардо можно прочитать: «Посмотри на крылья, которые, ударяясь о воздух, поддерживают тяжелого орла в тончайшей воздушной выси, вблизи стихии огня, и посмотри на движущийся над морем воздух, который, ударя в надутые паруса, заставляет бежать нагруженный тяжелый корабль; на этих достаточно веских и надежных основаниях сможешь ты постигнуть, как человек, преодолевая своими искусственными большими крыльями сопротивление окружающего его воздуха, способен подняться в нем ввысь»⁶.

Рисунок Леонардо механизма крыла и его модель (рис. 1.2).

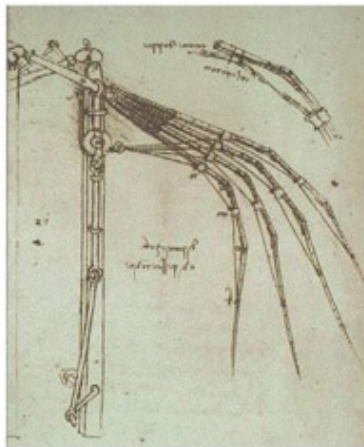
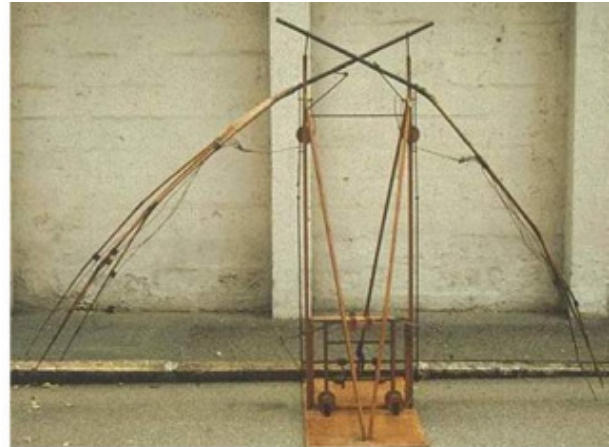


Рисунок Леонардо да Винчи



Модель

Рис. 1.2. Механизм крыла

Пример 1.3. Воздушный винт – вертолет⁷

Вот, что говорил Леонардо про устройство винта: «Я полагаю, что, если это устройство винта правильно изготовить, то есть если винт сделать из льняной ткани и поры ткани пропи-

⁵ Codex Atlanticus, folio 844. Leonardo da Vinci. Codex Atlanticus (Атлантический кодекс). Drawing from Il Codice Atlantico di Leonardo da Vinci nella biblioteca Ambrosiana di Milano, Editore Milano Hoepli 1894—1904. The original drawing is kept in the Biblioteca Ambrosiana in Milan (Editore Milano Hoepli 1894—1904).

⁶ Codex Atlanticus. 381 v. Leonardo da Vinci

⁷ Manuscript B, folio 83 v. Leonardo da Vinci

тать крахмалом, а за счет механизма придать быстрое вращательное движение винту, то это устройство поднимется в воздух.

Наружный край винта должен быть из проволоки толщиной с веревку, и от окружности до середины должно быть восемь локтей.

Я говорю, что когда прибор этот, сделанный винтом, сделан хорошо, т.е. из полотна, поры которого прокрахмалены, и быстро приводится во вращение, что названный винт ввинчивается в воздух и поднимается вверх. В качестве примера беру я широкую и тонкую линейку, которая стремительно быстро бросается в воздух; ты увидишь тогда, что твоя рука движется в направлении пересечения с названной доской.

Сделай, чтобы арматура вышеназванного [полотна] была изготовлена из тонких длинных трубок. Можно сделать себе маленькую модель из бумаги, ось которой – из тонкого листового железа, закручиваемая с силой, и которая, будучи отпущена, приводит во вращение винт»⁸.

Рисунок воздушного винта может быть датирован между 1483—1486 гг.

Это – один из самых известных рисунков Леонардо да Винчи. Некоторые эксперты идентифицировали механизм как предок вертолета. К рисунку дано всего лишь одно примечание – диаметр воздушного винта до 5 метров, использовать при изготовлении тростник, льняную ткань и трос. Леонардо предполагал, что механизмом будут управлять четыре человека, которые будут находиться на центральной платформе и за счет ручных рычагов предавать вращательное движение винту. Машина, разработанная Леонардо, вероятно, никогда не оторвалась бы от земли и не смогла бы перемещаться. А вот если бы увеличить движущую силу (вместо человеческой), то машина вполне могла бы подняться в воздух и перемещаться в пространстве. Зная о других разработках Леонардо, также можно утверждать, что, применив дополнительные устройства, полетом можно и управлять. Скорее всего, мысль использовать этот винт его далее не заинтересовала. Применить другую двигательную силу в то время было просто невозможно. Поэтому больше всего разрабатывалось механизмов, имеющих пассивную тягу, – механизмы с крыльями (планеры). А также механизмы с движущимися крыльями после наблюдения за птицами. Леонардо был очень наблюдательный человек, и все свои наблюдения пытался суммировать.

Рисунок Леонардо винта и его модель (рис. 1.3).

⁸ Manuscript B. 83 v. Leonardo da Vinci

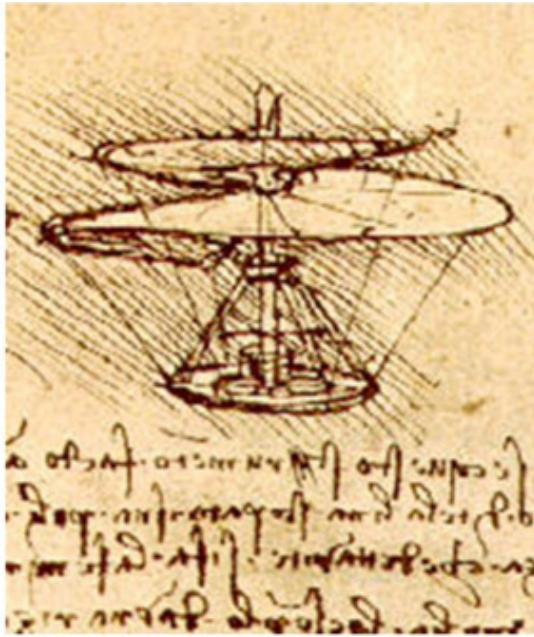


Рисунок Леонардо да Винчи



Модель

Рис. 1.3. Воздушный винт – вертолет

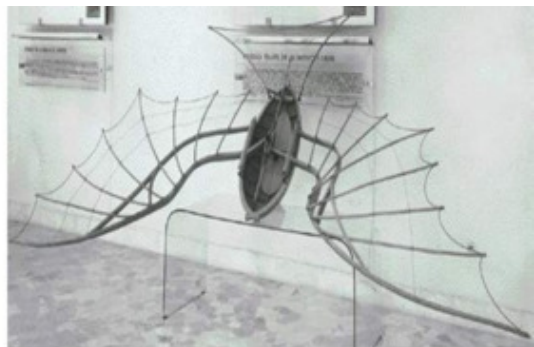
Пример 1.4. Планер с хвостом для управления полетом

Леонардо писал в своих исследованиях: «Названная птица должна при помощи ветра подниматься на большую высоту, и в этом будет ее безопасность, потому что даже в случае, если б ее постигли все ранее названные опрокидывания, у нее есть время вернуться в положение равновесия, лишь бы члены ее были большой стойкости, способные упомянутыми выше средствами противостоять стремительности и импульсу спуска – связками из прочной дубленой кожи и веревочными сухожилиями из прочнейшего сырцового шелка. И пусть никто не возится с железным материалом, потому что последний быстро ломается на изгибах или изнашивается, почему и не следует с ним путаться»⁹.

Рисунок Леонардо планера и его модель (рис. 1.4).



Рисунок Леонардо да Винчи



Модель

Рис. 1.4. Планер с хвостом для управления полетом

⁹ V.U. 8 r. Leonardo da Vinci

Пример 1.5. Структура крыла

Леонардо писал: «Помни, что птица твоя должна подражать не иному чему, как летучей мышь, на том основании, что ее перепонки образуют арматуру, или, вернее, связь между арматурами, т. е. главную часть крыльев. И если бы ты подражал крыльям пернатых, то [знай, что] у них, из-за того, что они сквозные, – более мощные кости и сухожилия, т. е. перья их друг с другом не соединены и сквозь них проходит воздух. А летучей мышь помогает перепонка, которая соединяет целое и которая не сквозная»¹⁰.

Рисунок Леонардо структуры крыла и его модель (рис. 1.5).



Рисунок Леонардо да Винчи



Модель

Рис. 1.5. Структура крыла

Пример 1.6. Планер с балансировкой тела для маневров

Леонардо писал: «Человек в летательном своем снаряде должен сохранять свободу движений от пояса и выше, дабы иметь возможность балансировать, наподобие того, как он делает это в лодке, – так, чтобы центр тяжести его и машины мог балансировать и перемещаться там, где это нужно, при изменении центра его сопротивления»¹¹.

Рисунок Леонардо планера и его модель (рис. 1.6).

¹⁰ V.U. 16 r. Leonardo da Vinci

¹¹ V.U. 6 r. Leonardo da Vinci



Рисунок Леонардо да Винчи



Модель

Рис. 1.6. Планер с балансировкой тела для маневров

Пример 1.7. Парашют¹²

Процитируем высказывания Леонардо об исследованиях спуска человека с большой высоты: «Когда у человека есть шатер из прокрахмаленного полотна, шириной в 12 локтей и вышиной в 12, он сможет бросаться с любой большой высоты без опасности для себя»¹³.

Рисунок Леонардо парашюта и его модель (рис. 1.7).

¹² Codex Atlanticus, folio 1058. Leonardo da Vinci

¹³ Codex Atlanticus 381 v. a. Leonardo da Vinci

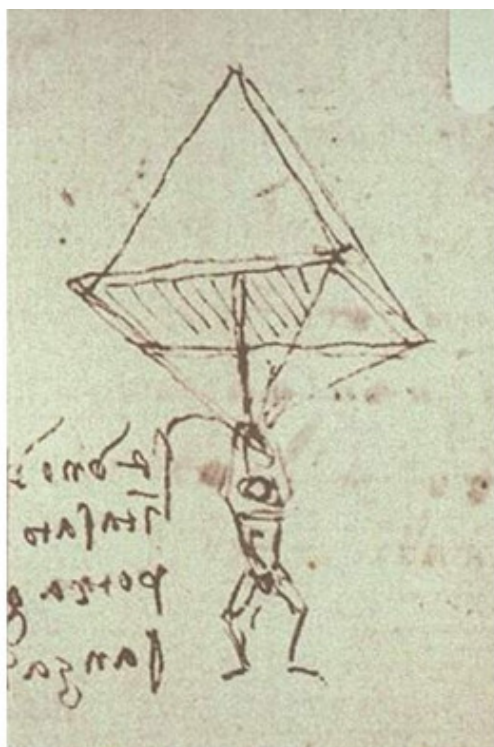
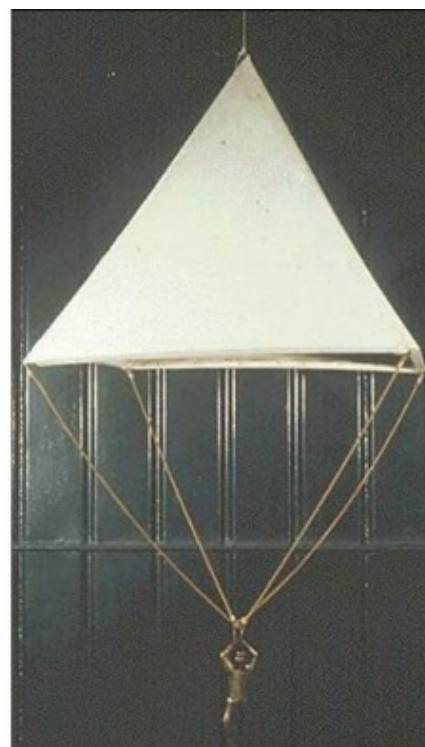


Рисунок Леонардо да Винчи



Модель

Рис. 1.7. Парашют

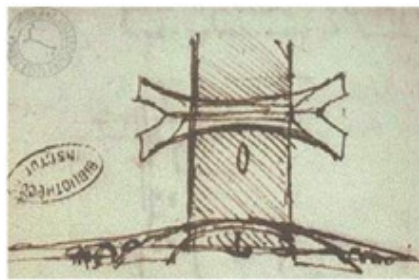
Пример 1.8. Мост Леонардо да Винчи

В норвежском городке Ас 31 ноября 2001 года открыли 100-метровый пешеходный мост, созданный по проекту Леонардо да Винчи. Это первый случай за 500 лет, когда какой-либо архитектурный проект Леонардо получил реальное воплощение.

Этот мост перекинут на высоте 8 м над автострадой E-18, в 35 км к югу от Осло. При реализации моста пришлось поступиться только одной задумкой Леонардо да Винчи – в качестве строительного материала было использовано дерево, а 500 лет назад мост планировалось построить из камня.

Леонардо да Винчи спроектировал это сооружение в 1502 году для турецкого султана Баязета II. Леонардо предложил перекинуть мост через залив Золотой Рог в Стамбуле. Если бы проект был реализован, этот мост был бы самым длинным мостом своего времени – его длина составляла 346 метров, ширина 23 метра, а пиковая высота – 40 метров выше уровня воды. Суть проекта – настил моста поддерживают три дуги-пролета, упирающиеся в землю. Уникальная особенность – двойная структура поддержки в основании моста, имеющего форму подобно хвосту воробья. Леонардо да Винчи так писал о нем турецкому султану Баязету II: «Мост в виде арки будет настолько высок, что любой корабль на полных парусах беспрепятственно пройдет под его сводами». Однако султан Баязет II отказался от предложений флорентийского художника.

Рисунок Леонардо моста и его воплощение (рис. 1.8).



Мост.
Проект Леонардо да Винчи
в 1502



Мост Леонардо в Норвегии

Рис. 1.8. Мост Леонардо да Винчи

Пример 1.9. Мост в виде полусвернутого листа

Свернутые в трубочку листья растений образуют причудливые желоба, позволяют сделать «конструкцию» листа более прочной без затрат на это дополнительного «строительного» материала. Природа использует и другие формы, например закрученные в спираль или ребристые.

Подражая природным структурным формам, удается спроектировать ажурные сооружения. Взяв за основу форму полусвернутого листа, инженеры спроектировали мост через реку (рис. 1.9), сочетающий в себе поразительную прочность и легкость, экономичность и красоту конструкции.



а) Лист злакового растения



б) Мост Паоло Солерии (Paolo Soleri)

Рис. 1.9. Мост в виде полусвернутого листа

Пример 1.10. Наутилус

Nautilus pompilius (Кораблик) (класс Cephalopoda, подкласс Nautiloide) – одно из самых древних животных Земли, которые жили еще 100 миллионов лет тому назад.

Эти моллюски обитают на большой глубине – обычно около полукилометра, а иногда и до 700 м. Раковина имеет спиралевидную форму, разделенную перегородками на несколько камер. Тело моллюска помещено в последней камере. Каждая перегородка имеет отверстие.

Конструкция раковины обеспечивает ее подъем или опускание. Моллюск заполняет камеры газом или водой. Когда наutilus хочет опуститься на глубину, он наполняет камеры водой, а для того, чтобы подняться, набирает газ, который вытесняет воду. Раковина становится легкой и всплывает.

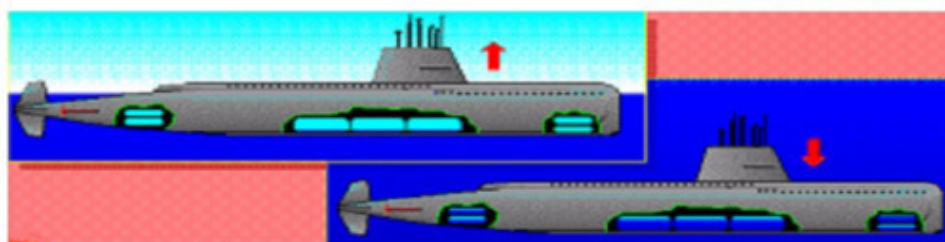
На этом принципе работает подводная лодка (рис. 1.10).



Моллюск Наutilus



Раковина моллюска Наutilus



Принцип опускания и поднятия подводной лодки

Рис. 1.10. Наutilus

Пример 1.11. Мечехвост

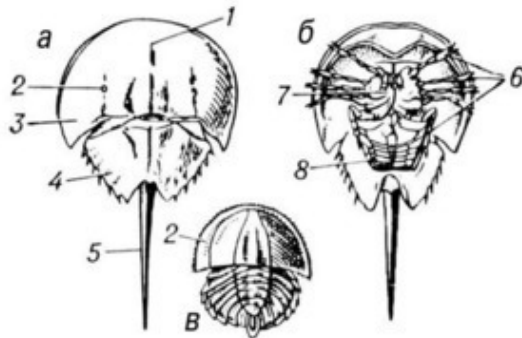
Мечехвосты (Xiphosura), отряд преимущественно вымерших морских членистоногих животных класса меростомовых. Уплощенное тело (длиной до 90 см) состоит из головогруди с 6 парами конечностей, служащих для передвижения, захвата пищи и ее размельчения, и брюшка с хвостовым шипом и 6 парами листовидных конечностей с многочисленными жаберными листочками (рис. 1.11). На спинной стороне головогруди – пара простых глазков, на боках – пара сложных. Современных мечехвостов 3 рода, включающих 5 тропических видов: один – в Атлантическом океане у берегов Центральной и Северной Америки, остальные – у юго-восточных и восточных берегов Азии и прилегающих островов. Современные мечехвосты – «живые ископаемые», существуют, почти не изменившись, около 350 млн лет.

Две пары глаз мечехвостов (простые и сложные) выполняют разные функции. Сложные глаза, состоящие из 1000 простых глазков (омматидиев¹⁴), обладают способностью усиливать

¹⁴ **Омматидий** (от греч. *omma*, род. падеж *ommatos* – глаз), структурная и функциональная единица фасеточного глаза насекомых, ракообразных и некоторых многоножек. Состоит из линзы с неизменным фокусным расстоянием, образующей фасетку глаза, т. н. кристаллического конуса и воспринимающей группы светочувствительных клеток с нервными отростками, дающими начало нервному волокну. Количество омматидий в таком глазу различно: от ста (у рабочего муравья) до 28 тыс. (у стрекозы). Фасеточный глаз специализирован для восприятия движения (острота зрения и способность к восприятию формы предмета у него развиты слабо) и обеспечивает очень широкое поле зрения (у саранчи каждый омматидий имеет угол

контраст изображения. Основано это уникальное свойство на взаимодействии омматидиев, когда при освещении один омматидий усиливает свет за счет ослабления соседнего, делая сильный свет сильнее, а слабый слабее. Разность между ними становится больше и дает возможность лучше рассмотреть предметы с нечеткими краями на фоне с помехами.

По принципу глаза мечехвоста *спроектированы* электронные модели и схемы систем, например, для получения снимков небесных светил, аэрофотосъемки со спутников и т. д.



Мечехвост (рода *Limulus*):

а — взрослая форма (со спинной стороны); б — взрослая форма (с брюшной стороны); в — личинка;

1 — простые глазки; 2 — сложный глаз; 3 — головогрудной щит;

4 — брюшной щит; 5 — хвостовой шип; 6 — конечности головогруды;

7 — жевательные пластинки; 8 — брюшные ножки, несущие жабры.



Юрский мечехвост



Современный мечехвост

Рис. 1.11. Мечехвост

Пример 1.12. Движитель – хвост рыбы

По аналогии с движением хвостового плавника или туловища морского обитателя был разработан так называемый нестационарный движитель, создающий тягу колебаниями несущей поверхности, имеющими конечную амплитуду (рис. 1.12). Некоторые исследователи считают, что принцип нестационарности движителя, по-видимому, и лежит в основе экономичности передвижения рыб и морских животных, так как они совершают туловищем и плавниками сложные изгибо-крутильные колебания, согласованные между собой таким образом, что при равномерном поступательном движении затрачивается очень небольшое количество энергии.

зрения в 20°). Таким образом, любое движение врага или добычи мгновенно улавливается хотя бы одним из омматидий.

Русский художник и талантливый изобретатель Петр Васильевич Митурич, предложил использовать в качестве двигателя гибкий корпус самого судна, совершающий волнообразные движения. Как указано в свидетельстве на изобретение №33 418 от 8 января 1930 г., двигатель представлял собой: *«приводимые во вращение изогнутые стержни, расположенные внутри эластичного корпуса, в целях сообщения этому корпусу при помощи шатунов, связанных со стержнями, волнообразного движения».*

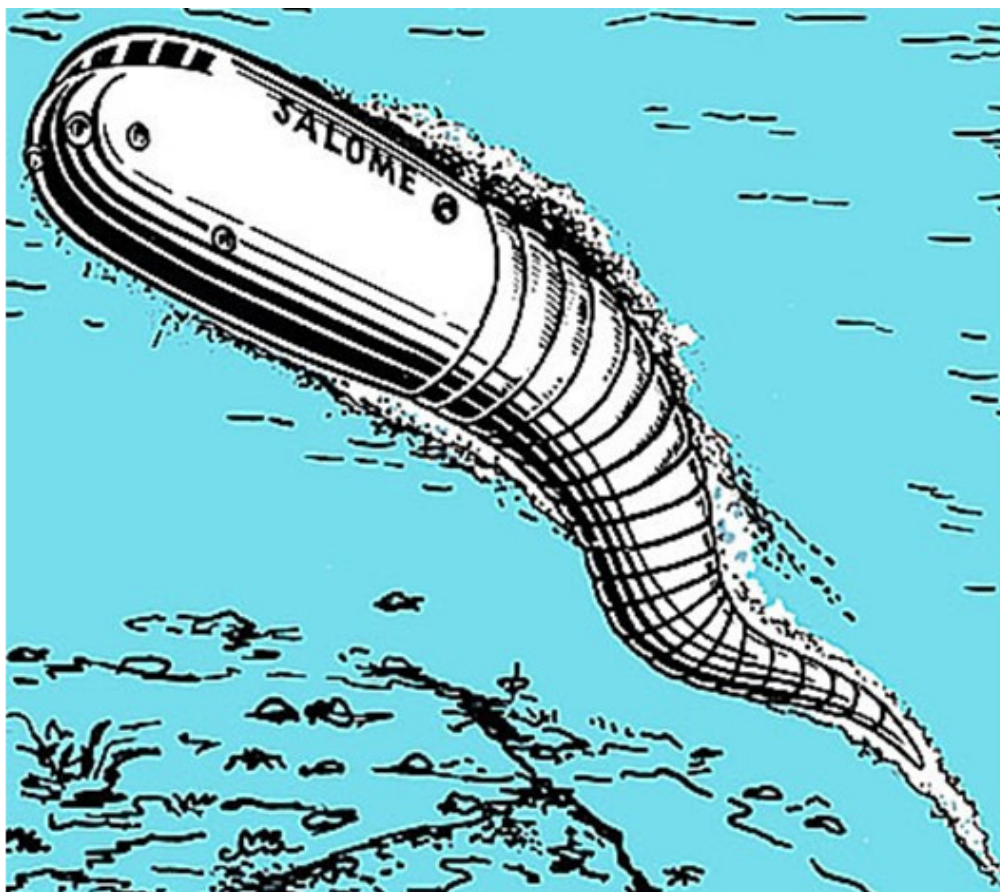


Рис. 1.12. Модель подводного судна с волновым двигателем

Пример 1.13. Парадокс Грея и эффекта Ламинфло

В 1936 г. английский зоолог Джеймс Грей установил, что сопротивление дельфина при его движении в воде, рассчитанное обычным для судостроения способом, оказывается в 8 – 10 раз больше того, которое способна преодолеть мускулатура животного. Ведь мышечная сила у всех млекопитающих, в том числе и китообразных, в пересчете на килограмм массы мышц примерно одинакова. Напрашивается вывод, что каким-то весьма эффективным способом дельфин снижает сопротивление своего туловища. Это несоответствие, получившее название «парадокс Грея», заставило начать работы в направлении, которое недвусмысленно подсказал сам профессор: *«Природа сконструировала дельфина много совершенней, чем человек подводную лодку или торпеду».*

В попытках разгадать «секрет дельфина» высказывались различные предположения. Большинство сходилось в том, что дельфин благодаря своей гладкой и эластичной коже в сочетании с жировым слоем демпфирует возмущения воды и тем самым создает вокруг себя ламинарный пограничный слой, снижая сопротивление. Механизм ламинаризации объясняли следующим образом: кожа животного представляет собой гладкую эластичную диафрагму, чувствительную к колебаниям давления, которые имеют место в пограничном слое,

обтекающем дельфина. Под диафрагмой находятся каналы, наполненные жидкостью, которая, свободно перемещаясь в них под воздействием кожи-диафрагмы, действует как демпфер, поглощая часть кинетической энергии турбулентного потока и тем самым ламинаризируя пограничный слой.

Высказывалось мнение, что для значительного уменьшения сопротивления кожа дельфина должна не пассивно, а активно демпфировать возмущения в пограничном слое, для чего существует какой-то физиологический процесс, способный управлять изменениями свойств кожи. Известный французский исследователь океана, профессор О. Пикар высказал предположение, что нервные окончания в кожном покрове морских животных улавливают изменение давления, предшествующее переходу ламинарного режима обтекания в турбулентный, и через центральную нервную систему передают соответствующие сигналы на демпфирование кожи.

Кожа дельфина в передней части его туловища (особенно хорошо обтекаемой) почти не имеет кровеносных сосудов, в то время как к хвостовой части (где обычно возникает турбулентность и растет сопротивление) количество кровеносных сосудов постепенно возрастает. В связи с этим существует версия, что усиленная циркуляция крови пульсирующего характера в хвостовой части животного как бы демпфирует поверхность, уменьшая турбулентность потока.

Некоторые специалисты считают, что большая часть туловища дельфина участвует в создании движущей силы, т. е. туловище животного одновременно выполняет функции корпуса и движителя. В момент резких ускорений на коже возникают волнообразные складки, распространяющиеся от головы к хвосту, которые называют бегущей волной. При этом как бы сбрасываются возникающие турбулентные вихри, и снижается сопротивление. Но для образования бегущей волны необходимы мускульные усилия. Следовательно, управляющая кожей дельфина мускулатура должна непрерывно работать и постоянно находиться в напряжении, что изнурительно для животного. Исследователи осуществили оригинальный эксперимент, в котором участвовали профессиональные пловчихи и дельфины средней величины. Контуры тела женщины плавные, что вызвано особенностями костно-мышечного аппарата и сравнительно большим слоем подкожного жира. Под слоем жировой клетчатки и у дельфинов, и у женщин залегают локомоторные мышцы. Спортсменок буксировали под водой с разной скоростью. Испытания фиксировались на киноленту. Обнаружилось, что при скорости свыше 4 уз на торсе и бедрах пловчих появлялись волнообразные складки. При снижении скорости складки исчезали. Известно, что у человека нет никаких специальных мышц для движения кожи и сама кожа для этого не приспособлена. Следовательно, волнообразные складки на теле спортсменок образовались под влиянием гидродинамического воздействия. Из эксперимента следовало, что мускулатура дельфина не принимает участия в образовании бегущей волны.

Интерес к скоростям качествам морских обитателей не ограничился предположениями и опытами. Одним из первых в 1938 г. немецкий ученый М. Крамер предложил обеспечивающее ламинарное обтекание корпуса покрытие, имитирующее наружный покров тюленей, для чего разместил на поверхности покрытия тонкие упругие проволочки, расположенные очень близко одна к другой и ориентированные вдоль набегающего потока. Крамер предполагал, что демпфирование турбулентных пульсации в пограничном слое будет осуществляться за счет сил трения между водой и проволочками. Опыты были прерваны с началом второй мировой войны. Позже Крамер сосредоточил внимание на изучении движения дельфинов с целью уменьшения сопротивления ракет и торпед. В последние два года существования фашистской Германии он возглавлял исследовательскую станцию управления ракетами и с неизвестным В. Фон Брауном принимал участие в создании ракеты «ФАУ-2». Оказавшись после войны в США, Крамер продолжил исследования, направленные на создание покрытия для подводных лодок и торпед, названного «кожей дельфина».

Покрытие представляло собой сложную резиновую оболочку толщиной около 2 мм с гладкой наружной поверхностью (рис. 1.13). Внутренняя сторона оболочки множеством расположенных в шахматном порядке резиновых столбиков соединялась с внутренним слоем резины такой же толщины, наклеенным на поверхность корпуса подводной лодки. Пространство между столбиками, представляющее собой множество капиллярных сосудов, заполнялось органической жидкостью с относительно большой вязкостью. По замыслу Крамера, пока режим обтекания в пограничном слое будет ламинарным, покрытие должно вести себя как жесткая поверхность, при этом демпфирующая жидкость находится в покое, а поверхность диафрагмы остается гладкой. При возникновении в пограничном слое колебательных или волновых движений на гребне и впадине волны появится разность давлений, что вызовет распространение волнообразования вдоль покрытия и колебания резиновой оболочки, а через нее и демпфирующей жидкости. При этом турбулизация пограничного слоя должна снижаться, а вернее, переход ламинарного режима обтекания в турбулентный будет отодвигаться в область больших скоростей подводной лодки.

По аналогичному принципу было разработано покрытие «ламинфло», применение которого на торпедах позволило без изменения мощности двигателя существенно увеличить их скорость.

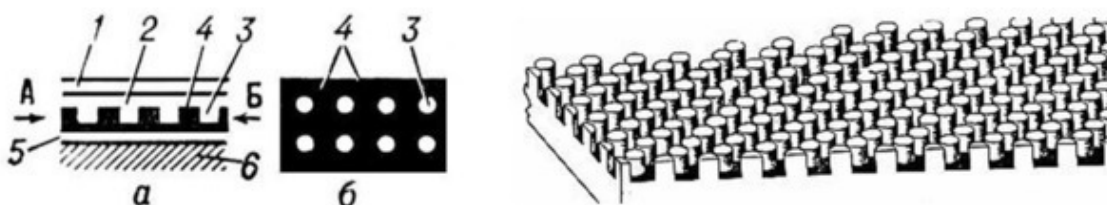


Рис. 1.13. Схема покрытия типа «кожа дельфина»

Искусственная кожа – обшивка «ламинфло»: а – боковой разрез; б – срез через слой палочек по линии АБ; 1 – верхний слой; 2 – средний слой; 3 – гибкие палочки среднего слоя; 4 – пространство между палочками, заполненное демпфирующей жидкостью (черного цвета); 5 – нижний слой; 6 – корпус модели¹⁵

Пример 1.14. Жиротрон

У двукрылых насекомых имеются придатки – жужжальца, которые непрерывно вибрируют вместе с крыльями. При изменении направления полета направление движения жужжалец не меняется, черешок, связывающий их с телом, натягивается, и насекомое получает сигнал об изменении направления полета. На этом принципе построен жиротрон (рис. 1.14) – вильчатый вибратор, обеспечивающий высокую стабилизацию направления полета самолета при больших скоростях. Самолет с жиротроном может быть автоматически выведен из штопора. Полет насекомых сопровождается малым расходом энергии. Одна из причин этого – особая форма движения крыльев, имеющая вид восьмерки. На рис. 1.14 изображены: а – схема летящей мухи с колеблющимися по обе стороны тела жужжальцами; б – жужжальце; в – схема жиротрона; ток от генератора посылается попеременно то во внешние, то во внутренние электромагниты, что вызывает колебания вильчатого жировибратора¹⁶.

¹⁵ Бионика – БСЭ URL: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/69413/%D0%91%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0>

¹⁶ Бионика – БСЭ URL: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/69413/%D0%91%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0>

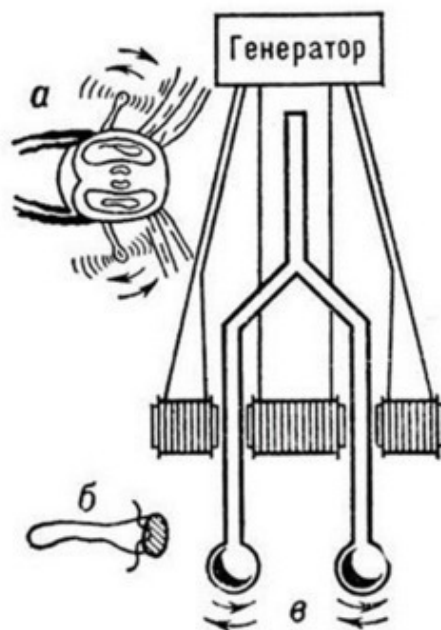


Рис. 1.14. Жиротрона – схема летящей мухи с колеблющимися по обе стороны тела жужжальцами; б – жужжальце; в – схема жиротрона.

Пример 1.15. Эффекта Лотоса

В природе давно подмечен феномен, характерный для листьев цветов лотоса – они никогда не намокают (рис. 1.15а). После дождя или полного погружения в воду они сразу же оказываются сухими и чистыми. На поверхности листьев лотоса вода образует капли, которые, словно шарики ртути, скатываются по поверхности листа, увлекая оказавшиеся на листе инородные частички. Это природное явление получило название «эффекта Лотоса».

Современные исследования выяснили механизм этого эффекта. При 7000-кратном увеличении листа его микроструктура оказалась в виде иголок. Эту структуру воспроизвели при создании краски (рис. 1.15 б).

Создана краска с эффектом Лотоса. Принцип ее действия показан на рис. 1.15 в, а ее эффективность – на рис. 1.15 г.

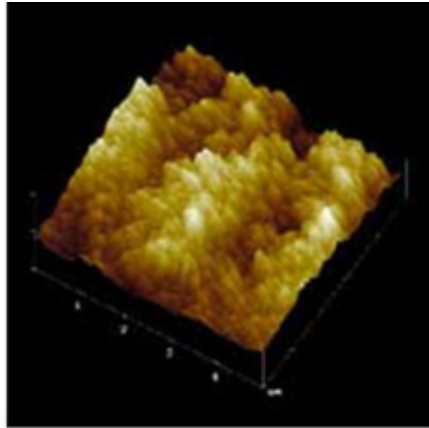


Цветок лотоса



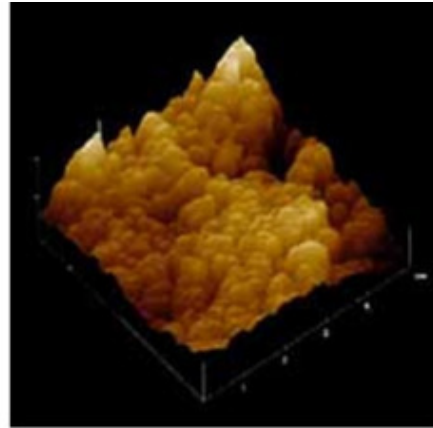
Капли воды на листе лотоса

Рис. 1.15а. Лотос



***Микроструктура листьев лотоса
при 7000-кратном увеличении***

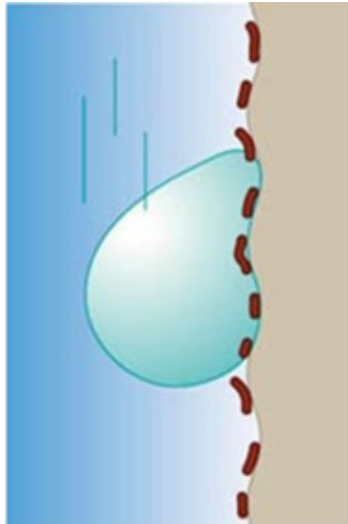
На снимке четко видна уникальная микроструктура листьев, благодаря которой поверхность, контактирующая с водой и грязью, минимизирована. Вода полностью стекает с листьев, смывая осажденную на них грязь. Именно поэтому цветок Лотоса в азиатских религиях почитается как символ чистоты.



***Точное воспроизведение
Эффекта Лотоса***

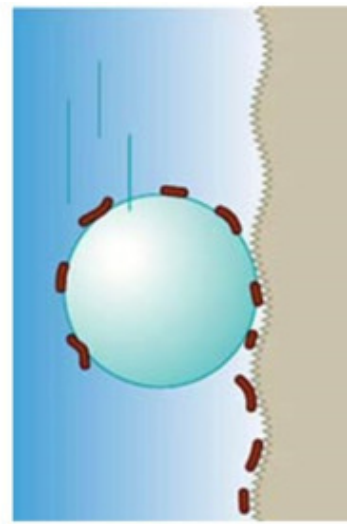
При таком же увеличении можно увидеть структуру поверхности, она практически идентична структуре поверхности листьев лотоса. Благодаря такой структуре вода и грязь не задерживаются на поверхности фасада.

Рис. 1.15б. Микроструктура Лотоса



Обычная краска

На фасадных поверхностях, окрашенных обычными фасадными красками, не образуется особая микроструктура, похожая на микроструктуру поверхности листьев лотоса. Капли воды не скатываются, а стекают по поверхности. Частички пыли и грязи имеют на таких стенах существенно большую площадь контакта со стеной, а, следовательно, и лучше связаны с поверхностью основания. Стекающая по стене вода не приводит к освобождению стены от таких загрязнений. На стенах остаются грязные подтеки и следы от стекающих струек воды.



Краска с эффектом Лотоса

Покрытие, выполненное краской с эффектом Лотоса, формирует абсолютно новую микроструктуру поверхности, благодаря которой поверхность, имеющая контакт с частичками грязи и воды, минимальна. Это позволило создать супергидрофобную, ненамокаемую поверхность. Капли дождя не растекаются, а скатываются по поверхности стены, смывая при этом находящиеся на поверхности фасада частички грязи. Этому способствует также и то, что образовавшаяся микроструктура в несколько раз (до 90%) понижает связь частичек загрязнений с поверхностью стены, что также способствует активной самоочистке фасада

Рис. 1.15в. Принцип действия краски с эффектом Лотоса



***Фасад здания, покрытого
обычной краской***

Грязь и влага являются хорошей средой для развития на поверхностях стен микроорганизмов, грибков и плесени, поэтому с течением времени загрязнения на фасадах становятся все более заметными, особенно на участках, подверженных атмосферным воздействиям.



***Фасад здания, покрытого
краской с эффектом Лотоса***

Капли дождя не растекаются, а скатываются по поверхности стены, смывая при этом находящиеся на поверхности фасада частички грязи. Фасады остаются чистыми и сухими, отсутствует природная среда для размножения микроорганизмов и грибков. Этот эффект особенно заметен на участках, активно подвергающихся атмосферным воздействиям.

Рис. 1.15г. Результаты использования краски с эффектом Лотоса

Пример 1.16. Новые принтеры

По аналогии с поведением стаи термитов, где каждый термит принимает независимые решения, но при этом стая движется к общей цели, например построению гнезда, в исследовательском центре Хегох в Пало Альто разработали новую технологию подающего механизма для копиров и принтеров, названного AirJet. Печатное устройство оснащено множеством воздушных сопел, каждое из которых действует независимо, без команд центрального процессора, однако в то же время они способствуют выполнению общей задачи – продвижению бумаги. В устройстве отсутствуют подвижные части, что позволяет удешевить производство и делает устройство более надежным. Устройство содержит 144 набора по 4 сопла, направленных в разные стороны, а также 32 тыс. оптических сенсоров и микроконтроллеров (рис. 1.16).

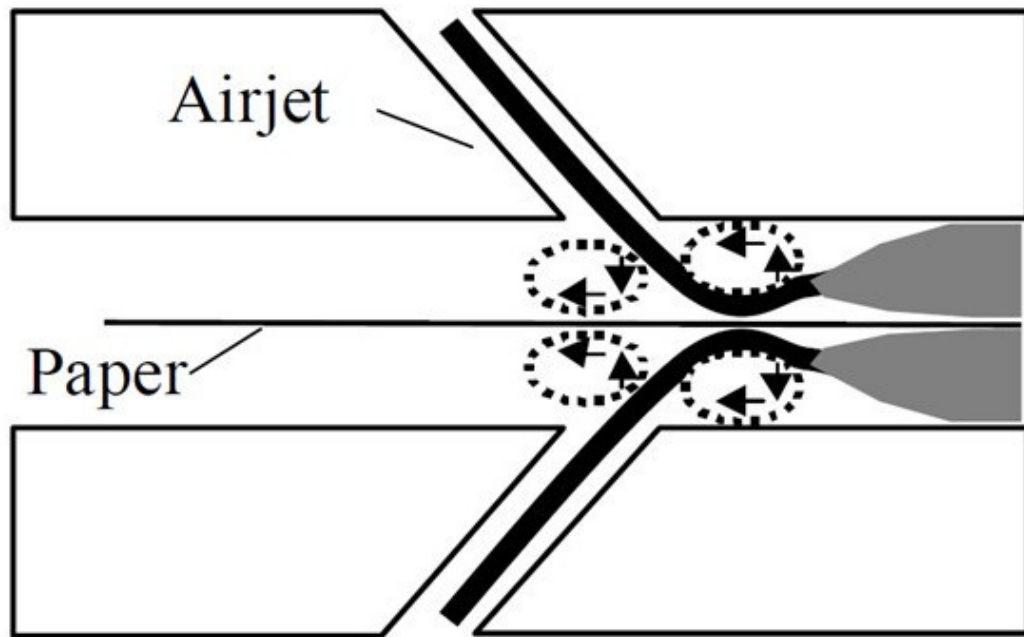


Рис. 1.16. Печатающее устройство Xerox

Пример 1.17. Робомуха

Ученые из Калифорнийского университета в Беркли (University of California at Berkeley) работают над созданием крошечного робота, который имеет массу всего 0,1 грамма. Он может ползать по поверхности и летать (рис. 1.17). Робот имеет миниатюрные полиэфировые крылья с металлическим каркасом. На крыльях размещены крошечные солнечные батареи. Механический привод позволяет крыльям двигаться со скоростью до 150 махов в секунду: при этом оба крыла могут независимо друг от друга поворачиваться в сторону. Возможная область применения робомухи будет от уничтожения насекомых-вредителей и до промышленного шпионажа. На рис. 1.17 показаны различные конструкции робомух.

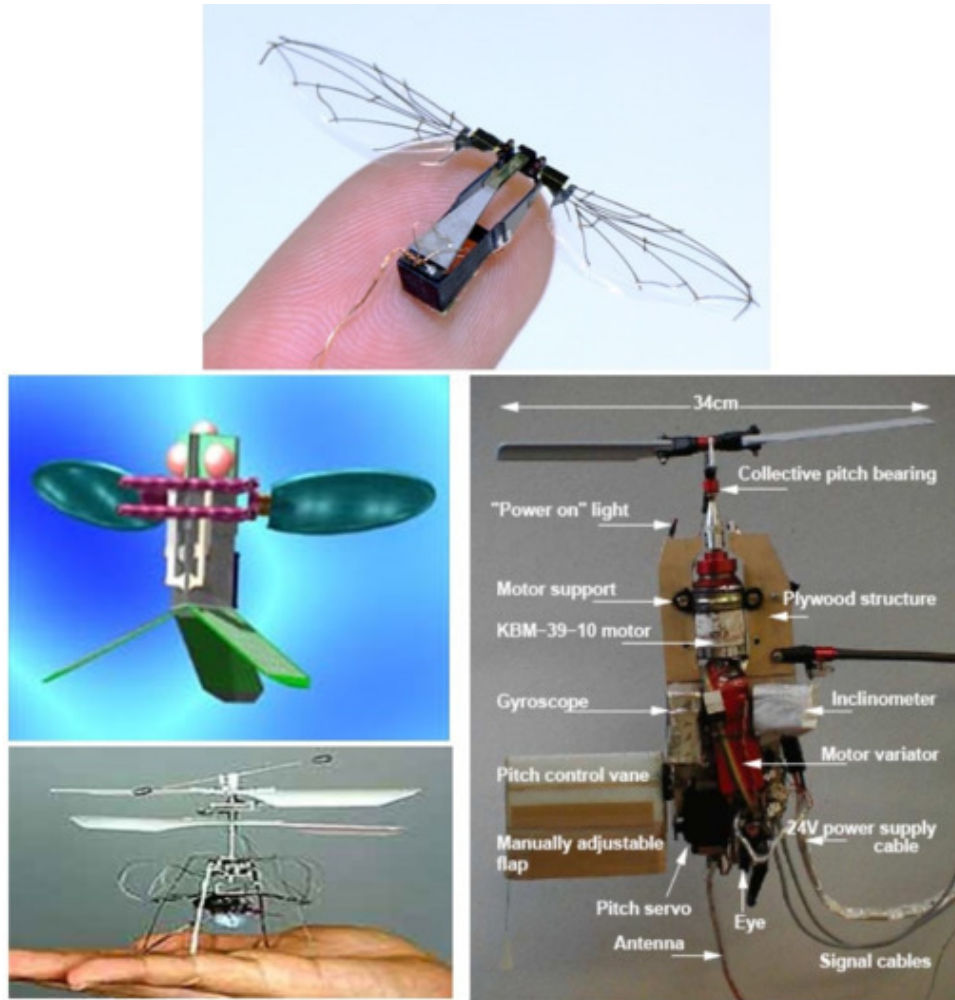


Рис. 1.17. Робомуха

Пример 1.18. Застежка-«липучка»

Швейцарский инженер Джордж де Местраль (Georges de Mestral) в 1955 году, гуляя со своей собакой, заметил, что к ее шерсти постоянно прилипают какие-то непонятные растения. Устав постоянно чистить собаку, инженер решил выяснить причину, по которой сорняки прилипают к шерсти. Исследовав феномен, де Местраль определил, что он возможен благодаря маленьким крючкам на плодах дурнишника (так называется этот сорняк). В результате инженер осознал важность сделанного открытия и через восемь лет запатентовал удобную «липучку» Velcro, которая сегодня широко используется при изготовлении одежды. Застежка-«липучка (репейник)» состоит из двух прочных лент, лицевая сторона одной из которых покрыта петлями из полиамидных мононитей, а лицевая сторона второй – петлями из мононитей с боковым разрезом, т. е. крючками (лента петельная и лента крючковая). При соединении двух лент крючки входят в петли, и происходит быстрое и прочное сцепление. Разъединение двух лент требует значительного усилия (рис. 1.18).



Рис. 1.18. Застежка-«липучка»

Пример 1.19. Глубоководная губка – оптоволокно

Исследователи из Bell Labs (корпорация Lucent) в 2003 году обнаружили в теле глубоководных губок рода *Euplectellas* (рис. 1.19) высококачественное оптоволокно. Материал скелета этих губок может пропускать цифровой сигнал не хуже, чем современные оптоволоконные кабели, при этом природное оптоволокно значительно прочнее искусственного благодаря наличию органической оболочки. Вторая особенность – это возможность формирования подобного вещества при температуре около нуля градусов по Цельсию, в то время как на заводах Lucent для этих целей используется высокотемпературная обработка. Осталось придумать, как увеличить длину нового материала, поскольку скелеты морских губок не превышают 15 см.

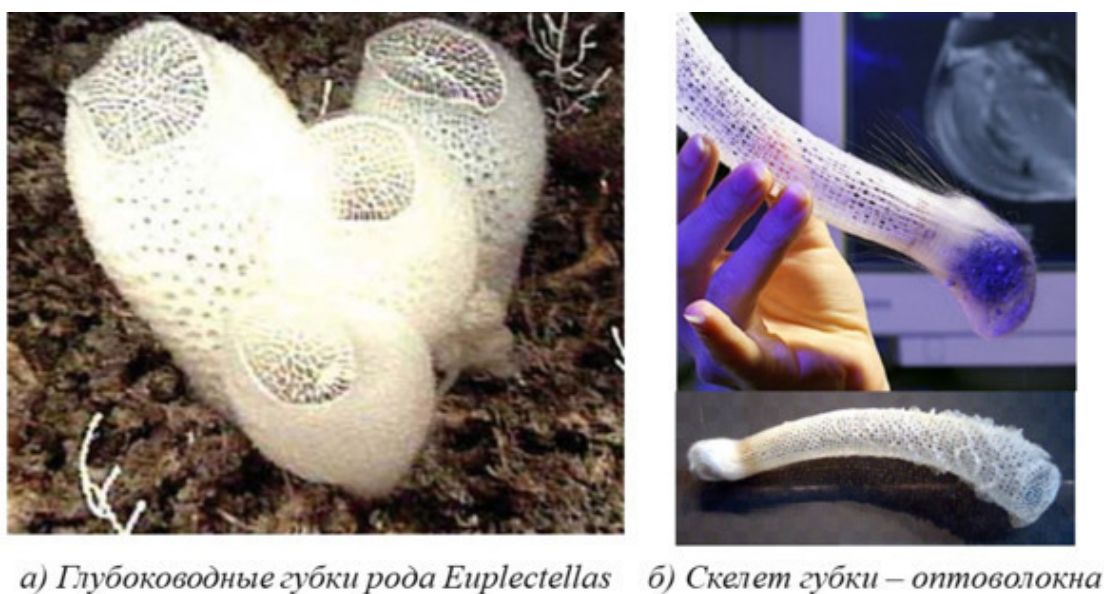


Рис. 1.19. Глубоководная губка – оптоволокно

Пример 1.20. Модель нейрона

Модель нейрона показана на рис. 1.20.

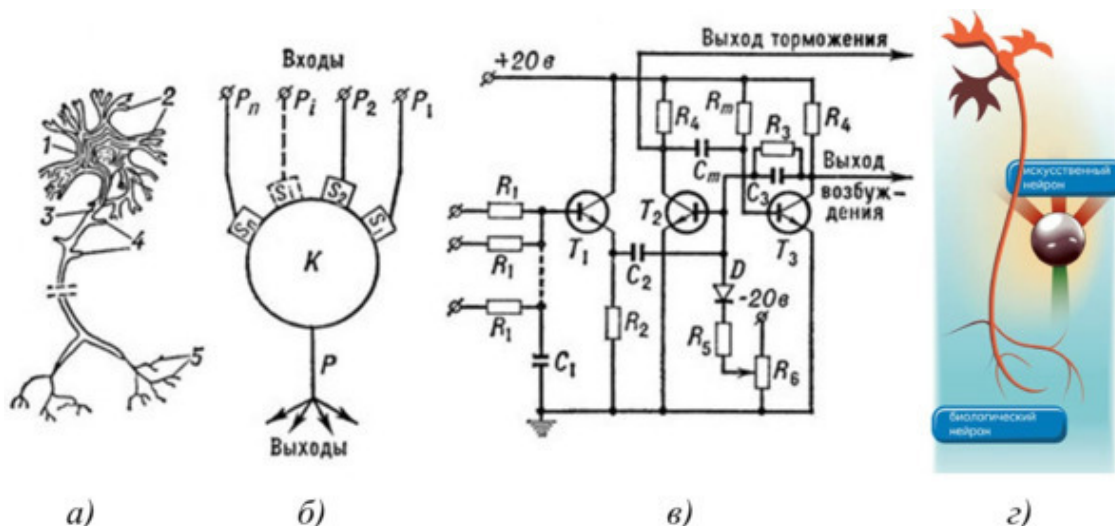


Рис. 1.20а. Схематическое изображение нейрона
 а) – изображение нейрона: 1 – тело клетки; 2 – дендриты; 3- аксон; 4 – коллатерали; 5 – концевое разветвление аксона. б) – модель нейрона: P_n, P_i, P_2, P_1 – выходы нейрона; S_n, S_i, S_2, S_1 – синаптические контакты; P – выходной сигнал; K – пороговое значение сигнала.
 в) – электрическая схема искусственного нейрона: $R_1 - R_6, R_m$ – сопротивления; $C_1 - C_3, C_m$ – конденсаторы; $T_1 - T_3$ – транзисторы; D – диод.
 г) рисунок биоогического и искусственного нейрона.

С каждым годом появляется все больше патентов на нейронные сети, например, патент США US 9 842 585 В2 компании Microsoft от 12.12.2017.

Компания Google разработала нейрочип Tensor Processing Unit (TPU) отвечающий за идентификацию объектов и лиц на фотографиях, распознавание голоса на Android-смартфонах, а также перевод текста с одного языка на другой.

Пример 1.21. Автомобиль без водителя

Американская компания Orbital Research создала действующую модель радиоуправляемого авто с «таракаными мозгами» (рис.1.21). Это интуитивная сенсорная система, позволяющая избежать столкновений автомобилей на земле и самолетов в воздухе. Систему назвали Bio-Avert. Она разработана по аналогии с нервной системой тараканов и моделирует поведение тараканов в тот момент, когда их пытаются поймать.

Оказалось, что у тараканов уникальная нервная система. Она без отдыха контролирует мельчайшие изменения, происходящие рядом, и при возникновении опасности реагирует быстро, четко и, самое главное, правильно.



Рис. 1.21. Нервная система тараканов

Пример 1.22. Кожа для роботов

Японские ученые по аналогии с естественной кожей изобрели искусственную кожу для роботов. Это может стать первым шагом на пути к полноценному осязанию роботами окружающего мира (рис. 1.22).

«Кожу», которая способна чувствовать давление и температуру, можно обернуть вокруг механических пальцев андроидов. Причем, как утверждают ученые, их разработка не будет обходиться дорого.

«Кожа» состоит из двух слоев – один для регистрации давления, и другой – для регистрации температуры.

Именно совмещение этих двух слоев стало революционным прорывом в работе над андроидами.

Японские ученые использовали электронные схемы в качестве датчиков давления и полупроводники в качестве датчиков температуры. Эти датчики помещены в тонкий слой пластика, который можно обернуть вокруг робота.

Транзисторы и полупроводники, которые использовали для электронной «кожи» ученые, основаны на органических материалах, состоящих из цепочек атомов углерода.

Это придает электронным схемам гибкость и делает процесс изготовления «кожи» относительно дешевым.

Ученые надеются, что их разработка поможет улучшить эффективность работы роботов. Более того, исследователи говорят, что не намерены останавливаться на том, чтобы просто воспроизвести функции человеческой кожи.

«Возможно, в ближайшем будущем появится электронная „кожа“, которая превзойдет по своим свойствам человеческую», – пишут в своей работе ученые.

Будущая искусственная кожа сможет иметь датчики не только для регистрации давления и температуры, но и для света, натяжения, звука и влажности.

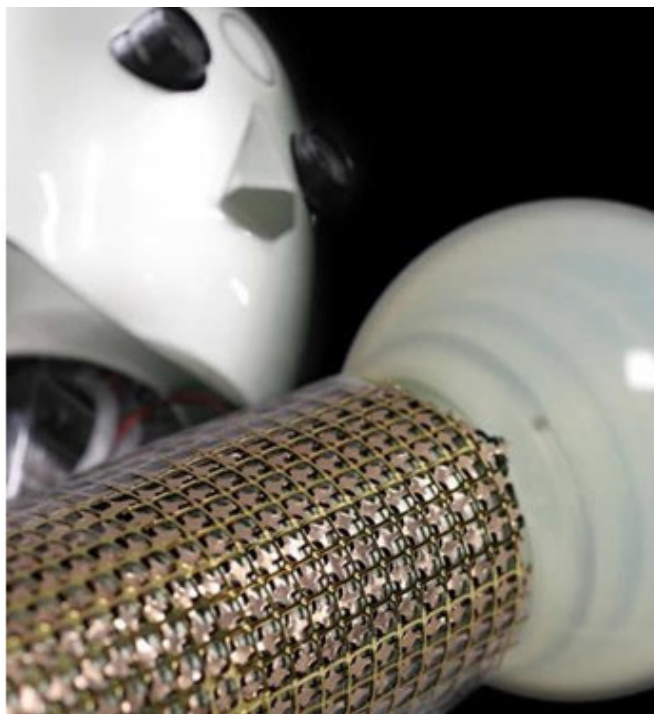


Рис. 1.22. Кожа для робота

Пример 1.23. Глаз насекомого

В Университете Беркли разработали первый «фасеточный» объектив для фотокамеры, который воспроизводит устройство глаза насекомых. Объектив склеен из 8500 шестиугольных микролинз, а его поле зрения больше, чем у традиционных «широкоугольников». Диаметр устройства – 2,5 миллиметра, и теперь главная проблема заключается в том, чтобы изготовить электронную матрицу подходящих размеров и формы.

В отличие от высших животных, насекомые (рис.1.23а) лишены сетчатки. Каждой фасетке (то есть «линзе») глаза соответствует отдельный рецептор, фиксирующий яркость (и, возможно, другие характеристики света), но не детали (рис.1.23б). Целостное изображение складывается из «пикселей», переданных рецепторами, и поэтому разрешающая способность глаза очень высока.

В искусственном «глазе» стеклянные микролинзы покрывают полусферу из эпоксидной смолы, внутри которой проходят микроканалы-волноводы – они заменяют нервные волокна насекомого, передающие оптический сигнал от каждой фасетки мозгу (рис.1.23в). Изготовление волноводов и было самой нетривиальной частью задачи. Для этого сплошную «заготовку» объектива пришлось облучать ультрафиолетовым светом – чтобы, преломляясь в линзах, свет проделал каналы, подходящие в точности к каждой из них.

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.